

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET
KÖZLEMÉNYEI



FAIPARI

KUTATÁSOK

A FAIPARI KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

FAIPARI KUTATÁSOK

1975

Fedélábra: Az épülő harkányi fürdőmedence lefedése rétegelt-ragasztott akáctartókkal

BUDAPEST, 1976

Felelős szerkesztő

STROBL KÁLMÁN

Szerkesztő bizottság

**GULYÁS KISS ERNŐ
ERDÉLYI GYÖRGY
DR. HADNAGY JÓZSEF
DR. SZABÓ KÁROLY
SZITÁS ALADÁRNÉ**



4262

KERETFŰRÉSZEK ÉS RÖNKVÁGÓ SZALAGFŰRÉSZEK MŰSZAKI ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA

FŰRJES JÁNOS

okl. gépészmérnök, közgazdász, tud. főmunkatárs

1. A FŰRÉSZIPARI ALAPGÉPEK LEGFONTOSABB MŰSZAKI JELLEMZŐI, A GÉPEK MEGVÁLASZTÁSÁNAK FŐBB SZEMPONTJAI

A gyártási folyamatok korszerűségét, a gyártmány minőségét és termelési színvonalát a termelésben alkalmazott alapgépek technikai színvonala határozza meg. A közbelső szállító- és segédberendezések, valamint a segédgépek teljesítőképességét és ezzel kapcsolatban a teljes munkatér kialakítását az alapgépek kapacitásából kiindulva kell meghatározni.

A fűrészáru-termelést a fenti szempontból vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a fűrészcsarnokon belül a keretfűrészgépek és a különböző rönkvágó szalagfűrészgépek kapacitása határozza meg alapvetően a termelési vonalba tartozó valamennyi segédgép és berendezés műszaki jellemzőit, de magának a fűrészcsarnoknak az építészeti kialakítását is.

Ilyen körülmények között elsőrendű fontosságot tulajdonítunk az alapgépek műszaki jellemzői vizsgálatának, és ezen keresztül a legkorszerűbb, az adott feladat elvégzésére — hazai viszonyainkat figyelembe véve — legmegfelelőbb géptípusok meghatározásának.

1.1 A keretfűrészek műszaki jellemzői és teljesítményük

Elsősorban azokkal a műszaki adatokkal kívánunk foglalkozni, amelyek alkalmasak a keretfűrészek várható teljesítményének a meghatározására.

A számszerű adatokat a hazánkban leginkább alkalmazott 560 mm keretnyílású gépekre adjuk meg, de ezek az adatok adaptálhatók a 450 és 710 mm keretnyílású gépekre is. A közölt számok a jelenlegi technikai színvonal mellett a közepes teljesítményű keretfűrész műszaki adatainak alsó és felső határát jelentik. Az alsó határ alatti műszaki jellemzőjű gépet kis teljesítményűnek, a felső határ feletti nagy teljesítményű gépnek soroltuk. Természetesen, egy adott gép teljesítményét nemcsak a számszerűen is kifejezhető műszaki adatok határozzák meg, hanem számos egyéb, részben a gépre, részben az alkalmazott technológiára vagy a feldolgozandó anyagra vonatkozó jellemző adatok is. Röviden ezekre is kitérünk.

1.11 Szerszámsebesség

A szerszámsebességet a lökethossz (keretemelkedés) és a gép fordulatszáma határozza meg. A közepes teljesítményű keretfűrész szerszámsebessége 4–6 m/s. A szerszámsebességet tekintve ma már alig gyártanak kis teljesítményű keretfűrészket. Mind a szocialista, mind a tőkésországokban gyártott keretfűrész típusok jelentős része nagy teljesítményű, 6 m/s feletti szerszámsebességgel készül.

1.12 Az előtolás

A megfelelő teljesítmény eléréséhez a beállítható előtolás mértékét is jelentősen meg kellett növelni. Már a közepes teljesítményű korszerű keretfűrészek előtolása is 4–8 m/min között van.

A számszerű értéken túl a korszerű keretfűrész az előtolás módjával is lehet jellemezni. Ezeket ma már nem alkalmazzák a különböző szakaszos előtoló berendezéseket, hanem kizárólag a fokozat nélkül szabályozható, folyamatos előtoló berendezéseket. De még ezen utóbbiak közül is leginkább a hidraulikus és elektromos vezérlésűeket a korábbi mechanikus vezérlésű helyett.

Egyes géptípusoknál az előtolás a rönkátmérőtől függően automatikusan változik (*Söderhamns*). Az előtolás korszerűsége és természetesen a gép korszerűsége is független a teljesítménytől. A korszerű előtoló berendezéseket mind a közepes, mind a nagy teljesítményű keretfűrészeken alkalmazzák.

A tág határok között változó, illetve változtatható előtolás mellett csak akkor érhető el optimális teljesítménykihasználás, ha a fűrészlapok dőlése mindig az éppen működő előtolás mértékéhez képest a legmegfelelőbb. E cél érdekében egyre több gyártó cég alkalmazza a fűrészkeret dőlését az előtolás függvényében automatikusan szabályozó berendezést.

Ugyancsak az előtolás, mégpedig a folyamatos előtolás jobb kihasználása végett egyes keretfűrész típusokon a fűrészkeret munka közben lengő mozgást végez, vagyis a fűrészkeret dőlése automatikusan csökken *lefelé* menetben és nő *fölfelé* menetben (*Wurster & Dietz*).

1.13 A hajtómotor teljesítménye

A korszerű keretfűrészek, különösen a nagy teljesítményű keretfűrészek kapacitása leginkább a hajtómotor teljesítményével jellemezhető. Az egyes géptípusok szerkezetileg és műszaki adottságaiknál fogva eleve alkalmasak a gyártó vállalat által megadott hajtómotor teljesítményének kihasználására. Ilyen meggondolásból kiindulva külföldön a keretfűrész teljesítményét az időegység alatt felfűrészelt rönkköbméter helyett egyre inkább az időegység alatt fűrészelt négyzetméter felülettel adják meg, melyet a tényleges vágásmagasságok összegének (h') és az átlagos előtolásnak (e) szorzatával lehet meghatározni:

$$F = 60 \cdot e \cdot h' \text{ (m}^2\text{/h)}.$$

Az időegység alatt fűrészeltetõ maximális felület meghatározható a rendelkezésre álló energiából és a fajlagos forgácsolási teljesítményből. Képletben kifejezve

$$F_{\max} = \frac{N - N_0}{N_f} \text{ (m}^2\text{/h)},$$

ahol:

N = a hajtómotor teljesítménye (LE),

N_0 = a gép üresjárat, mért vagy becsült teljesítménye (LE),

N_f = a fajlagos forgácsolási teljesítmény (LEó/m²).

A fajokként meghatározható fajlagos forgácsolási teljesítmény független a géptípustól. Számszerű értéke az irodalom szerint:

fenyőre	0,10—0,12 LEó/m ² ,
bükkre	0,15—0,20 LEó/m ² ,
tölgyre	0,20—0,30 LEó/m ² .

A képletek összevonásával az alkalmazható előtolás és a gép teljesítménye is számolható.

Fejtegetéseink igazolásául az alkalmazható előtolást a régi *Pause*-képlettel

$$e = \frac{v}{10d} \quad (\text{m/min}),$$

a *Barlai*-képlettel

$$e = \frac{v}{10h'} \cong \frac{v}{8d} \quad (\text{m/min})$$

és az új képlettel

$$e = \frac{N - N_u}{N_f \cdot 60 \cdot h} \quad (\text{m/min})$$

is kiszámoltuk. Megjegyezzük, hogy *Pause* újabban a növekvő szerszámsebesség függvényében 1—4 szorzószámot alkalmaz.

A keretfűrészek teljesítményét az ismert képlettel

$$Q = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot e \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot 60 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

két azonos méretű, különböző típusú gépre is meghatároztuk a következő értékekkel:

K_1 = fafajtényező tölgyre	0,75,
K_2 = gépkihhasználási tényező	0,95,
K_3 = munkaidő-kihhasználási tényező	0,95,
d = átlagátmérő	28 cm.

A tényleges vágásmagasság — 10 fűrészlappal számolva — közelítőleg $10 \cdot 0,8 d$, ami egyezik a *Barlai*-képlettel.

A számításokat mellőzve valamennyi adatot az 1. táblázatban adtuk meg. Az éves kapacitást 3785 órával számoltuk 2 műszakra.

1. táblázat

Keretfűrészek kapacitásának összehasonlítása

Gyártó vállalat	Típus	Keretnyílás	Szerszámsebesség	Motor-teljesítmény	A számítás módja	Számított teljesítményértékek		
						e	Q_0	Q
						m/min	m ³ /h	em ³ /év
Pini & Kay	FÜ 56	560	4,5	50	Pause	1,61	4,02	15,2
					Barlai	2,01	5,02	19,0
					új módszer	1,09	3,63	13,7
Esterer	FA 22	560	7,0	150	Pause	2,5	6,25	23,7
					Barlai	3,1	7,75	29,3
					új módszer	3,2	10,73	40,6

A táblázatból is megállapítható, hogy mindkét gépnél a legelfogadhatóbb értéket az új módszer szerinti számítással kaptuk. Eszerint korszerűsége ellenére is az azonos méretű *Pini & Kay* keretfűrész kapacitása csak egyharmada az *Esterer* keretfűrésznek. Ez természetesen nemcsak a motorteljesítményből adódik, hanem ezen túlmenően valamennyi egyéb műszaki jellemzőből (szerszámsebesség, előtolás, gépsúly stb.) is.

A nagy teljesítményű *Esterer* keretfűrészhez képest is az előbbi gyenge közepes, de inkább kis teljesítményű gép.

1.14 A gép súlya

Ahhoz, hogy egy nagy teljesítményű gép az alkalmazott nagy előtolás mellett is kellő stabilitással rendelkezzen, a gép önsúlyának jelentős növelése szükséges.

Táblázatban közöljük néhány azonos keretnyílású gép adatait (2. táblázat).

2. táblázat

A keretfűrészek műszaki adatai

Típus	Keretnyílás	Átlagos szerszámsebesség	Előtolás	A gép súlya	Motor-teljesítmény
	mm	m/s	m/min	kg	LE
<i>E 22/22</i>	560	6,6	0—12	13 000	125
<i>HD 22</i>	560	7,0	0—14	11 000	150
<i>GDZES 56</i>	560	7,4	0—16	12 000	150
<i>FÜ 56</i>	560	4,5	0—8	6 300	50
<i>VKG 56</i>	560	5,0	0—6,5	6 200	50
<i>S 56</i>	560	5,9	0—12	6 700	75

A táblázat adatai szerint az első három típusú gép nagy teljesítményű, az utolsó három ugyancsak korszerű gép, de csak közepes teljesítményűek. Ez különösen a motor teljesítményéből és a gép súlyából következik.

1.15 Gépalap

A gépalap nem tartozik a keretfűrész műszaki adatai közé, de a gép teljesítményétől, illetve a gép súlyától nem független. A beépített gépalap tömege ugyanis arányos a gép súlyával. Csakis így biztosítható a nagy teljesítményű gépek megfelelő stabilitása.

1.16 A gép kezelhetősége

Mind hazánkban, mind a többi szocialista országban, de számos tőkésországban is, egyre nagyobb gondot jelent a szükséges munkaslétszám biztosítása. Nem kisebb problémát jelent a meglévő munkaerő racionális kihasználása, a fizikai — különösen a nehéz fizikai — munkafolyamatok gépesítése. A munkás munkaerejével való takarékoság különös jelentőségű szocialista hazánkban.

Mind a létszám-takarékosság, mind a munkaerő igénybevételének csökkentése a mind nagyobb fokú gépesítéssel, a gépek műszaki színvonalának emelésével, az automatizálás széles körű elterjedésével oldható meg.

A korszerű keretfűrészek és a hozzájuk csatlakozó gépsorok a vázolt követelmények messzeemenő figyelembevételével készültek. Sok — csupán a keretfűrészek kiszolgálásával és kezelésével kapcsolatos — munkafolyamat, amelyet korábban kézi erővel végeztek, a korszerű keretfűrészekén gépesítve, automatizálva van. Ilyenek:

- a rönk felterhelése, forgatása, beállítása,
- a hengeremelés,
- a hengernyomás szabályozása,
- az elötolás beállítása,
- a fűrészáru elszedése stb.

A korszerű keretfűrész jellemzője, hogy valamennyi mechanizmusa, vagyis a gép kezelése általában a rönkbefogó kocsiról, ülve, egy személy által távvezérléssel, illetve automatikusan működtethető.

1.17 Egyéb szempontok

Az eddig vázoltak, vagyis a gépek műszaki adatai, gépesítettségük és automatizáltságuk mértéke a gyártó vállalatok által kiadott gyártmányismertetőkből, prospektusokból nagyrészt megismerhető.

E pontban egy adott célra megfelelő gép kiválasztásának néhány olyan szempontjával kívánunk foglalkozni, amelyek semmilyen prospektusban nem találhatók meg.

a) Üzembiztonság. A már beépített gép működtetésekor egyik legfontosabb követelmény a biztonságos üzemelés. Az üzembiztonsághoz tartozó főbb ismérvek:

- a gép várható vagy előforduló meghibásodásának gyakorisága,
- átlagos karbantartásiidő-igény,
- az alkatrészcsere mértéke és gyakorisága,
- az alkatrész-utánpótlás biztonsága.

Mindezekre választ csak jól megfogalmazott ajánlatkérés vagy versenytárgyalási kiírás alapján kaphatunk, megfelelő biztosítékot pedig a szerződésben lehet kikötni.

b) Szükségszerű üzemidő-kiesések. Egy-egy műszakon belül akadnak olyan szükségszerű feladatok, amelyek üzemidő-kieséssel járnak.

— Leglényegesebb az, hogy egy-egy pengecserehez mennyi idő szükséges a gép szerkezeti kiképzése folytán. (Pl. van-e a gépnek hidraulikus pengefeszítő berendezése, s ha igen, az mennyire üzembiztos.)

- Szükségszerű kiesést jelenthet a gép beállítása, átállítása,
- egyéb, rendszeresen ismétlődő feladatok: az indítás, a leállítás, a kenés stb.

c) A gyártó vállalat ajánlásai. E cím alatt nemcsak az ajánlásokról, hanem az ajánlásokért vállalt felelősségről (garanciáról) is szeretnénk röviden beszélni.

Köztudomású, hogy két azonos műszaki paraméterű gép egyáltalán nem biztos, hogy azonos feladat elvégzésére alkalmas. Pontosabban, egyáltalán nem biztos, hogy ugyanaz a keretfűrész, amely alkalmas fenyő faanyag felfűrészelésére, alkalmas lombos faanyag, különösen kemény lombos faanyag felfűrészelésére is. Példaként említhetők a lengyel gyártmányú keretfűrészek, amelyek nagyon jól beváltak fenyő fűrészelésére, de kemény lombos faanyagok felfűrészelésére — annak ellenére, hogy a gyártó vállalat ilyen célra is ajánlja — kevésbé alkalmasak. Ugyanígy nem váltak be a *DTPB* típusú fűrészek sem.

Tehát nemcsak az a fontos, hogy a gyártó vállalat adott célra ajánljon fűrészgépet, hanem vállaljon anyagi felelősséget is, hogy az a célnak megfeleljen.

A feladat nagyságától és fajtájától függően az alapgépet (keretfűrész) több-kevesebb segédberendezéssel is el kell látni. Ebből a célból feltétlenül ki kell kérni a szállító cég ajánlatát, de a mérlegelést és döntést a beruházónak kell meghoznia. A fölöslegesen beállított segédgépek és különböző szállító- és mozgatóberendezések éppen úgy akadályai lehetnek a termelésnek, mint a technológiailag szükséges ilyen gépek és berendezések hiánya.

1.2 Rönkvágó szalagfűrészek

A korszerű rönkvágó szalagfűrészek teljesítménye nem választható el a géphez csatlakozó és vele egy termelési vonalat képező különböző segédgépek és berendezések munkájától.

A teljesítményt — mint fűrészüzemi alapgép — a rönkvágó szalagfűrész határozza meg. Minden egyéb, a gépsorba tartozó segédgép és berendezés feladata az alapgép kapacitása kihasználásának maximális elősegítése. Így a segédgépek és berendezések kapacitásának nagyobbaknak kell lenniük a rönkvágó szalagfűrész maximális kapacitásánál.

A keretfűrészek tárgyalásakor a gépek teljesítményét az egy órára eső megmunkált felülettel (F) jellemezzük. Ezt alkalmaztuk a különböző típusú gépek kapacitásának az összehasonlítására is.

Ugyanezt a módszert alkalmazhatnánk itt is, ha azonban megvizsgáljuk az azonos tárcsa-átmérőjű, különböző típusú gépek teljesítőképességét, akkor sokkal kisebb eltérést kapunk, mint hasonló körülmények között a keretfűrészeknél. Ez abból adódik, hogy a rönkvágó szalagfűrészeknél az azonos méretű géptípusok műszaki adatai között kisebb az eltérés.

Mindezek alapján leszögezhetjük, hogy a rönkvágó szalagfűrészek korszerűségét, teljesítőképességét a gép műszaki adatain túl az alkalmazott segédgépek és berendezések mennyisége és műszaki színvonala határozza meg.

1.21 A gép műszaki jellemzői

A keretfűrészek tárgyalásánál megállapítottuk, hogy a gépek teljesítményét a szerszámsebesség, előtolási sebesség és a motor teljesítménye határozza meg. Lényegében ugyanezen tényezők határozzák meg a szalagfűrészgép teljesítményét is, s ezen az alapon összehasonlítást tehetünk a két különböző alapgép termelékenységük között.

a) Előtolási sebesség. A korszerű keretfűrészeknél alkalmazható legnagyobb előtolás-tartomány 0—14 m/min. A rönkvágó és hasító szalagfűrészeknél a legnagyobb előtolás munkamenetben 0—60 m/min, visszafutásnál pedig 0—90 m/min sebességet is elér, sőt egyes speciális gépeknél még meg is haladja. A szalagfűrészeknél alkalmazható előtolási sebesség tehát négyszerese a keretfűrészgépekének.

b) Szerszámsebesség. A korszerű keretfűrészek átlagos szerszámsebessége is legfeljebb 6—8 m/s, ugyanakkor a szalagfűrészeknél a 45—50 m/s-es szerszámsebesség sem ritka, vagyis mintegy hatszorosa az előbbinek.

Lényegesen nagyobb a különbség a két gép között, ha a forgácsoló szerszámsebességet hasonlítjuk össze.

Keretfűrésznel az alternáló mozgás következtében a szerszámsebesség szinuszosan változik, felfelé menetben negatív értékű, és forgácsolás szempontjából üresjárat. Az időegységre eső forgácsolási hossz a szerszámsebességnek csak a fele.

Szalagfűrészeknél ugyanakkor a szerszámsebesség állandó és folyamatos, és az időegységre eső forgácsolási hossz azonos a szerszámsebességgel.

Az alkalmazható legnagyobb szerszámsebességek mellett azonos idő alatt, a fűrészszalag forgácsolóéle 12-szer annyi utat tesz meg a fában, mint a keretfűrészszalag forgácsolóéle. A szerszámsebesség különbségének következtében — ha minden egyéb tényezőtől eltekintünk — szalagfűrészeknél 12-szer nagyobb előtolást lehetne alkalmazni, mint a keretfűrészeknél.

c) **Rönkvágó szalagfűrészek segédberendezései.** A rönkvágó szalagfűrészek korszerűségét és teljesítményét a különböző segédberendezések és gépek száma és műszaki színvonala inkább meghatározza, mint magának a gépnek a műszaki adatai. Ezért mi ezeket is a gép műszaki jellemzői között említjük meg, már csak azért is, mert a korszerű, nagy teljesítményű szalagfűrészgépek elválaszthatatlan tartozékai ezek a berendezések.

A rendelkezésünkre álló adatokból megállapítottuk, hogy valamennyi gyártó vállalat gyártja és rendelésre szállítja is a géphez tartozó segédberendezéseket. A megfelelő segédberendezésekkel ellátott korszerű rönkvágó szalagfűrész kezelését, illetve kiszolgálását mindössze egy személy végzi távvezérléssel. A gépkezelő szakmunkás a vezérlőpult mellől a következő műveleteket, illetve műveleteket végző berendezéseket működteti, irányítja:

- fűrészszalag feszítése,
- fűrészszalag tárcsa döntése,
- a gép indítása,
- a lánctranszportör és kidobó berendezésének működtetése,
- keresztz szállító mozgatása,
- rönkfelterhelés,
- rönkforgatás,
- befogó bak állítása,
- szorítókörmök állítása,
- a rönk vagy prizma megfordítása,
- vastagságállítás,
- előtolás-állítás,
- előremenet (a rönkkocsi előtolása),
- a szelvény lefordítása,
- a szelvény szállító transzportör irányítása,
- visszamenet (a kocsi visszafutása).

d) **A motor teljesítménye.** A keretfűrész teljesítményének összehasonlítására, jellemzésére az időegység alatt fűrészeltető felülettel számoltunk, illetve a számításul szolgáló képletek összevonásával, a motorteljesítményből kiindulva, konkrét esetre meghatároztuk az alkalmazható átlagos előtolást.

A keretfűrészeknél használt számítási mód a rönkvágó szalagfűrészgépek teljesítményének számítására is alkalmazható.

Mivel a szalagfűrészgépre vonatkoztatott forgácsolási teljesítmény fajlagosok megbízható értékei nem állnak rendelkezésünkre, azt vizsgáljuk, milyen előtolási érték mellett érhető el azonos teljesítmény a keretfűrészszalaggal.

A keretfűrészszalag ismertetett összefüggéssel kiszámíthatjuk, hogy a HD 22 típusú nagy teljesítményű keretfűrész kapacitása a beépített motor teljesítményéből számolva 430 m³/h. Az időegység alatt vágott négyzetméter felületet másrészt megkapjuk az előtolás és az átlagos vágásmagasság szorzataként

$$F = 60 eh'$$

Adott rönkméretűhöz, illetve összvágmagassághoz ily módon számoltuk ki a szükséges átlagos előtolás mértékét.

Rönkvágó szalagfűrésznél, ha a koci visszafutási idejét a hasznos előtolási idő felének vesszük, a közölt képlet a következő lesz:

$$F = \frac{2}{3} 60 \cdot eh' = 40 eh'$$

Minimum 45 cm rönkátmérővel számolva az átlagos vágásmagasság közelítőleg 0,4 m. Behelyettesítve kapjuk, hogy rönkvágó szalagfűrészben minimálisan

$$e = 27 \text{ m/min}$$

átlagos munkaelőtolási sebességet kell tartani ahhoz, hogy teljesítménye azonos legyen a korszerű keretfűrészgéppel. Ez az egyenlőség csak az időegység alatt fűrészelt felületre vonatkozik.

2. A FÜRÉSZIPARI ALAPGÉPEK CÉLSZERŰ ALKALMAZÁSI TERÜLETEI

A két alapgép teljesítményének összehasonlításával Európától Amerikáig több kutató foglalkozott. Méréseik eredményeinek ismertetését több tucatnyi publikáció közli. Mi csak a legfontosabb néhány következtetést kívánjuk megemlíteni, hogy ezek ismeretében melyek a rönkvágó szalagfűrészek alkalmazásának hazánkban is számításba jöhető területei:

— valamennyi vizsgálat — beleértve intézetünk méréseit is — egyöntetűen arra az eredményre jut, hogy a rönkvágó szalagfűrész teljesítménye csak mintegy 35 cm átlagos rönkátmérő felett nagyobb a keretfűrészekénél;

— a feldolgozott rönk átlagos átmérője hazánkban:

lombos rönk 28 cm,

fenyőrönk 24 cm,

— keretfűrész helyett a rönkvágó szalagfűrész kizárólagos használata nem jöhet számításba. Nagyobb fűrészüzemben 2-3 keretfűrész mellett 1 db rönkvágó szalagfűrész üzemeltetése indokolt esetben gazdaságos lehet;

— csak speciális feladatok elvégzésére jöhet számításba szalagfűrészüzem létesítése;

— speciális feladatként jelentkezik hazánkban a rövid vagy kis átmérőjű, ún. fagyártmányfa feldolgozása. Erre a célra a kis tárcaátmérőjű (1100 mm) mozgóasztalos, rönkvágó szalagfűrészeket tartjuk alkalmasnak.

A 18 cm átmérő feletti rövid (2 m alatt) hengeresfa a mozgóasztalos szalagfűrészben kívül 8 behúzóhengeres keretfűrészszel is felfűrészeltető.

Az előző fejezetben taglalt műszaki adatok alapján a keretfűrészeket teljesítményüktől függően három csoportba sorolhatjuk. Ezek:

— kis,

— közepes és

— nagy

teljesítményű keretfűrészek.

A jelenleg gyártott keretfűrészek műszaki színvonala alapján a közepes teljesítményű keretfűrészre a következőkkel jellemezhetjük:

— az egy órára eső teljesítménye, átlagos 28 cm átmérőjű rönkből, élesvágáskor 3,5—7,0 m³/h

— két műszakot és éves szinten 3750 órát számolva, teljesítménye 15—26 ezer m³/év

— az alkalmazott szerszámsebesség 4,0—5,7 m/s

— az előtolás felső határa 4—8 m/min

— a hajtómotor teljesítménye 50—

100 LE

— a gép súlya 6—9 tonna.

A határérték alatti jellemzőjű gépeket a kis teljesítményűekhez, a határérték felettieket a nagy teljesítményűekhez soroljuk.

Ezek ismeretében a 20, 40 és 80 ezer m³/éves kapacitású fűrészüzemek lehetséges alapgépeit a 3. táblázatban adjuk meg.

Egy-egy kis, esetleg közepes teljesítményű keretfűrész helyett lehet rönkvágó szalagfűrész is használni.

Összegezőképpen ismételtlen rögzítjük, hogy az általunk közölt kapacitásadatokat átlagos értékek alapján határoztuk meg. Ezek csupán tájékoztatóként és a gépek egymás közötti összehasonlítására alkalmazhatók.

Konkrét esetben — különösen a rönkvágó szalagfűrész, de a keretfűrész alkalmazásához is — a rendelkezésre álló fa alapanyag és a gyártandó termék összes jellemzőinek számbavételével a számításokat mindig el kell végezni.

3. táblázat

A fűrészüzemek lehetséges alapgépei

Az üzem tervezett éves kapacitása	kis	közepes	nagy
	teljesítményű keretfűrészek száma		
1000 m ³	db		
20	2	—	—
	—	1	—
40	2	1	—
	—	2	—
	—	—	1
80	2	1	1
	—	2	1
	—	—	2

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ РАМНЫХ ПИЛ И ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ ДЛЯ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН

ЯНОШ ФЮРЬЕШ

дипл. инженер-механик, экономист, старший научный сотрудник

Собрали более важные технические характеристики рамных пил и ленточных пил для распиловки бревен, применяемых в лесопильной промышленности. Выразили точку зрения по выбору основных станков. На основе сопоставления более важных технических характеристик определили целесообразность области применения отдельных типов станков.

TECHNICAL COMPARATIVE TEST OF THE FRAME SAWS AND BAND SAWS FOR LOGS

JÁNOS FÜRJES

Graduate of the University of Technical Sciences and of the University of Economics, senior scientific research worker

The most important technical characteristics of the frame saws and band saws for logs applicable in the timber industry were summarized. The standpoints for the choice of the basic machines were specified. After the comparison of the main technical characteristics, the effective fields of application for each type of basic machines were defined.

**TECHNISCHE VERGLEICHSUNTERSUCHUNG DER GATTER- UND
BLOCKBANDSÄGEN****JÁNOS FÜRJES**

Dipl. Maschineningenieur, Ökonom, wissenschaftlicher Hauptmitarbeiter

Es wurden die wichtigsten technischen Daten der in der Sägeindustrie verwendbaren Gatter- und Blockbandsägen zusammengefasst. Es wurden die Gesichtspunkte der Wahl der Grundmaschinen gegeben. Auf Grund des Vergleiches der wichtigsten technischen Daten wurde das zweckmässige Verwendungsgebiet der einzelnen Grundmaschinentypen bestimmt.

AZ ÉPÍTŐIPAR DIFFERENCIÁLT IGÉNYEIT KIELÉGÍTŐ FORGÁCSLAPVÁLASZTÉKOK

STROBL KÁLMÁN
okl. faipari mérnök, igazgató

1. BEVEZETŐ

Minden termék gyártásának — így a faforgácslapénak is — alapvető célkitűzése az, hogy a gyártott termék a felhasználási területen optimális haszonhatású legyen. Ennek az alapelvnek a figyelembevételével kell kifejleszteni az egyes alkalmazási területek követelményeit optimálisan, egyúttal maradéktalanul kielégítő termékválasztékok gyártásának technológiáját, amelyek révén maximális társadalmi szükségletet minimális ráfordítással elégíthetünk ki, vagy optimális helyettesítési hatékonyságot érhetünk el.

A faforgácslap-gyártó iparág termékeinek egyik jelentős felhasználója az építőipar. A felhasználás szoros korrelációban van a népgazdaság fejlődésével, és ezen belül az építőipar termelésének alakulásával.

A hazai építőipar dinamikus fejlődése és termelésének növekedése eredményeképp a faforgácslapok felhasználásának növekedésével kell számolni.

A mennyiségi igénynövekedés jelentős

- strukturális,
- választéki és
- minőségi

igénynövekedéssel, valamint a termékek magasabb készültségi fokon való felhasználásával jár együtt.

Az építőipar technikájában, technológiájában világszerte, így hazánkban is, forradalmi átalakulás bontakozik ki. A megváltozott technika, technológia új, korszerű anyagok felhasználását teszi szükségessé. Ezért világszerte mind szélesebb körben és mind nagyobb volumenben terjed el az agglomerált lapok és elsősorban a faforgácslapok alkalmazása az építőiparban.

A népgazdaság építőipari tervelőirányzatai, a hazai és külföldi tapasztalatok szükségessé teszik az építőipar és az elsődleges faipar termelésének, ill. a termékellátás kapcsolatainak elemzését.

Jelen tanulmány a faforgácslap építőipari alkalmazását vizsgálja, így:

- a faforgácslapok építőipari felhasználásának nemzetközi és hazai helyzetét,
- a felhasználási területek szerint differenciált tulajdonságú forgácslapokkal szemben támasztott műszaki követelményeket,
- a felhasználási területek szerint differenciált laptípusok optimális paramétereit.

2. A FAFORGÁCSLAPOK ÉPÍTŐIPARI FELHASZNÁLÁSÁNAK NEMZETKÖZI ÉS HAZAI HELYZETE

Az elsődleges fafeldolgozó ipar — így a faforgácslap-gyártás — termékeinek egyik legnagyobb felhasználója a bútorigar mellett az építő-, illetve az épületasztalos-ipar. Ez a tendencia az elkövetkező időszakban várhatóan megmarad, sőt a faforgácslapok építőipari felhasználása mind mennyiségileg, mind arányaiban növekedni fog. Ez a növekedési tendencia igényli, hogy vizsgáljuk a faforgácslap termékek alkalmazásának szerkezetét és a szerkezetben végbe-menő változásokat.

2.1 A forgácslap-felhasználás szerkezetének elemzése

Az 1. táblázat szemlélteti néhány fejlett európai tőkésország és a KGST-országok faforgácslap-felhasználását iparáganként az 1960-as években.

1. táblázat

A faforgácslap-felhasználás szerkezete egyes európai országokban

M.e.: %

Országok	Időszak	Bútor-	Építő-	Jármű-	Egyéb	Meg- oszlás nem ismert	Összesen
		ipar					
Finnország	1959—61	17	76	5	2	—	100
Svédország	1959—61	44	46	7	3	—	200
NSZK	1959—61	52	39	8	1	—	100
Franciaország	1959—61	40	50	8	2	—	100
Ausztria	1959—61	75	20	3	2	—	100
Bulgária	1963	98	2	—	—	—	100
Csehszlovákia	1961	64	3	1	32	—	100
Lengyelország	1960	95	—	—	5	—	100
Magyarország	1960	93	—	1	6	—	100
NDK	1963	88	—	—	12	—	100
Románia	1955—63	91	9	100
Szovjetunió	1962	43	57	—	—	—	100
Szovjetunió	1963	45	55	—	—	—	100

A táblázatból kitűnik, hogy a fejlett tőkésországokban, valamint a Szovjetunióban a faforgácslap-mennyiség jelentős hányadát az építőipar dolgozta fel, a szocialista országokban viszont alig vagy számokban ki nem mutatható mennyiséget használtak fel építőipari célra.

Ez az arány azonban már 1965-ig is módosult a szocialista országokban, és ha megvizsgáljuk a 2. táblázat 1965. évi ténytárait, sőt továbbmenve az 1975. évi előirányzatokat, jól figyelemmel kísérhető az a tendencia, amelynek eredményeképp a felhasználási szerkezet eltolódik az építőipar javára.

A felhasználási területek volumenarányának eltolódása szükségszerűen hozza magával a forgácslapválasztékok differenciált gyártását.

2. táblázat

A forgácslap-felhasználási szerkezet tervezett átalakítása 1965—1975 között

M.e.: %

Szocialista országok	Időszak	Bútor-	Építő-	Csoma-	Jármű-	Összesen
		iparban				
Bulgária	1965	93,2	4,7	0,8	1,3	100,0
	1975	84,0	10,3	4,1	1,6	100,0
Csehszlovákia	1965	86,7	12,5	0,8	—	100,0
	1975	64,3	28,5	7,2	—	100,0
Lengyelország	1965	85,9	12,2	0,6	1,3	100,0
	1975	81,7	13,3	1,1	3,9	100,0
Magyarország	1963	92,8	0,2	—	7,0	100,0
	1975	67,3	20,0	10,0	2,7	100,0
NDK	1965	94,0	1,2	—	—	95,2*
	1975	..**	..**	..**	..**	100,0
Románia	1965	87,0	6,0	—	7,0	100,0
	1975	..**	..**	..**	..**	100,0

Megjegyzés:

* egyéb felhasználás 4,8%

** adat nem áll rendelkezésre

2.2 A faforgácslapok építőipari célra való gyártásának és felhasználásának hazai helyzete

2.2.1 A jelenlegi helyzet

A fejlett ipari országokban tapasztalható arányokhoz viszonyítva hazánkban a faforgácslap építőipari felhasználása alacsony szintű. Az utóbbi évek tényadatai ezt kétségtelenül igazolják.

A felhasználás összetételére vonatkozó mennyiségi és százalékos adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A faforgácslap-felhasználás ágazati megoszlása

Időszak	Bútoripar		Építőipar		Egyéb ipar		Összesen	
	em ³	%	em ³	%	em ³	%	em ³	%
1968	43,9	83,8	3,7	7,1	4,8	9,1	52,4	100,0
1969	61,8	92,3	3,4	5,0	1,8	2,7	67,0	100,0
1970	67,9	82,1	5,2	6,3	9,6	11,6	82,7	100,0
1971	95,6	91,3	4,9	4,7	4,2	4,0	104,7	100,0
1972	95,9	87,7	8,8	8,0	4,7	4,3	109,4	100,0
1975	96,0	60,4	23,0	14,5	40,0	25,1	159,0	100,0
1980	132,0	64,7	45,0	22,1	27,0	13,2	20,40	100,0

Az építőipari faforgácslap jelenlegi kis volumenű felhasználásának oka az is, hogy a viszonylag kis számú szabványosított választék miatt az általános bútóipari igényeknek megfelelően gyártott lapokat építőipari célra alkalmazni csak szűkkörűen lehet.

Az utóbbi évek építőipari fejlesztési tevékenysége elsősorban az adott minőségben gyártott lapok felhasználási helyének megtalálására irányult, és kevésbé a felhasználási igényeknek megfelelő műszaki paraméterek kialakítására.

A kis volumenű építőipari alkalmazás másik oka a lapok csekély készültégi foka, így elsősorban a felületkezelés hiánya. Egyes területeken az építőipari alkalmazást közgazdasági és árviszonyok is hátráltatják, illetve nem szolgálnak kellő mértékű mozgatóerőként a régi anyagok és eljárások felváltására.

Az igény — mint a 3. táblázat alapján is látható — jelentősen emelkedik. A faforgácslap építőipari célra való felhasználásának növekedését indokolja egyrészt az import fenyőfűrész-áru helyettesítésének gazdaságpolitikai szempontból lényeges és helyes gyakorlata, másrészt az új építkezési módok következtében igen elterjedté vált beépítettbútor-gyártás. Ez utóbbi a bútóipar viszonylagos tehermentesítését eredményezi.

2.22 Az építőipar várható faforgácslap-igénye, a felhasználás szerkezetének alakulása

Az építőipar elsődleges fatermék-felhasználása, így faforgácslap-felhasználása is szoros korrelációban van az építőipar termelésével.

A hazai építőipar dinamikus termelésnövekedése magával hozza a fa alapanyag- és ezen belül a faforgácslap-felhasználás további növekedését is.

A következőkben a tervszámok alapján körvonalazom az építőipar különböző felhasználási területein várható forgácslap-mennyiségi igényeket.

4. táblázat

Az állami és mezőgazdasági építés, valamint az épületasztalos-ipar faforgácslap-igénye

M.e.: 1000 m³

Felhasználó	Terméktípus	Forgácslap	
		1975	1980
Állami és szövetkezeti építőipar	szerkezeti lap	9,8	20,0
	burkolóelem	3,0	17,5
	padlólap	3,0	5,0
	zsaluzólap	7,2	2,5
Összesen		23,0	45,0
Új mezőgazdasági építési területekhez	szerkezeti lap	5,0*	2,0*
	padlólap	—	—
	általános felhasználású lap (bútóipari)	30—35	22—25
Mindösszesen		53—58	67—70

Megjegyzés: A *-gal jelölt helyekre nincs pontos adat, feltételezhető azonban, hogy a szerkezeti laptípusban való esetleges további felhasználás részben az általános felhasználás mennyiségéből levonva jelentkezik majd.

Az igények összeállításakor bizonyos mértékig figyelembe vettem a fenyőhelyettesítés célkitűzéseit is, tisztán kell azonban látnunk azt, hogy a fenyőhelyettesítést az építőiparban elsősorban a fenyő hiányának kényszere fogja megoldani. Mivel az építőipar fenyőigénye a tervezett időszakban biztosított, a helyettesítés vonatkozásában csak korlátozott eredményekkel szabad számolni. Ezért a faforgácslapokat elsősorban nem fenyőhelyettesítésre, hanem önálló építőanyagként kell az építőiparba bevinni.

Az 1975-ben, illetve 1980-ban jelentkező igényeket a 4. táblázat foglalja össze.

A közölt igények meglehetősen ellentétesek az eddigi tapasztalattal. A jelenlegi faforgácslap-felhasználás ugyanis az építőiparban rendkívül csekély, és az elmúlt évek nem mutattak növekvő felhasználási tendenciát. Így tehát az 1975-re, illetve 1980-ra jelentkező igényt — amely a jelenlegi felhasználásnak többszöröse — óvatosan kell kezelni.

A mezőgazdaság számai szintén elég bizonytalanok, de a jelenlegi felhasználási arányhoz viszonyítva reálisnak tekinthetők.

3. AZ ÉPÍTŐIPARBAN JELENLEG MEGLEVŐ ÉS A JÖVŐBEN VÁRHATÓ FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK SZERINT DIFFERENCIÁLT FAFORGÁCSLAP-VÁLASZTÉKOK MŰSZAKI KÖVETELMÉNYEI

A faforgácslap felhasználásra alkalmas formája úgy alakult ki, hogy a továbbfeldolgozó iparnak a — hagyományos faanyagok feldolgozására kialakított — technológiáját csak jelentéktelen mértékben kellett megváltoztatnia ahhoz, hogy ezt a lapféleséget is alkalmazni tudja.

A faforgácslap-alkalmazás első szakaszában tehát a hasznosítás fő irányait az egységes minőség, a nem differenciált tulajdonságok határozták meg.

A technikai, technológiai fejlődéssel, a munka termelékenységének állandó növelésével szükségszerűen együtt jár a differenciálódási folyamat is, melynek eredményeképp az eredetileg egységes minőségű terméket (a faforgácslap) különböző használati tulajdonságú választék váltja fel.

E differenciálódási folyamat eredményeképp különültek el

- a bútorigipari,
- az építőipari és
- az egyéb, speciális

célra alkalmazott különféle faforgácslapok.

A bútorigiparral szemben az építőipar faforgácslap-igényei kevésbé egyértelműen határozhatók meg. Ennek az a magyarázata, hogy az építőipar számtalan technológiát alkalmaz, így az ez ideig csak kísérletképpen gyártott forgácslapféleségek általános felhasználási alkalmasságának eldöntésére nem áll elegendő bizonyító erejű adat rendelkezésre. Az építőipar tömegtermelését pedig csak tökéletesen bevált, nagyobb mennyiségben és kísérletileg igazolt termékkel lehet biztosítani. Emellett a bútorigipari felhasználáshoz viszonyítva az építőipar sokkal differenciáltabb igényeket támaszt a faforgácslapokkal szemben, amelyeket a lapgyártó ipar az önköltség jelentős növelése nélkül kielégíteni nem tudott, s mivel a gyártó kapacitás amúgy is szűk volt, nem is tartott szükségesnek kielégíteni. Ugyanakkor az építőipar sok területén lehetőség van a faforgácslapok felhasználására, s amennyiben az egyes területeken szükséges minőségi paramétereket a gyártó ipar biztosítani tudja, az igény is fennáll az építőipar részéről.

Az 5. táblázat foglalja össze azokat az általános műszaki követelményeket, amelyeket az építőiparban felhasználásra kerülő forgácslapválasztékokkal szemben támasztanak.

5. táblázat

Az építőipari forgácslap minőségi jellemzői

Műszaki paraméter	Mértékegység	Megkövetelt szabványérték DIN szerint	Irodalmi és mérési adat	Hazai adat
Térfogatsúly	kp/m ³	450—750	300—800	550—750
Hajlítószilárdság	kp/cm ²	8 mm-ig 220 15 mm-ig 200 20 mm-ig 180 25 mm-ig 150	180—250	180—250
Lapleemelő szilárdság	kp/cm ²	13 mm-ig 4,0 20 mm-ig 3,5 25 mm-ig 3,0	—	3—5
Rugalmassági modulus	kp/cm ²	13 mm-ig 32 000 20 mm-ig 28 000 25 mm-ig 24 000	30 000	35—40 000
Vastagsági dagadás 24 óra után	%	5—15	—	8—15
Lineáris méretváltozás	%	0,25—0,4	—	—
Lapleemelő szilárdság 2 órás főzés után	kp/cm ²	1,5	1,6—1,8	—
Hővezetési tényező	kcal/mó °C	0,06—0,12	0,08—0,15	0,08—0,12
Hangabszorpció	%	0,5	0,5—0,7	—
Páradiffúziós ellenállás- tényező	móHgmm/p	15—300	50—150	50—150
Csavarállóság	kp/cm	—	40—50	60—70
Szegállóság	kp/cm	—	—	5—15
Dinamikus törőszilárdság	mkp/cm ²	—	—	0,1—0,3
Tűzállóság	—	0,8 óra	különböző előírások	3 Ws/cm ²
Gombaállóság	—	—	különböző előírások	0,5—3,0%

A táblázatban szereplő számokból megállapítható, hogy az összes követelményt ugyanazzal a laptípussal kielégíteni semmiképpen sem lehet.

Az építőipar — külföldi és hazai tapasztalatok alapján — három fő felhasználási területen alkalmazhatja a faforgácslapokat:

- szerkezeti elemek, panelszerkezetek és burkolóelemek,
- padlók és
- zsaluzóelemek.

3.1 A faforgácslapok alkalmazása szerkezeti elemek, panelszerkezetek gyártásához

A könnyűszerkezetes építőelemekkel szemben támasztott követelmények rendkívül sokoldalúak, hiszen az építés, az üzemeltetés, a fenntartás igényétől függően a kívánalmak igen differenciáltak lehetnek.

Konkrét felhasználási területeik a következők:

- szerkezeti elemek,
- hang-, hőszigetelő- és burkolólapok,
- válaszfalak.

A szerkezeti elemek és panelszerkezetek vonatkozásában az építőipari forgácslapoknak a következőknek kell megfelelniük:

- az alapanyaggal szemben támasztott minőségi követelmények;
- szerkezeti követelmények, ezen belül
 - szilárdsági,
 - alakváltozási,
 - méreti és alakú előírások,
 - szerelési és csatlakozási követelmények;
- épületfizikai követelmények, azaz
 - hőtechnikai,
 - páravédelmi,
 - hangtechnikai,
 - korrózióvédelmi,
 - tűzvédelmi előírások;
- funkcionális, elsősorban az ipari jellegű épületeknél felmerülő
 - fizikai (dinamikai szilárdság),
 - kémiai (vegyi hatásokkal szembeni ellenállás, fertőtleníthetőség stb.)

előírások;

- esztétikai követelmények
 - felületkezelési,
 - színdinamikai,
 - környezeti követelmények;

— egyéb követelmények között a szállításra, rakodásra és megmunkálhatóságra, élettartamra vonatkozó előírások foglalhatók össze.

A követelményeket — mivel részletesen sem külföldön, sem hazánkban nem szabályozták, illetve határozták meg — az eddigi tapasztalatok alapján tájékoztató jelleggel a 6. táblázatban szemléltetem.

Az eddigi tapasztalatok alapján elmondható, hogy az előbbieken vázolt széles körű és sokoldalú igények és követelmények kielégítése esetén sem kapunk választ arra, hogy az építőlapok tulajdonságai mennyire állandóak, hogyan változnak az idő és a használat során felépő egyes befolyásoló tényezők hatására.

A szerkezeti lapokkal szemben támasztott valamennyi igényt kielégíteni — a gazdaságosságot is figyelembe véve — egyetlen fajta termék alkalmazásával szinte lehetetlen.

A szerkezeti laptípusokkal kapcsolatban a következő speciális követelményeket kell betartani:

— a szakítószilárdsági értékeknek megfelelőnek kell lenniük. A forgácslap alkalmazása ezen a téren önhordó födémszerkezetként, illetve hajlított tartókban övként alkalmazva jöhet számításba. Ezekben a helyeken a szakítószilárdság minimális értékének előírása szükséges. Az eddigi tapasztalatok alapján ez az érték minimálisan 120 kp/cm^2 ;

— a szerkezeti elemeknél feltétlenül elő kell írni a rugalmassági modulus mértékét. Ez az érték a tartó- vagy panelszerkezetek esetén a termelés alatti alakváltozás meghatározása végett minimálisan $40\,000 \text{ kp/cm}^2$.

Hő- és hangszigetelő lapok esetén a speciális előírások a felhasználási céltól függően:

— *hangszigetelés*: az alkalmazási céltól függően a követelmény lehet hanggátlás vagy hang-

6. táblázat

A szerkezeti forgácslapok jellemzői

Műszaki paraméter	Mértékegység	Szerkezeti	Burkoló-
		elemek	
Vastagság	mm	10—25	8—20
Hajlítózsilárdság	kp/cm ²	250—300	180—200
Hajlítórugalmasság	kp/cm ²	40 000	30 000
Szakítószilárdság	kp/cm ²	120—150	—
Nyírószilárdság	kp/cm ²	45—50	—
Lapleemelő szilárdság	kp/cm ²	4,5—5,0	3,5—4,0
Csavarállóság	kp/cm	80—100	—
Szegállóság	kp/cm ²	2,5—3,0	min. 20
Felületi vízfelvétel	p/m ²	max. 500	—
Alakállóság	%	max. 8	max. 5
Tűzállóság	Ws/cm ²	min. 1,5	min. 1,5
Kopásállóság	f/mm	180—200	—
Öregítés utáni hajlítózsilárdság	kp/cm ²	min. 200	min. 140
Biológiai ellenállás	fok	I.	II.
Felületsimasság	μ	300—400	—

elnyelés. Ezen a területen kellő mennyiségű kísérleti adat nem áll ugyan rendelkezésre, de a hanggátlásra vonatkozó követelményszintet 30 dB körüli értékben határozhatjuk meg;

— *hőszigetelés*: a hazai mérési és a külföldi irodalmi adatok alapján a javasolható követelmény a lapok hővezetési tényezőjére vonatkozóan 0,08—0,12 kcal/mh °C közötti érték.

3.2 A faforgácslapok alkalmazása padlóburkolatokhoz

Az építőipar egyik központi feladata az épületek önsúlyának csökkentése. Jelentős eredmény érhető el a többemeletes épületeknél a fődémsúlyok csökkentésével.

Az egyre jobban elterjedő korszerű építési technológiák (paneles, öntött technológia) következtében mindjobban előtérbe kerül a korszerű, akusztikai szempontból is előnyös padlóburkolatok tömeges hazai gyártásának szükségessége.

A hagyományos padlóburkoló anyagok felcserélését különböző anyagokkal és ezen belül forgácslappal, szükségessé teszi az előbbieken kívül az egyre jobban gépesített építőipar, valamint a faanyaggal való takarékoskodás is.

Az ismertetett szempontok, valamint a belső szakipari munkák gyorsítása végett az egész világon az a törekvés tapasztalható, hogy kemény farostlemezt, valamint forgácslapot alkalmaznak padlóburkolás céljára.

A forgácslapok padlóburkolás céljára felhasználhatók ipari, mezőgazdasági épületekben, valamint külföldi tapasztalatok alapján, megfelelőek lakóépületek céljára is.

A forgácslapot mint padlóburkolatot — a natúr formában való felhasználás mellett — alkalmazzák hagyományos parkettaválaszték kialakítására is. Ebben a panelesített formában elsősorban a mozaikparketta táblásításához alkalmazzák: a hagyományos mozaikparkettát forgácslapra ragasztják fel.

A padlóburkolatokhoz felhasználható forgácslapok műszaki tulajdonságaira — hasonlóképpen az építőiparban általánosan felhasznált forgácslapokéhoz — egységes álláspont és előírás sem külföldön, sem hazánkban nincs.

A forgácslap padlóburkolatok legfontosabb műszaki követelményei a felhasználás jellegéből adódóan:

- kopásállóság és
- hanggátlás.

Az intézetünkben végzett kísérletek alapján padlóburkolatként használt forgácslapok általános műszaki követelményeit a 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat

Padlóburkolatként felhasznált forgácslapok műszaki jellemzői

Megnevezés	Mértékegység	Érték
Vastagság	mm	max. 20
Hajlítózsilárdság	kp/cm ²	180—200
Lapleemelő szilárdság	kp/cm ²	2,5—4,0
Felületi vízfelvétel	p/m ²	max. 300
Alakállóság	%	max. 5
Kopásállóság	f/mm	min. 400
Felületsimáság	μm	150—300
Hanggátlás	dB	24—30

3.3 Forgácslap felhasználása zsaluzáshoz

Az építőipar az elmúlt években átlag 130—150 em³ importból származó fenyőfűrészárut használt fel zsaluzáshoz. Ezt a mennyiséget a népgazdaság importterheinek csökkentése végett — legalábbis részben — helyettesíteni kell.

Világszerte általános törekvés, hogy a hagyományos zsaluzási módszereket a kevésbé igényes, kisebb szakértelmet igénylő, gyorsabb eljárások váltsák fel.

Az építkezések a KGST-tagállamokban is egyre inkább elvesztik kisipari jellegüket, és a nagyipari jellegű építkezés egyre inkább növeli az ún. tiszta felületű beton jelentőségét.

Ennek egyik módja a fa alapanyagú zsaluzatoknál is a táblás zsaluzatok alkalmazása. A zsalutáblák előnye — a helyszínen készített fazsaluzatokhoz viszonyítva — a jobb anyagfelhasználás, a többszöri felhasználhatóság és a felépítés gyorsasága.

A forgácslapok méretei, homogenitása biztosítani tudja azt, hogy belőlük minimális szabási veszteséggel készíthetők típus táblák, amelyekből megfelelő kombinációkkal a szükséges zsaluzási felületek kialakíthatók. A táblákat faanyagot nem rongáló állandó elemekkel kell összekapcsolni. Betonozás után a szétszedett táblák — az igényeknek megfelelően átcsoportosítva — átszabás nélkül ismét felhasználhatók zsaluzóanyagként.

Összehasonlítva a hagyományos fazsaluzás anyagvesztését a táblás rendszerű zsaluzattal, az előbbinél tapasztalható 25—35% veszteséggel szemben az utóbbinál 2—3%-kal lehet számolni.

A forgácslapokból kialakított — és általában a táblás — zsaluzatoknál jelentkező méretkötöttségi hátrány a zsaluzási modulrendszerrel kiküszöbölhető.

A nagyméretű lapokból készült zsalutáblák kevés kötéssel szerelhetők össze, és mivel atmoszferikus stabilitásuk nagyobb, mint a hagyományos faanyagoké, e kötések szűkebb tűrésekkel alakíthatók ki. Az elmondottak alapján a forgácslapból készült zsaluzatok

— csökkentik a hibás felületet, ezáltal a betonveszteséget, valamint a szilárdsági tényezők romlását eredményező cementszivárgást,

— jelentősen javítják a beton felületi minőségét.

A faforgácslapok zsaluzási célokra való felhasználásakor e termékeknek a követelményeknek megfelelő tulajdonságokkal kell rendelkezniük. A legnagyobb problémát a víz és az atmoszferikus hatások következtében létrejött deformáció és szilárdságcsökkenés kiküszöbölése jelenti. A korszerű műgyanta ragasztók — fenol-formaldehid és rezorcin-formaldehid — alkalmazásával ezek a problémák megoldódtak. Ennek ellenére célszerű a faforgácslapok felületének lezárása műgyantával impregnált papírral.

Külföldi és hazai tapasztalatok alapján a zsaluzásra alkalmas forgácslapok műszaki paramétereit a 8. táblázat foglalja össze.

8. táblázat

Zsaluzásra alkalmas forgácslapok műszaki paramétereit

Megnevezés	Mértékegység	Érték
Vastagság	mm	max. 22
Térfogatsúly	kp/m ³	max. 800
Hajlítoszilárdság	kg/cm ²	min. 300
Hajlítórugalmasság	kp/cm ²	50 000
Lapleemelő szilárdság	kp/cm ²	5,0—6,0
Felületi vízfelvétel	p/m ²	max. 150
Alakállóság	%	max. 5%
Kopásállóság	f/mm	min. 400
Öregítés utáni hajlítoszilárdság	kp/cm ²	250
Felületsimaság	μm	150—200

A forgácslapok zsaluzóelemként való felhasználásával kapcsolatban felhívom a figyelmet a felületkezelés mellett egy igen lényeges szempontra, nevezetesen a zsalutáblák élvédelmére. A forgácslapok szerkezetéből adódóan a lapok szélei — a szerelés, mozgatás és általában a felhasználás alkalmával — letöredeznek. Ennek elkerülésére a forgácslapokat megfelelő élvédelemmel kell ellátni, ami a felhasználás időtartamát, a betonozás minőségét jelentősen növeli.

3.4 Forgácslapok egyéb építőipari felhasználása

Az eddig ismertetett felhasználási lehetőségen kívül az építőipar számos területén alkalmazható a forgácslap, így

- szellőzőcsatornák,
- bejárati ajtók,
- fürdőszoba- és egyéb burkolatok,
- felvonulási épületek,
- ideiglenes kerítések,
- vakpadló,
- tetőborítás stb.

készítésére.

Az e termékek előállításához szükséges forgácslapok gyártási, felhasználási technológiai általában megoldottak, és főleg a fejlett forgácslapiparral rendelkező országokban igen elterjedtek.

4. AZ ÉPÍTŐIPARI FELHASZNÁLÁSI TERÜLET SZERINT DIFFERENCIÁLT LAPTÍPUSOK OPTIMÁLIS PARAMÉTEREI

A rendelkezésre álló adatok alapján jól látható, hogy a faforgácslapok alkalmazási területe az építőiparon belül is rendkívül változatos.

Könnyű belátni azt, hogy a különböző területeken való felhasználásnál a táblázatokban felsorolt valamennyi paraméter értékének kielégítése egyrészt technológiai és gazdaságossági szempontból nem megoldható, másrészt nem is szükséges, mivel egy-egy meghatározott felhasználási terület vonatkozásában a faforgácslapoknak csak bizonyos fiziko-mechanikai tulajdonságai lényegesek, mások viszont nem, vagy csak csekély szerepet játszanak.

A forgácslapok tulajdonságaival kapcsolatban rá kell mutatnunk arra a tényre is, hogy azonos lapszerkezet esetében bizonyos tulajdonságok nem függetlenek, hanem egymással szoros összefüggésben vannak.

Az előbbieket figyelembevételével, felhasználási területenként differenciáltan csak azt a néhány mutatót kell értékelni, amely biztosítja

- az alkalmazási terület alapvető követelményeinek kielégítését, valamint
- a többi, számításán kívül nem hagyható paraméter minimális értékét.

A faforgácslapok minősítésénél elsősorban

- a térfogatsúly,
- a hajlítózilárdság,
- a vastagsági dagadás, valamint
- a lapleemelő zilárdság

paramétereit célszerű vizsgálni, mivel az eddigi vizsgálatok egyértelműen igazolták azt, hogy e tényezők értékei — természetesen csak bizonyos tűréshatárok között — tájékoztatást adnak az egyéb jellemzők értékére is.

Az a tény, hogy néhány kiemelt fontosságú fiziko-mechanikai paraméter determináló hatással van számos más jellemzőre, nem lehet elegendő, így a faforgácslapok építőipari célra való felhasználása mellett vizsgálni kell, hogy

— melyek azok a jellemző tulajdonságok és összefüggések, amelyekből kellő biztonsággal következtethetünk az egyéb jellemzők értékére, de ugyanakkor

— vizsgálni kell a többi jellemzőt is abból a célból, hogy meghatározhassuk, mennyire alkalmasak az egyes területeken való felhasználásra.

Igaz ugyan, hogy az összefüggések tendenciája ismert, de ezeket az egzaktág igényével megfogalmazni nem tudjuk. Így például a faforgácslapok kellő homogenitásának hiánya egyike azoknak a tényezőknek, melyek az összefüggések egyértelmű érvényesülését és ezzel együtt azok számszerűsítését megnehezítik.

Természetesen a faforgácslapok fiziko-mechanikai tulajdonságai, a közöttük fennálló összefüggések módosíthatók, azaz a jellemző tulajdonságok

- bizonyos határok között,
- a kívánt irányban és arányban,
- tervszerűen

előre meghatározhatók.

A felhasznált alapanyag megválasztása, a technikai, technológiai tényezők meghatározása a gyártás költségtényezőinek megváltozását is maguk után vonják, ezért szükséges, hogy az említett tényezők közötti kölcsönhatásokat tisztázzuk azért, hogy az igényelt paraméterértékek, az előállításukhoz szükséges költségek, azaz a kívánt haszonhatás és az azt fedező társadalmi ráfordítás között az optimális arányokat megközelítsük.

Az optimális minőségi jellemzők meghatározása kettős feladatot jelent:

— rögzíteni kell a termékkel szemben támasztott követelményeket, azok minimális értékeit és

— a termékeket olyan minőségben és olyan paraméterekkel kell előállítani, hogy azok a követelményeket kielégítsék.

Az építőipari faforgácslapokkal szemben támasztott követelményeket az előzőekben összefoglaltam. Mint már a korábbiakban is utaltam rá, ezeket a követelményeket teljes mértékben még nem dolgozták ki, így elsősorban a meglévő hazai és külföldi tapasztalatokra kell támaszkodni, és mint kiindulási alapot kell azokat elfogadni.

A követelmények azonban nem lehetnek teljes ellentmondásban a gyakorlati lehetőségekkel, hiszen az anyag bizonyos tulajdonságai adottak, és ezeken csak kisebb-nagyobb mértékben lehet változtatni.

Feladat az is, hogy az adott tulajdonságokkal rendelkező faforgácslapból olyan terméket állítsunk elő, mely maximálisan kihasználja az adott tulajdonságokat, és a lehető legjobb tulajdonságú legyen.

4.1 A térfogatsúly

A faforgácslapok térfogatsúlya — a természetes fához hasonlóan — döntően befolyásolja a fizikai-mechanikai jellemzők értékeit. Ezért a térfogatsúlyt a vizsgálatok során az egyéb jellemzőkkel összefüggésben is célszerű vizsgálni.

Az optimális laptulajdonságokat biztosító térfogatsúly szóráshatárai függnek

— a felhasznált faanyag fajtától,

— az alkalmazott technikától és technológiától, valamint

— az alkalmazási területtől.

Az építőiparban felhasználásra kerülő faforgácslapok felhasználási területtől függő térfogatsúly-értékeit a 9. táblázatban foglaltam össze.

9. táblázat

Forgácslapok térfogatsúlya felhasználási területek szerint

M.e.: kp/m^3

Felhasználási terület	Érték
Külső szerkezeti elemek	650—850
Belső szerkezeti elemek	550—750
Burkolóelemek	550—750
Szigetelőlapok	450—550
Padlóburkolatok	550—750
Zsaluzóelemek	700—800

4.2 Hajlítózilárdság

Ismeretes, hogy a hajlítózilárdság értéke a legszorosabban a térfogatsúlytól függ, de jelentős befolyása van

— a felhasznált alapanyagnak,

— a felhasznált kötőanyag fajtájának és a bekevert mennyiségnek, valamint

— a lapvastagságnak is.

Vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a hajlítózilárdság értéke a vastagság, a gyantatípus és a szerkezet változtatásával — azonos térfogatsúly-értékek esetén is — jelentősen, szélső esetben 100%-osan változik.

Az építőipari lapok optimális hajlítószilárdsági értékeire vonatkozó adatokat a 10. táblázat foglalja össze.

4.3 Hajlító-rugalmassági modulus

Kísérleteim alapján megállapítható volt, hogy a rugalmasság független az alkalmazott kötőanyagtypustól, és csak kismértékben függ a vastagságtól.

A hajlító rugalmassági modulussal összefüggő jellemző a faforgácslapok hajlítószilárdsági értéke, valamint az alakváltozás mértéke.

A rugalmas alakváltozás mérésére szolgáló előírás, hogy azt a maradó alakváltozás 0,02%-a elérésekor kell végezni. Ez azt jelenti, hogy ha a rugalmassági tényező a vizsgálati módszer szerint kielégíti az előírt követelményt, akkor a rugalmas alakváltozásból visszamaradó alakváltozás az alátámasztási köznek 0,02%-a lehet.

A felhasználási területenként szükséges optimális rugalmassági modulus értékét a 11. táblázatban foglalom össze.

A táblázat nem tartalmazza a szigetelőlapok és padlóburkolatok rugalmassági modulus értékeit, mivel ezeken a felhasználási területeken ezek az igénybevételek nem meghatározó tényezők.

4.4 Lapleemelő szilárdság

A faforgácslapok egyik legjellemzőbb mutatója a lapleemelő szilárdság, mely tulajdonképpen a faforgácslap-felületre vonatkoztatott merőleges szakítószilárdsági értéket fejezi ki. Értékét elsősorban a ragasztóanyag és a ragasztás minősége befolyásolja.

Az építőipari faforgácslapok lapleemelő szilárdsági értékeit a 12. táblázat mutatja be.

10. táblázat

Építőipari faforgácslapok hajlítószilárdsági értékei

M.e.: kp/cm²

Felhasználási terület	Érték	
	13 mm	13—20 mm
	vastagságig	
Külső szerkezeti elemek	250	220
Belső szerkezeti elemek	200	180
Burkolóelemek	180	150
Szigetelőlapok	50—80	
Padlóburkolatok	150—200	
Zsaluzóelemek	min. 300	

11. táblázat

Építőipari faforgácslapok rugalmassági modulusai

M.e.: kp/cm²

Felhasználási terület	Érték
Külső szerkezeti elemek	40 000
Belső szerkezeti elemek	35 000
Burkolóelemek	30 000
Zsaluzóelemek	50 000

12. táblázat

Építőipari faforgácslapok lapleemelő szilárdsága

M.e.: kp/cm²

Felhasználási terület	Érték
Külső szerkezeti elemek	5,0
Belső szerkezeti elemek	4,0
Burkolóelemek	3,5
Padlóburkolatok	4,0
Zsaluzóelemek	6,0

13. táblázat

Építőipari faforgácslapok vastagsági dagadásának optimális értékei

Felhasználási terület	M.e. %
	Érték
Külső szerkezeti elemek	5,0
Belső szerkezeti elemek	8,0
Burkolóelemek	5,0
Szigetelőlapok	12,0
Padlóburkolatok	8,0
Zsaluzóelemek	max. 5,0

után — a természetes fától eltérően — csak elenyészően mérséklődik, és az anyag tulajdonságai hátrányosan változnak.

E szempontok következtében feltétlenül szükséges a vastagsági dagadás értékeinek meghatározása, különösen az építőipari lapok vonatkozásában, ahol igen gyakori lehet a nedvesség hatása (külső szerkezeti lapok, zsaluzóelemek).

4.6 Az építőipari faforgácslapok felhasználási területtől függő egyéb jellemzőire vonatkozó optimális értékek

A forgácslapok építőipari alkalmazása során a felhasználási területtől függően az alapvető tulajdonságokon kívül egyéb speciális követelményeket is ki kell hogy elégítsenek. Ezeknek a tulajdonságoknak a jellemző értékeit a következőkben foglalom össze.

Szeg- és csavarállóság. A szeg- és csavarállóság a forgácslap-felhasználás egyik igen fontos feltétele. Elsősorban a faforgácslapok épületszerkezeti felhasználásában van igen nagy jelentősége e tulajdonságok megfelelő értékeinek.

A kívánt optimális értékek építőipari forgácslapoknál

— szegállóság 20—30 kp/cm,

— csavarállóság 80—100 kp/cm.

Páradiffúziós tényező. A forgácslapok igen lényeges tulajdonsága a klimatikus viszonyokkal szembeni ellenállóképeség. Ezt a tulajdonságot a páradiffúziós tényező fejezi ki. Ennek értékét is elsősorban a térfogatsúly befolyásolja. A páradiffúziós tényező értéke külső szerkezeti elemek esetén

maximum 0,02 p/mó Hgmm lehet.

Hővezetési tényező. Ha a forgácslapot mint építőanyagot falak burkolására, válaszfalak készítésére használják, fontosak a lapok hőszigetelő tulajdonságai is. A hőszigetelés célja, hogy két szomszédos rendszer természetes kiegyenlítődését meglassítsa. Az anyagok hőszigetelő képessége azok hővezetési tényezőjétől függ.

A faforgácslap hővezetési tényezője:

— a faanyag,

— a kötőanyag,

— a víz és

— a pórusokban levő levegő

hővezetési tényezőiből tevődik össze.

4.5 Vastagsági dagadás

A vastagsági dagadás a forgácslapoknál igen lényeges tulajdonság, ugyanis az azt előidéző vízfelvétel csökkenti a lapok szilárdsági értékeit. Pl. 24 órás áztatás után — a kötőanyagtól és a lapok egyéb szerkezeti tulajdonságaitól függően — a hajlítószilárdság értéke az eredetinek 20—30%-ára csökkenhet.

A vastagsági dagadás azonos forgácsszerkezetnél és azonos gyártási körülmények között jelentősen függ a kötőanyag-tartalomtól.

A faforgácslapok alkalmazását kedvezőtlenül befolyásolja a vastagsági dagadás, mivel a nedvesség hatására bekövetkező dagadás száradás

Mivel a felsoroltak közül a statikus levegőé a legkisebb, a faforgácslap hővezető képessége annál kisebb, és ezáltal hőszigetelése annál nagyobb, minél nagyobb a benne levő légüregek száma és térfogata, vagyis minél kevésbé tömörített a forgácslap. Ezért a kifejezetten hőszigetelési célra gyártott lapokat nagy pórustérfogattal, azaz kis térfogatsúllyal célszerű gyártani.

A hőszigetelési célra gyártott faforgácslapok optimális hővezetési tényezője

$$0,093—0,105 \text{ kcal/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Hanggátlás, hangelnyelés. Az építőipari forgácslapok jól használhatók az épületek hangvédelméhez, mivel jó akusztikai, elsősorban hanggátló és hangelnyelő tulajdonságaik vannak. A hangszigetelő lapok optimális hanggátlása 200—4000 Hz frekvencia között

$$28—32 \text{ dB},$$

a hangadszorpció foka pedig

$$0,5—0,7.$$

Egyéb jellemzők. Az eddigiekben felsoroltakon kívül az építőipari faforgácslapokkal szemben egyéb speciális követelményeket is támaszthatnak. Ezek optimális paramétereit a következők:

— lapsíkra merőleges nyírószilárdság külső szerkezeti elemek esetén	min. 45 kp/cm ²
— nyomószilárdság szerkezeti elemek esetén	min. 150 kp/cm ²
— felületi vízfelvétel külső szerkezeti elemek esetén	600 p/m ²
— alakállóság külső szerkezeti elemeknél	8%
— alakállóság belső szerkezeti elemeknél	5%
— tűzállósági határ	min. 1,5 W s/cm ²
— biológiai ellenállóképesség (súlyvesztesség)	3%

Összefoglalás

Az agglomerált lapok és ezen belül a faforgácsból készített laptermékek építőipari felhasználásának fokozódása világszerte tapasztalható.

Az eredetileg a bútóipar igényeihez igazodó gyártási eljárás és választékok azonban az építőipar területén jelentkező követelményeket csak részben elégítik ki. Ennek következtében megindult egy olyan fejlesztési tendencia, mely az építőipari felhasználás igényeit fokozottabban kielégítő forgácslap-választékok gyártását teszi lehetővé.

Hazai vonatkozásban ez a fejlesztési tevékenység kezdeti stádiumban van, és számos műszaki-gazdasági tényező meghatározása szükséges ahhoz, hogy a jelenlegi világszínvonalat biztosító és a hazai lehetőségeknek és igényeknek is megfelelő építőipari faforgácslap-típusok gyártása realizálható legyen.

Ezekhez a feladatokhoz kívántam hozzájárulni ebben a tanulmányomban is.

A fejlesztések megvalósítása szükségessé teszi, hogy meghatározzuk a felhasználási területek szerint differenciált forgácslap-választékok műszaki követelményeit.

Ennek keretében meghatároztam a faforgácslapok

- szerkezeti elemek és panelszerkezetek készítéséhez,
- padlóburkolatokhoz,
- zsaluóelemként és
- egyéb speciális célokra való

felhasználhatóságát.

Ezen belül vizsgáltam a felhasználásra kerülő forgácslapok

- általános jellemzőit,
- az előírt követelményszintet és
- a speciális követelményeket.

ВЫБОР ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ, УДОВЛЕТВОРЯЮЩИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

КАЛМАН ШТРОБЛ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, директор

Во всем мире проходят коренные изменения в технике и в технологии строительной промышленности. Изменения техники, технологии вызывают необходимость применения новых современных материалов. Результатом этого является широкое применение во всем мире в строительной промышленности агломерированных плит, в первую очередь, применение древесностружечных плит.

Статья занимается возможностями применения древесностружечных плит в строительной промышленности, механически-техническими требованиями к древесностружечным плитам в зависимости от области применения.

CHIPBOARD ASSORTMENTS IN ACCORDANCE WITH THE DIFFERENTIATED DEMANDS OF THE BUILDING INDUSTRY

KÁLMÁN STROBL

Graduate of the University of Woodworking Industry, director

A world-wide revolutionary change is evolving in the technique and technology of the building industry. The changed technique and technology necessitate the utilization of new, up-to-date materials. In compliance with it the application of the agglomerated sheets (in the first place that of the chipboards) in the building industry keeps spreading more widely and in larger and larger volume all over the world.

This study deals with the possibilities of application of the chipboards in the building industry, and specifies the technical demand of the chipboards differentiated according to the fields of application.

SPANPLATTENSORTIMENTE FÜR DEN DIFFERENZIIERTEN BEDARF DER BAUINDUSTRIE

KÁLMÁN STROBL

Dipl. Ing. der Holzverarbeitenden Industrie, Direktor

In der Technik und Technologie der Bauindustrie ist in der ganzen Welt eine revolutionäre Umwandlung zu beobachten. Die veränderte Technik und Technologie machen die Verwendung neuer, zeitgemässer Materialien notwendig. Infolgedessen wird in der ganzen Welt in einem immer grösseren Ausmass die Verwendung der agglomerierten Platten — in erster Linie die der Holzspanplatten — in der Bauindustrie bevorzugt.

Diese Abhandlung befasst sich mit den Möglichkeiten der Verwendung der Holzspanplatten in der Bauindustrie und mit der Bestimmung der technischen Anforderungen der nach dem Verwendungsbereich differenzierten Holzspanplatten.

A FENYŐFA-FELHASZNÁLÁS KORSZERŰ ELJÁRÁSAI

ERDÉLYI GYÖRGY

okleveles erdőmérnök, tudományos főosztályvezető
és kutató kollektívája

BEVEZETŐ

A kutatási témacsoport lucfenyőre vonatkozó része folytatása a korábban megjelent — az erdei- és feketefenyővel foglalkozó — közleménynek, amellyel együtt *A fenyőfa-felhasználás korszerű eljárásai* című célprogramba tartozik. A célprogram célkitűzése a fenyők termesztésének, valamint a fenyőfa felhasználásának és helyettesítésének komplex kutatása, amely a növekvő szükségletek és az ellátás lehetőségei közötti ellentmondás feloldását hosszú távon kívánja megoldani.

1. A FENYŐTERMÉKEK FELHASZNÁLÁSÁNAK MEGOSZLÁSA

1.1 A fenyőfűrészáru felhasználásának hazai alakulása 1973-ban

A hazai felhasználók (kiszfogyasztók és export kivételével) 1973-ban 992 558 m³ fűrészárut vásároltak,

ebből az ipar	464 522 m ³ ,
az építőipar	209 466 m ³ ,
a mezőgazdaság és erdészet	176 067 m ³ ,
a szállítás, hírközlés	53 179 m ³ ,
a kereskedelem	38 560 m ³ ,
egyéb felhasználók	50 764 m ³

mennyiséget.

A belföldi kiszfogyasztók és viszonteladók beszerzése további 336 428 m³ volt, és 176 825 m³ került exportra.

Az ipari felhasználás a következő volt:

bányászat, kohászat és	
villamosenergia-ipar	32 174 m ³ ,
gépipar	47 440 m ³ ,
építőanyag-ipar	11 559 m ³ ,
vegyipar	2 235 m ³ ,
fafeldolgozó ipar	325 044 m ³ ,
könnyűipar, egyéb	10 128 m ³ .

Ezen belül a fafeldolgozó ipar beszerzésének megoszlása:

épületasztalos-ipar	164 252 m ³ ,
bútoripar	67 535 m ³ ,
egyéb fafeldolgozó ipar	73 102 m ³ ,
fűrész- és lemezipar	20 155 m ³ .

A mezőgazdasági ágazatból és erdészetből az erdőgazdálkodás beszerzése
126 664 m³.

A felhasználások 75—80%-a a következő ágazati megoszlású:

a fafeldolgozó ipar	
az épületasztalos-iparral	325 044 m ³ ,
az építőipar	209 446 m ³ ,
az erdőgazdálkodás	126 664 m ³ ,
a szállítás, hírközlés	53 179 m ³ ,
a kereskedelem	38 560 m ³ ,

amelyekből a fafeldolgozó ipar, az épületasztalos-ipar és az erdőgazdálkodás kb. 60%-ot, az építőipar mintegy 29%-ot, azaz összesen 89%-ot használ fel.

A lucfenyő fűrészáru fő felhasználói:

- a bútorgyártó ipar,
- a járműgyártó ipar (gépjármű, hajó, vasúti kocsik, felvonó).

1.2 Belföldön értékesített fűrészáru fafajonkénti megoszlásban

Az 1973. évi teljes fenyőfűrészáru-értékesítés 1 535 495 m³ volt, amelyből felhasználóknak értékesített összes fenyőfűrészáru 992 558 m³.

Fafaj szerinti megoszlásban csak az 1972. évre rendelkezünk adatokkal (ERDÉRT-adatok):

lucfenyő fűrészáru értékesítés belföldi felhasználóknak	652 390 m ³
erdeifenyő fűrészáru értékesítés belföldi felhasználóknak	511 950 m ³ ,
összesen:	1 164 340 m ³ ,
lucfenyő fűrészáru értékesítés exportra	145 602 m ³ ,
erdeifenyő fűrészáru értékesítés exportra	21 000 m ³ ,
összesen:	166 602 m ³ ,
mindösszesen:	1 330 942 m ³ .

Az értékesített fenyőfűrészárunk mintegy 60%-a lucfenyő és 40%-a erdeifenyő.

2. A HAZAI SZÁRMAZÁSÚ LUCFENYŐ MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI

A hazai termesztésű lucfenyő vizsgálati anyagát a Szombathelyi és a Borsodi Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság területéről szereztük be. Célunk az volt, hogy az EFAG-ok egyes erdő-részleteiből kitermelt lucfenyő rönkök fizikai-mechanikai tulajdonságainak esetleges eltéréseit — a termőhelyi adottságtól függően — kimutathassuk. A vizsgálati anyag származási helyének főbb jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

A fizikai-mechanikai tulajdonságok vizsgálatát 28 db törzs alsó és középső szintjéből vett 56 rönkdarabból, az MSZ 6786 előírásai szerint kialakított próbatesteken a szabvány előírásai

1. táblázat

A vizsgált lucfenyő származási helyének jellemzése

Jellemzők	Óriszentpéter (Kercaszomor)		Kőszeg 41 C	Regéc 64/a	Háromhuta 63/a
	3 H	3 G			
Termőhelyi oszt.	II.	II.	II.	I.	I.
Kora	66 év	66 év	103 év	82 év	72 év
Lf. átl. átmérő	28 cm	28 cm	31 cm	30 cm	28 cm
átl. magasság	22 m	22 m	25 m	25 m	24 m
Elegyarány	40%	40%	80%	90%	95%
Fatömeg ha.	423 m ³	423 m ³	542 m ³	511 m ³	458 m ³
Záródása	80%	80%	90%	100%	90%
Sűrűsége	100%	100%	110%	100%	90%
Állománynövekedés	—	—	70 éves korig erőteljes, utána lassú	lassú	lassú
Kitettség	alacsony talajvízes	K. lejtés 10°	ÉK—K 5—20°	Ny. 5—20°	ÉK. 5—15°
Tengerszint feletti magasság	250 m	250 m	720 m	650—680 m	500—550 m
Alapkőzet	—	—	agyagpala, fillit	andezit	andezit
Talajtípus	P. G. B. E.	P. G. B. E.	savanyú barna	vált. mélys. tőzeggel borított szürke erdőtalaj	középmély podzolos sav. tőzeggel borított
Megjegyzés	sok a korhadtrönk	—	túltartott, csúcs-törött	beteg, sok a tőkorrhadt	egészséges

2. táblázat

A lucfenyő fizikai és mechanikai tulajdonságainak összehasonlítása irodalmi adatok és az FKI mérési eredményei alapján

Megnevezés	Mértékegység	Magyar szabvány	Kurt Koloc	Vorreiter	Faipari Kutató Intézet		
					Szombathelyi	Borsodi EFAG	Átlag
Térfogatsúly	p/cm ³	0,43	—	0,43	0,455	0,439	0,449
Zsugorodás, sugár	%	3,6	3,6	3,7	5,56	5,46	5,53
Zsugorodás, húr	%	7,8	7,8	7,5	9,81	9,34	9,64
Dagadás, sugár	%	—	—	—	5,91	5,78	5,86
Dagadás, húr	%	—	—	—	10,95	10,28	10,73
Nyomószilárdság	kp/cm ²	445	430	430	422	407	417
Szakítószilárdság	kp/cm ²	810	900	900	1134	1211	1165
Hajlító, párhuzamos	kp/cm ²	710	660	660	905	902	904
Hajlító, merőleges	kp/cm ²	—	—	—	864	862	864
Ütő-törő munka, párhuzamos	mkp/cm ²	0,460	0,500	0,500	0,588	0,504	0,558
Ütő-törő munka, merőleges	mkp/cm ²	—	—	—	0,815	0,825	0,819
Nyírószil., párhuzamos	kp/cm ²	60	67	67	65,6	67,0	66,1
Nyírószil., merőleges	kp/cm ²	—	—	—	83,4	78,4	81,6
Hasítószil., párhuzamos	kp/cm ²	—	—	—	2,60	2,56	2,58
Hasítószil., merőleges	kp/cm ²	—	—	—	2,43	2,43	2,43
Brinell-kem., párhuzamos	kp/mm ²	2,9	—	3,2	3,39	3,83	3,61
Brinell kem., merőleges	kp/mm ²	—	—	1,2	0,79	0,84	0,81

szerint végeztük el. A részletes eredményeket a 2. táblázatban rögzítettük, kiegészítve és összehasonlítva irodalmi adatokkal.

A hazai természetű lucfenyő fizikai-mechanikai tulajdonságait értékeltük, és azok alapján megállapítottuk, hogy az irodalmi adatok és intézetünk mérési eredményeinek átlaga a nyomószilárdság, ütő-törő munka és a nyírószilárdsági értékeknél közel azonosak, a zsugorodási értékek kedvezőtlenebbek, a térfogatsúly, a szakító- és hajlítószilárdság értékei azonban kedvezőbbek az irodalmi adatokénál.

Méréseink alapján tehát a hazai természetű lucfenyő szilárdságilag igen jó minőségű. Térfogatsúlya abszolút száraz állapotban 449 kp/m^3 , hajlítószilárdsága 15% nettó nedvességtartalom mellett 904 kp/cm^2 , szakítószilárdsága 1165 kp/cm^2 . Figyelembe kell azonban venni, hogy az adatok — szabvány szerint — hibamentes anyagra vonatkoznak.

Vizsgálatot végeztünk a térfogatsúly és az évgyűrűszélesség közötti összefüggés meghatározására. A matematikai statisztikai értékelés eredményeit az 1. ábra szemlélteti.

E szerint a térfogatsúly meghatározható az

$$y' = 0,441 - 0,00835 \cdot x \text{ egyenlettel,}$$

ahol Y' = a térfogatsúly, p/cm^3 ,

x = az évgyűrűszélesség, mm.

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy az évgyűrűszélesség csökkenésével az absz. száraz térfogatsúly növekedik, tehát az évgyűrűszélességből következtetni lehet a térfogatsúly nagyságára. Ennek alapján a könnyen mérhető évgyűrűszélesség ismeretében következtetni lehet a faanyag fizikai-mechanikai tulajdonságaira.

3. ÜZEMI KÍSÉRLETEK A LUCFENYŐ HAGYOMÁNYOS FELDOLGOZÁSÁRA

3.1 A lucfenyő rönkök fűrészüzemi feldolgozása

A hazai természetű lucfenyő rönkök fűrészüzemi feldolgozási kísérleteit a *Fűrész- és Horodipari Vállalat Soroksári úti telepén* végeztük el. Ellenőrző üzemi vizsgálatra szovjet eredetű import fenyőt dolgoztunk fel. A lucfenyő rönköket a következő termőhelyekről gyűjtöttük be:

Szombathelyi EFAG

Őriszentpéter

Borsodi EFAG

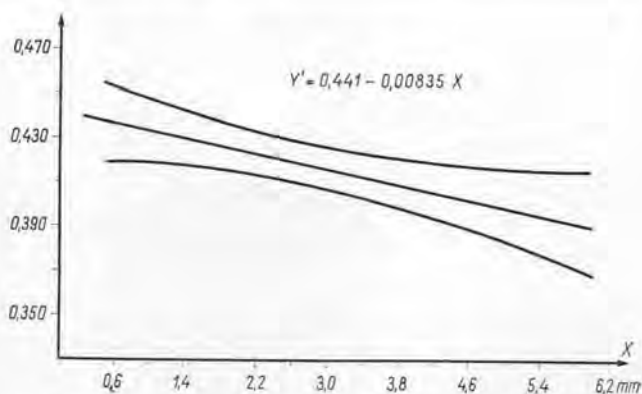
Írottkőalja

Háromhuta—Dorgó

Szovjet import

Kőröshegy

A feldolgozott rönkök minőségi megoszlását a 3. táblázat tartalmazza.



1. ábra. Összefüggés az évgyűrűszélesség és a térfogatsúly között 95%-os konfidenciasávval

3. táblázat

A rönk minőségi megoszlása

Származási hely	Rönk	Minőségi osztály								Összesen	
		I.		II.		III.		Oszt. aluli		Erdészet	Üzem
		Erdészet	Üzem	Erdészet	Üzem	Erdészet	Üzem	Erdészet	Üzem		
Őriszentpéter	m ³	77,21	4,654	7,34	19,631	—	27,832	—	2,160	84,55	54,277
	%	91,319	8,568	8,681	36,172	—	51,281	—	3,979	100,000	100,000
	db	269	21	26	81	—	130	—	21	295	253
	%	91,186	8,300	8,814	32,016	—	51,384	—	8,300	100,000	100,000
Kőszeg	m ³	55,69	9,940	26,29	20,490	11,06	17,218	—	9,629	93,04	57,277
	%	59,856	17,354	28,257	35,774	11,887	30,061	—	16,811	100,000	100,000
	db	166	20	97	72	43	55	—	20	306	167
	%	54,284	11,976	31,699	43,114	14,052	32,934	—	11,976	100,000	100,000
Dorgó	m ³	13,82	1,601	12,70	5,834	9,43	2,901	—	1,235	35,95	11,571
	%	38,442	13,836	35,327	50,419	26,231	25,071	—	10,674	100,000	100,000
	db	35	7	51	30	52	12	—	5	138	54
	%	25,362	12,963	36,957	55,556	37,681	22,222	—	9,259	100,000	100,000
Háromhuta	m ³	17,92	8,012	24,89	26,059	18,57	8,935	—	0,132	61,38	43,138
	%	29,195	18,573	40,551	60,493	30,254	20,703	—	0,306	100,000	100,000
	db	54	35	99	119	101	59	—	1	254	204
	%	21,260	17,157	38,976	58,333	39,764	24,020	—	0,490	100,000	100,000
Szovjet import	m ³	—	6,408	—	13,498	—	11,713	—	5,387	—	37,006
	%	—	17,316	—	36,475	—	31,652	—	14,557	—	100,000
	db	—	26	—	63	—	52	—	27	—	168
	%	—	15,476	—	37,500	—	30,952	—	16,072	—	100,000

Megjegyzés: Az erdészeti rönkmennyiség és a feldolgozott rönkmennyiség közötti eltérés egyrészt a korhadtt mennyiségek levonásából és az átmérő szerinti elosztáskor keletkezett kis darabszámú csoport fel nem dolgozásából ered

4. táblázat

A rönkök minőségét meghatározó fahibák előfordulási gyakoriságának százalékos megoszlása

	Óriszentpéter					Kőszeg				
	I.	II.	III.	Oa.	Összesen	I.	II.	III.	Oa.	Összesen
	Rönkminőség					Rönkminőség				
	Fahibák					Fahibák				
Egészséges göcs	—	5,762	15,682	—	21,444	—	12,709	5,170	—	17,879
Kihulló göcs	—	16,441	11,603	—	28,044	—	23,302	13,033	—	36,335
Alaktalan	—	0,779	—	—	0,779	—	1,659	0,652	—	2,311
Gyantás rákos seb	—	—	7,057	—	7,057	—	—	2,171	—	2,171
Kékülés	—	—	11,229	—	11,229	—	—	3,088	—	3,088
Barnulás	—	—	1,505	1,499	3,004	—	—	2,432	5,705	8,137
Síkgörbeség	—	0,901	3,174	—	4,075	—	2,951	0,504	—	3,455
Térgörbeség	—	—	—	1,465	1,465	—	—	—	4,121	4,121
Csavarodottság	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bütürepedés	—	11,415	6,962	—	18,377	—	2,656	7,205	—	9,861
Gyűrűs elválás	—	—	3,207	0,378	3,585	—	—	2,054	9,980	12,034
Korhadás	—	—	—	0,941	0,941	—	—	—	0,608	0,608
Összesen	—	35,298	60,419	4,283	100,000	—	43,277	36,309	20,414	100,000

A 4. táblázat folytatása

	Dorgó					Köröshegy				
	I.	II.	III.	Oa.	Összesen	I.	II.	III.	Oa.	Összesen
	rönkminőség					rönkminőség				
	Fahibák					Fahibák				
Egészséges göcs	—	5,357	4,068	—	9,425	—	5,714	11,512	—	17,226
Kihulló göcs	—	42,942	12,931	—	55,873	—	51,610	7,853	—	59,463
Alaktalan	—	—	—	—	—	—	0,421	—	—	0,421
Gyantás rákos seb	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kékülés	—	—	—	—	—	—	0,821	6,078	—	6,899
Barnulás	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Síkgörbeség	—	3,740	1,778	3,155	8,673	—	4,593	—	—	4,593
Térgörbeség	—	—	—	1,255	1,255	—	—	—	—	—
Csavarodottság	—	—	—	—	—	—	—	—	0,434	0,434
Bütürepedés	—	5,485	3,608	—	9,093	—	8,560	—	—	8,560
Gyűrűs elválás	—	—	4,472	8,093	12,565	—	—	0,707	—	0,707
Korhadás	—	—	3,116	—	3,116	—	—	1,697	—	1,697
Összesen		57,524	29,973	12,503	100,000		71,719	27,847	0,434	100,000

5. táblázat

A hazai és az importrönkök minőségét meghatározó fahibák előfordulási gyakoriságának százalékos megoszlása (átlag)

Rönkminőség	II.		III.		Osztályon aluli		Összes	
	Hazai	Import	Hazai	Import	Hazai	Import	Hazai	Import
	Fahibák, %							
Egészséges göcs	8,2036	10,797	10,2039	8,346	—	—	18,407	19,143
Kihulló göcs	28,3289	26,625	11,3930	3,806	—	—	39,722	30,431
Alaktalan	0,9612	1,226	0,2403	0,755	—	—	1,201	1,981
Gyantás rákos seb	—	—	3,2906	1,587	—	—	3,291	1,587
Kékülés	0,1770	—	6,4156	—	—	—	6,593	—
Barnulás	—	—	1,4058	—	2,5734	—	3,979	—
Síkgörbeség	2,6287	7,260	1,4355	—	0,2213	—	4,285	7,260
Térgörbeség	—	—	—	—	2,0830	7,114	2,083	7,114
Csavarodottság	—	—	—	—	0,0937	—	0,094	—
Repedés	7,2473	1,488	5,3446	0,565	—	—	12,592	2,053
Gyűrűs elválás	—	—	2,3429	12,214	4,2725	5,405	6,615	17,619
Korhadás	—	—	0,5844	6,390	0,5527	6,422	1,137	12,812

6. táblázat

A fűrészáru minőség szerinti százalékos megoszlása

	Prizmából termelt								Szélezett szelvény							
	Hobler	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.	Hobler	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.
Őriszentpéter	4,16	5,76	9,19	24,10	39,45	17,61	3,89	100	1,39	4,87	7,38	22,10	41,28	16,00	8,37	100
Kőszeg	3,38	4,38	16,76	28,80	36,17	11,82	2,07	100	2,17	3,25	10,78	26,76	39,47	13,54	16,20	100
Dorgó	2,17	3,35	7,35	35,44	28,42	19,27	5,76	100	0,47	2,15	3,35	29,27	29,60	25,80	9,73	100
Kőröshegy	2,24	1,27	9,38	34,05	29,45	17,46	8,39	100	0,95	0,27	3,15	27,30	25,40	31,63	12,25	100
Szovjet import	3,67	2,68	4,76	19,57	38,90	24,34	7,75	100	0,85	0,96	3,25	15,20	37,40	27,89	15,30	100
Hazai átlag	3,13	4,13	11,55	28,63	36,01	15,23	4,45	100	1,25	2,76	7,33	25,99	35,37	19,92	8,63	100

7. táblázat

A készáru-kihozatal változása termőhelyenként

Termőhely	Kihozatali %	25 mm-es fűrészáru részaránya az össz. termelésből, %
Őriszentpéter	59,65	70,5
Kőszeg	62,12	53,7
Dorgó	58,63	50,0
Kőröshegy	56,80	57,6
Hazai átlag	59,72	59,9
Szovjet import	58,95	58,9

rönk. Az erdészeti minősítés szerint átlagosan 54%, az üzemi minősítés alapján csak 15%. Az erdészeti minősítés nem osztályozott szabványon aluli rönköt, az üzemi ismételt minősítés szerint jelentős mennyiségű az osztályon aluli rönk, a hazai lucfenyőből 8%, az import szovjet fenyőből 15%. Meghatároztuk azoknak a fahibáknak az előfordulási gyakoriságát százalékos megoszlásban, melyek miatt a rönkök a számítógépes osztályozás, tehát az üzemi minősítés alapján a megfelelő alacsonyabb minőségi kategóriákba kerültek. Ezeket az adatokat a 4. táblázat tartalmazza. Ugyanezen adatok átlagértékeit az 5. táblázatban rögzítettük.

Az adatok összehasonlítása alapján az alacsonyabb minőségi osztályba sorolás leggyakoribb oka mind a hazai, mind az import rönkökben a kihulló ággyöcs. Ennek aránya a hazai rönköknél átlag 45%, az import rönkökben átlag 30%. Jelentős a gyűrűs elválás, főként az importban, ahol 17%, a hazai lucfenyőnél 9%, a bütürepedés átlagosan 9–10%.

Mint fahiba számottevő még az egészséges göcs aránya, mely átlagosan 17%.

A fűrészüzemben végzett mérések a technológiai sorrendhez igazodtak. A vizsgálatokat a következő módon végeztük:

- az átmérő szerint csoportosított rönkök minősítése a hibák méretének és mennyiségének meghatározásával és azonosító sorszámmal való ellátása;
- prizmavágás. A prizma és szélanyag jelölése a rönk azonosító sorszámmal;
- a szélanyag manipulálása ingafűrészsel,
- a szélanyag szélezése páros szélezővel,
- a prizma felvágása (visszavágás). A termékek megjelölése a rönk azonosító sorszámmal,
- a szélanyag manipulálása ingafűrészsel,
- a szélanyag szélezése páros szélezővel,
- a termékek minősítése a hibák méretének és mennyiségének meghatározásával, a rönkök azonosító sorszáma szerint.

A fűrészáru minősítését a rönkökhöz hasonlóan számítógép segítségével végeztük, mely a hibák mérete és mennyisége alapján az MSZ 2548 szerinti minőséget határozta meg. A 6–10. táblázatokban feldolgoztuk:

- a fűrészáru minőség szerinti százalékos megoszlását,
- a készáru-kihozatal változását termőhelyenként,

A minőségi osztályokba való soroláskor feltüntettük mind az erdészeti feltüntetett, mind a fűrészüzemben végzett minősítés eredményeit. Az erdészeti minősítést az ottani szakemberek végezték, míg az üzemi minősítés során az intézet munkatársai tétélesen felmérték az előforduló fahibákat. Az értékelést, vagyis az osztályokba való sorolást a szabvány előírásainak megfelelően összeállított feldolgozó program alapján számítógép végezte. A tétélesen felmért fahibák szerinti üzemi minősítés alapján lényegesen kevesebb az I. osztályú

A fűrészáru minőségi osztályait meghatározó hibák gyakoriságának százalékos megoszlása

	Kőszeg							Őriszentpéter							
	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.	
Egészséges csomó	—	13,5	8,4	6,5	—	—	28,4	—	20,2	8,4	7,5	3,8	—	39,9	
Korhadt — kieső csomó	—	9,4	10,6	2,8	15,1	—	37,9	—	5,4	7,8	18,1	10,5	—	41,8	
Vasér	—	—	—	17,8	2,0	—	19,8	—	—	0,4	6,8	—	—	7,2	
Tompa él	—	2,1	4,9	1,4	—	—	8,4	—	2,7	2,0	0,4	—	—	5,1	
Síkgörbeség	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Kékülés	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—	0,2	
Korhadás	—	—	—	—	0,1	—	0,1	—	—	—	—	0,8	—	0,8	
Gyűrűs elválás	—	—	—	—	0,1	—	0,1	—	—	—	—	0,7	—	0,7	
Zárt bél	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Bütürepedés	—	2,1	2,4	0,4	0,3	—	5,2	—	—	—	2,3	2,0	—	4,3	
Ferde bütürepedés	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Gyantatömlő	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		27,1	26,3	29,0	17,6	—	100,0	—	28,3	18,7	35,2	17,8	—	100,0	
		Kőröshegy							Dörgő						
Egészséges csomó	—	6,9	7,5	8,4	3,2	—	26,0	—	3,6	4,8	19,4	6,2	—	34,0	
Korhadt — kieső csomó	—	5,4	8,9	15,3	13,5	—	43,1	—	8,5	9,8	12,5	4,3	—	34,1	
Vasér	—	3,2	4,5	3,2	—	—	10,9	—	2,1	3,2	4,5	—	—	9,8	
Tompa él	—	4,2	1,4	1,0	—	—	6,6	—	6,2	1,5	0,4	0,3	—	8,4	
Síkgörbeség	—	0,3	—	3,2	0,2	—	3,7	—	0,4	0,8	3,9	0,1	—	5,2	
Kékülés	—	—	0,2	0,1	—	—	0,3	—	—	0,3	0,1	—	—	0,4	
Korhadás	—	—	—	0,2	0,4	—	0,6	—	—	—	0,4	0,2	—	0,6	
Gyűrűs elválás	—	—	—	—	0,2	—	0,2	—	—	—	0,3	—	—	0,3	
Zárt bél	—	0,2	—	—	—	—	0,2	—	—	0,1	—	—	—	0,1	
Bütürepedés	—	0,8	0,9	2,5	3,7	—	7,9	—	0,2	0,3	4,8	0,6	—	5,9	
Ferde bütürepedés	—	—	0,2	0,1	—	—	0,3	—	—	0,4	—	0,1	—	0,5	
Gyantatömlő	—	—	0,2	—	—	—	0,2	—	—	0,4	—	0,3	—	0,7	
	—	21,0	23,8	34,0	11,2	—	100,0	—	21,0	21,6	45,3	12,1	—	100,0	

A 8. táblázat folytatása

	Szovjet import							Hazai átlag						
	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.	O. F.	I.	II.	III.	IV.	V.	Össz.
Egészséges csomó	—	15,2	2,1	1,2	—	—	18,5	—	11,1	7,2	10,2	3,3	—	31,8
Korhadt — kieső csomó	—	8,5	14,3	3,4	6,5	—	32,7	—	7,2	9,3	12,0	10,8	—	39,3
Vasér	—	7,2	8,4	4,5	5,1	—	25,2	—	1,3	2,0	8,1	0,5	—	11,9
Tompa él	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—	3,6	2,5	0,8	0,1	—	7,0
Síkgörbeség	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	1,7	0,1	—	2,1
Kékülés	—	—	4,1	3,8	0,5	—	8,4	—	—	0,2	0,1	—	—	0,3
Korhadás	—	—	—	3,7	3,8	—	7,5	—	—	—	0,1	0,4	—	0,5
Gyűrűs elválás	—	—	—	—	0,4	—	0,4	—	—	—	0,1	0,2	—	0,3
Zárt bél	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	—	—	—	0,2
Bütürepedés	—	0,2	2,3	1,5	0,3	—	4,3	—	0,8	0,9	2,5	1,7	—	5,9
Ferde bütürepedés	—	—	—	2,0	0,8	—	2,8	—	—	0,2	0,1	0,1	—	0,4
Gyantatömlő	—	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	0,2	—	0,1	—	0,3
	—	31,2	31,2	20,2	17,4	—	100,0	—	24,2	22,8	35,7	17,3	—	100,0

— a fűrészáru minőségi osztályait meghatározó hibák gyakoriságának százalékos megoszlását,

— a fűrészáru, illetve rönk minőségét meghatározó fahibákat összehasonlítottuk az átlagos előfordulási gyakoriságok százalékos megoszlása szerint.

A termelt fűrészárut tartalmazó 6. táblázatban az elnevezések összefoglalók:

— „*Prizmából termelt*” rovat tartalmazza a prizmás termelésből adódó szélezett, rönk hosszúságú fűrészárut;

— „*Szélezett szelanyag*” rovat tartalmazza az ingázással manipulált hosszú és rövid szélezett árut, valamint a lécterméket. Léc csoportjába soroltuk az utólagos szélezésnél leeső hulladékot, amely építőipari célra alkalmas, és a MSZ 6772 előírásainak megfelel;

— „*Hobler*” rovat tartalmazza a *Hobler* I. és II. minőséget az osztrák szabvány szerint. A hazai O F. és I. minőségi anyagból osztályozható ki, de azt nem fedi egyértelműen. Mivel a hosszúsági minimális méret 3 m, szélesség 8 cm, így a manipulált anyagból is kiosztályozható.

A 7. táblázat adataiból láthatjuk, hogy a hazai lucfenyőből az átlag kihozatal 59,7%, a szovjet importból 58,9% volt.

A 8—10. táblázat adatai jól mutatják, hogy a rönkök fahibái és a belőlük termelt fűrészáru egyéb hibái között alapvető összefüggés van. A fűrészáruban épúgy mint a rönkben egyik legjelentősebb fahiba a kihulló ág-göcs, átlagosan 38%. A rönkökön mint alapvető hiba szerepelt a gyűrűs elválás, mely bizonyos

9. táblázat

A rönk és a fűrészáru minőségét meghatározó hibák gyakoriságának százalékos megoszlása

M.e.: %

	Őriszentpéter		Közeg		Dorgó	
	Fűrész- áru	Rönk	Fűrész- áru	Rönk	Fűrész- áru	Rönk
Egészséges göcs	39,9	21,444	28,4	18,879	34,0	9,425
Kihulló göcs	41,8	28,044	37,9	36,335	34,1	55,873
Alaktalan	—	0,779	—	2,311	—	—
Gyantás rákos seb	—	7,057	—	2,171	—	—
Sikgörbeség	—	4,075	—	3,455	5,2	8,673
Térgörbeség	—	1,465	—	4,121	—	1,255
Vasér	7,2	—	19,8	—	9,8	—
Tompa él	5,1	—	8,4	—	8,4	—
Csavarodott szál	—	—	—	—	—	—
Bütürepedés	4,3	18,377	5,2	9,861	5,9	0,093
Oldalrepedés	—	—	—	—	—	—
Gyűrűs elválás	0,7	3,585	0,1	12,034	0,3	12,565
Kékülés	0,2	11,229	0,1	3,088	0,4	—
Barnulás	—	3,004	—	8,137	—	—
Korhadás	0,8	0,941	0,1	0,608	0,6	3,116
Zárt bél	—	—	—	—	0,1	—
Gyantatömlő	—	—	—	—	0,7	—
	Kőröshegy		Hazai átlag		Import	
Egészséges göcs	26,0	17,226	31,8	18,407	18,5	19,143
Kihulló göcs	43,1	59,463	39,3	39,722	32,7	30,431
Alaktalan	—	0,421	—	1,201	—	1,981
Gyantás rákos seb	—	—	—	3,291	—	1,587
Sikgörbeség	3,7	4,593	2,1	4,285	—	7,260
Térgörbeség	—	—	—	2,083	—	7,114
Vasér	10,9	—	11,9	—	25,2	—
Tompa él	6,6	—	7,0	—	0,1	—
Csavarodott szál	—	0,434	—	0,094	—	—
Bütürepedés	7,9	8,560	5,9	—	4,3	2,053
Oldalrepedés	—	—	—	—	—	—
Gyűrűs elválás	0,2	0,707	0,3	0,615	0,4	17,619
Kékülés	0,3	6,899	0,3	6,593	8,4	—
Barnulás	—	—	—	3,979	—	—
Korhadás	0,6	1,697	0,5	1,137	7,5	12,812
Zárt bél	0,2	—	0,2	—	—	—
Gyantatömlő	0,2	—	0,3	—	0,1	—

10. táblázat

A rönk jellemző hibáinak hatása a fűrészárura a hibák gyakorisága alapján

M.e.: %

Termőhely	Alapvető hiba a rönkön	A fűrészárurak a rönk alapvető hibájával összefüggésbe hozható hibája	
		a hibák megnevezése	gyakorisága
Őriszentpéter Kőszeg	gyantás rákos seb gyűrűs elválás	vasér	7,2
		vasér	19,8
		bütürepedés	5,2
		összesen	25,0
Dorgó	gyűrűs elválás	vasér	9,8
		bütürepedés	5,9
		összesen	15,7
Kőröshegy	síkgörbeség	vasér	10,9
		síkgörbeség	3,7
		tompa él	6,6
		összesen	21,2
Szozjet import	gyűrűs elválás	vasér	25,2
		bütürepedés	4,3
		kékülés	8,4
		összesen	37,9
	korhadás	7,5	

mértékig összefüggésbe hozható a fűrészárurak előforduló vasér hibával, amely átlagosan 19% körül van. Jelentős mennyiségű, mintegy 24% az egészséges csomó előfordulása.

Összegezve: a lefolytatott vágási kísérletek arra irányultak, hogy tisztázzák a különböző termőhelyekről származó lucfenyő nyersanyag tulajdonságait, másrészt a mennyiségi és minőségi kihozatali arányokat, továbbá mindezen jellemzőknek az importált nyersanyaghoz való viszonyát. Megállapítható, hogy a kísérletre felhasznált hazai származású lucfenyő

11. táblázat

A hazai és import lucfenyő fűrészáru minőségi megoszlása

Származás	I—II. o. rönk	0, I., II., o. fűrész- áru	25 mm víg. fűrész- áru	Kihozat- tal
Őriszentpéter	45	39	70,5	59,7
Kőszeg	53	50	53,7	62,1
Dorgó	65	46	50,0	58,6
Háromhuta	79	45	57,6	56,8
Hazai átlag	58	43	60,1	59,7
Importált rönk	54	25	58,9	59,0

rönk lényegesen jobb minőségű volt, mint a statisztika szerinti hazai átlagos fenyőrönk, de minősége jobb volt a kísérletekbe bevont import rönk minőségénél is.

I—II. osztály részaránya a hazai összes fenyőrönknél 39%,

I—II. osztály részaránya a hazai lucfenyő-rönknél 58%,

I—II. osztály részaránya az importált lucfenyő-rönknél 54%.

Nagy volt viszont az üzemi minősítés szerint az osztályon aluli rönk aránya. A belföldi rönkből 8%-ot minősítettünk osztályon alulinak, míg az import rönkből 15%-ot. A hazai lucfenyő rönkből előállított fűrészáru kiugróan jobb minőségű volt, mint az azonos elvek szerint minősített import rönkből előállított fűrészáru minősége, amit számszerűen a 11. táblázatban szemléltetünk.

Tehát míg a hazai rönkből 43% az 0—I—II. osztály részaránya, addig az importált rönkből termelt 0—I—II. osztályú fűrészáru csak 25%. A táblázat számarányainak vizsgálata szerint a hazai rönkből azonos feldolgozási technológiával nagyobb vékonyfűrészáru-arány mellett is jobb mennyiségi kihozatal érhető el.

Ellentmondónak látszik a kísérletekben tapasztalt import rönkből előállított csekély fűrészáru-minőség, mivel a statisztikából kivehetően 1972-ben az ERDÉRT által értékesített lucfenyő fűrészáru mennyiségének 69,1%-a 0—I—II. minőségű volt. Természetesen ez az értékesített fűrészáru minőségi megoszlása, amelyhez képest a kísérleti vágásokkal együtt járó egységes minősítési elvek, valamint a számítógépes feldolgozás az adott esetben lényegesen megbízhatóbb összehasonlítást tesznek lehetővé. Ennek alapján a hazai nyersanyagból előállított lucfenyő fűrészipari termékeket értékesebbnek kell minősíteni az import rönkből azonos feldolgozási technológiával gyártott fűrészáruval szemben.

3.2 A fűrészáru felületi minősége és a keretfűrészben alkalmazott előtolás közötti összefüggés megállapítása

A fűrészáru felületi minősége és a keretfűrészben alkalmazott előtolás közötti összefüggést üzemi vizsgálatokkal állapítottuk meg. Értékelésére az AWF osztályozási rendszerét alkalmaztuk, melynek lényege az egy fogra eső előtolás függvényében a fűrésznyom eltüntetéséhez szükséges gyalulási fogásmélység. Az AWF felületminőségi osztály értelmezése szerint I. osztályú a fűrészelt felület, ha a gyalulás során a szükséges fogásmélység maximum 0,5 mm, II. osztályú, ha a fogásmélység 0,6—1,0 mm, és III. osztályú, ha a gyalulási fogásmélység 1,0 mm feletti. Ezzel a fogásmélységgel már nem gazdaságos gyalulni, úgyhogy általában gyalulatlan állapotban építőipari szerkezetekhez célszerű használni. Az egyes osztályokban az értékhatárok $\pm 10\%$ -os eltéréssel alkalmazhatók. Az üzemi vizsgálatok alapján az AWF osztályozási rendszere szerint a mérési eredmények a 12. táblázat szerintiék.

Az adatok alapján

— I. osztályú felületminőségű a lucfenyő-fűrészáru 7 mm/lököt előtolásig (a gyalulási fogásmélység nem haladja meg a 0,5 mm-t),

— II. osztályú 21 mm/lököt előtolásig (a gyalulási fogásmélység 10 mm),

— III. osztályú 21 mm/lököt előtolás felett (a gyalulási fogásmélység meghaladja az 1,0 mm-t).

12. táblázat

A fűrészáru felületi minősége az AWF osztályozási rendszere alapján

Keretfűrész előtolása		Gyalulási fogásmélység mm	Felület minőségi osztály AWF
mm/lököt	Egy fogra eső előtolás mm		
7	0,14	0,5	I.
10	0,20	0,6	II.
17	0,34	0,9	II.
21	0,42	1,0	II.
25	0,50	1,1	III.
30	0,60	1,1	III.

3.3 A lucfenyő fűrészáru természetes száradási sebessége

A hazai termesztésű lucfenyő természetes száradási sebessége meghatározásra került. A mérések igazolták, hogy a *Kässner*-féle következő összefüggés:

$$Z = 25 \cdot q_0 \cdot d$$

a gyakorlatban kielégítő pontossággal alkalmazható.

Z = időszükséglet, nap,

q_0 = absz. száraz térfogatsúly, p/cm^3 ,

d = a fűrészáru vastagsága, cm.

A képlet szerint számított értékeket a fűrészáru máglyázásának kitettségétől, valamint az adott évszakon belüli időjárási viszonyoktól függően:

tavasszal	5—20%-kal,
nyáron	30—50%-kal,
ősszel	5—10%-kal csökkenteni kell,
télen viszont	30—40%-os növelésük szükséges.

E százalékos értékek figyelembevételével adjuk meg a 48 mm vastagságú fűrészáru száradási időszükségletét a különböző hónapokban, napokban. A bemáglyázáskor mért nedvesség a rosttelítettségi állapotnak (32%) felelt meg. A természetes szárítást 15% nettó nedvességtartalomig végeztük. Az időszükségletek e tényezők figyelembevételével értendők.

december	} 72—78 nap,	március	} 44—54 nap,
január		április	
február			
május	} 28—40 nap,	augusztus	} 28—40 nap,
június		szeptember	
július			október
		november	

Az értékeket grafikusán is ábrázoltuk a 2. ábrán, amelyen nagyon jól látható, hogy a március—április, valamint az október—november, tehát a tavaszi és őszi hónapok alatt a száradás időszükséglete közel azonos, tavasszal azonban a szórás mértéke nagyobb.

A *Kässner*-képletben meghatározó tényezőként szerepel a fűrészáru vastagsága. Azt tapasztaltuk, hogy a 25 mm-es anyag mért száradási idejéhez közelebb kerülünk, ha a fűrészáru vastagsága és száradási sebessége közti összefüggés céljából a

$$Z_2 = Z_1 \left[\frac{d_2}{d_1} \right]^{1,5} \text{ képletet alkalmazzuk,}$$

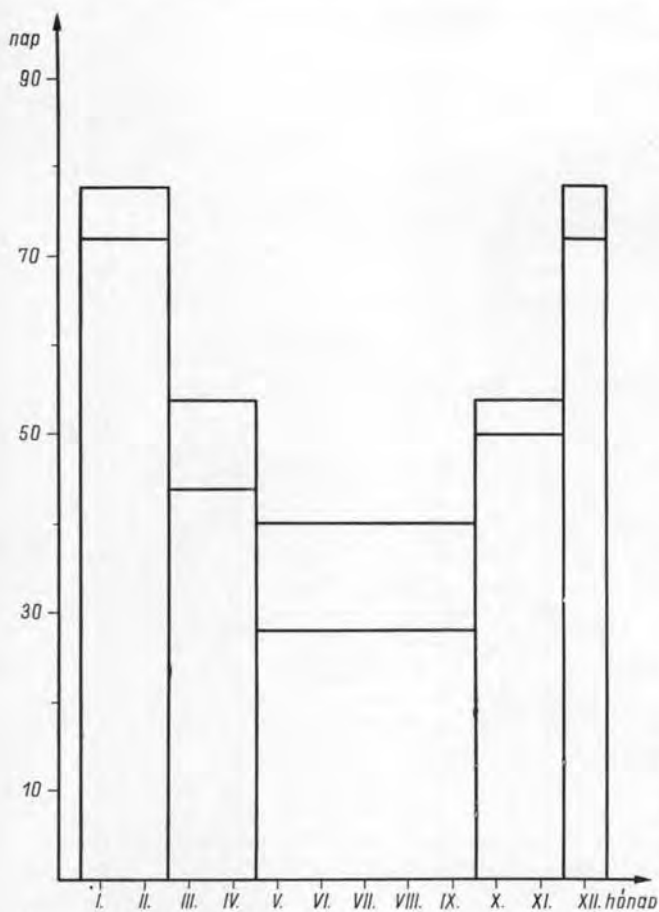
ahol Z_1 = az ismert szárítási idő, nap,

Z_2 = az ismeretlen szárítási idő, nap,

d_1 = az ismert szárítási idejű faanyag vastagsága, cm,

d_2 = az ismeretlen szárítási idejű faanyag vastagsága, cm.

Így a szárítási idők 7%-kal alacsonyabbak, mintha csupán a *Kässner*-képletet alkalmaznánk, és mint már említettük, ezek a szárítási időtartamok közelebb állnak az általunk mért

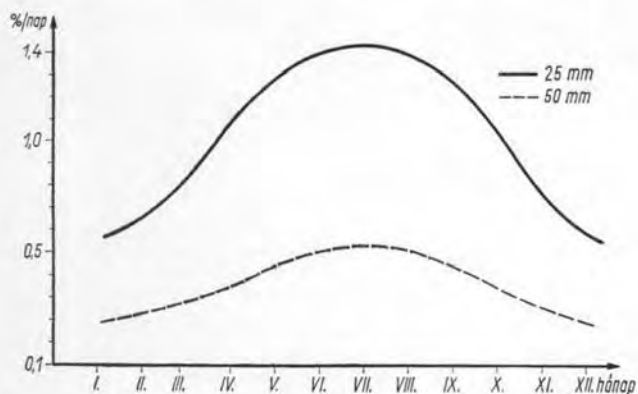


2. ábra. 50 mm vastag lucfenyő fűrészáru száradási ideje napokban

szárítási időkhöz. Eszerint a 25 mm-es fűrészáru természetes száradási ideje rosttelítettségtől légszárazsáig a különböző hónapokban a következő:

december	}	25—28 nap,
január		
február		
március	}	16—19 nap,
április		
május	}	10—14 nap,
június		
július		
augusztus		
szeptember		
október	}	18—19 nap.
november		

A lucfenyő fűrészáru természetes száradási sebességét 50 mm-es és 25 mm-es anyag esetében is grafikusan ábrázoltuk, amelyen jól látható a nyári hónapok intenzívebb és a 25 mm-es fűrészáru gyorsabb száradási sebessége.



3. ábra. 25 mm és 50 mm vastag lucfenyő fűrészáru természetes száradási sebessége

3.4 A fűrészüzemi favédelem

A fűrészüzemi favédelmi problémákkal kapcsolatosan megállapíthatjuk, hogy

— irodalmi adatok alapján a lucfenyő a kevésbé tartós fafajok közé tartozik;

— a termeléstől a feldolgozásig (májustól júliusig) elszíneződést, gombafertőzést nem észleltünk, fertőzés miatt a felvágott fűrészárut nem kellett sem alacsonyabb osztályba, sem osztályon aluliba sorolni. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a feltételek sem kedveztek a gombafertőzésnek, mert bár esős, de hideg idő volt a tárolás idején;

— védőkezelés a lucfenyő esetében is szükséges, mert — ha az időjárás nem a vizsgálati időpontban levő rendkívüli — a máglyában tárolt lucfenyő rönkök a gombatámadás optimális körülményei között vannak. Rönktéren, üzemi körülmények között a máglya minden második sorára és a bütükre szórásos technológiával felhordott *Xylamon Imprägniergrund* védőszer megfelelő védelmet nyújt az elszíneződés és korhadás ellen.

4. KÍSÉRLETEK A HASZNOSÍTÁS FEJLESZTÉSÉRE

A hazai fenyőnyersanyag hatékonyabb felhasználására az Intézet különböző alkalmazott kísérleteket folytatott. A fenyőnyersanyagok felhasználása határfokának javítási lehetősége a faanyag rétegelése, amely esetben a fahibák szilárdságcsökkenő hatása jelentősen mérséklődik. A faanyagok rétegelése ragasztás útján lehetséges, így a lucfenyő ragaszthatóságára folytunk kísérleteket.

4.1 Ragaszthatósági kísérletek laboratóriumi szinten lucfenyővel, valamint a lucfenyő és lombos fafajok, bükk, tölgy, cser, akác, nyár kombinációival

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerülnek a ragasztott szerkezetek, mivel célszerűen ragasztással lehet a kis dimenziójú esetlegesen fahibás anyagot műszakilag értékesebbé tenni. A vizsgálatokhoz háromféle próbatesttípust alakítottunk ki. Az I-es típusú próbatestek a ragasztóanyagok minősítéséhez az *MSZ 9622*-ben előírtak szerint készültek. A II-es típusúakat az *MSZ 6786* szerint alakítottuk ki úgy, hogy a nyírt keresztmetszet egybeesik a ragasztási sikkal. A III-as próbatesttípus a finn *NIMSZ B—10125 T* szabvány szerint készült.

A lucfenyő ragasztással elérhető nyírószilárdsági értékeit *Arbocoll H*, *Arbocoll FKC* és a svájci *CIBA* cég által gyártott *Aerodoux 185 B* ragasztókkal vizsgáltuk.

A felhasznált ragasztóanyagok minősítése:

Arbocoll H:

Viszkozitás 20 °C-on 4500 cp

pH-érték 7,0

Törésmutató 1,4600

Katalizátorérzékenység laboratóriumi hőmérsékleten (24 °C): 27 perc

Arbocoll FKC:

Viszkozitás 20 °C-on 140 cp

pH-érték 7,5

Gélesedés 20 °C-on	0,75% NH ₄ Cl—55 min, 1,00% NH ₄ Cl—45 min.
Kötési idő 100 °C-on	0,75% NH ₄ Cl—56 s, 1,00% NH ₄ Cl—52 s.

Aerodux 185 B:

5 súlyrész *Aerodux* + 1 súlyrész edző kötési ideje laboratóriumi hőmérsékleten (22 °C) 2,5 óra.

Kísérleteinket lucfenyő lucfenyővel való ragasztásával és bükk, tölgy, cser, akác, nyár, fafajkombinációival is elvégeztük. A próbatetek száma fafajonként, próbatesttípusonként és ragasztóanyagoként 15—30 db között változott. A vizsgálati eredményeket a 13. táblázatban összesítettük.

A nyírt felületek minden esetben szálkiszakadásosak voltak, ez igazolja azt, hogy a ragasztás nagyobb szilárdságú, mint a faanyag nyírószilárdsága. Ezt a megállapítást támasztja alá az is, hogy a II. próbatesttípusnál — mely az *MSZ 6786* szabvány előírásai szerint a fafajok nyírószilárdsági vizsgálataihoz készült — a nyírószilárdsági értékek lucfenyő lucfenyővel történő ragasztásánál magasabbak, mint az *MSZ 60* kp/cm², illetve *Kurt Koloc* és *Vorreiter 67* kp/cm², valamint az *FKI* által meghatározott 66 kp/cm² értékek. Főként a lucfenyő kemény-fafajokkal való kombinálása esetén — nyárral való ragasztásakor is — a nyírószilárdsági értékek nagyobbak, mint a lucfenyő lucfenyővel való ragasztásakor. Tapasztaltuk, hogy a nyírt felületeknél a szálszakadás 95%-ban a fenyőnél történt és nem a kombinált fafajoknál. Összegezve rögzíthető, hogy a lucfenyő kemény fafajokkal való kombinálása előnyösen emeli a szilárdsági értékeket.

4.2 Rétegelt-ragasztott természetes méretű tartók előállítása lucfenyőből, valamint lombos fafajokkal kombinálva. Az egyedi szelvények keresztmetszeti méretei és a tartók méretstabilitása közötti összefüggés vizsgálata

A lucfenyőnek más — lombos — fafajokkal való kombinálási lehetőségeit a 3 és 4 rétegű, természetes méretű, 1200 × 60 × 45 mm-es tartókon is vizsgáltuk. A számszerű eredményeket a 14/a. táblázat tartalmazza.

A szilárdsági értékeket minden esetben százalékosan is viszonyítottuk a lombos fafaj, valamint a lucfenyő *MSZ 6786* szerinti értékeihez. A táblázat adatait értékelve megállapíthatjuk, hogy

— a természetes méretű tartók vizsgált tulajdonságai kedvezőtlenebbek az *MSZ 6786* sz. szabvány által előírt azonos fafaj értékeinél, a szabvány kis méretű próbatestjeinek ugyanis teljesen hibátlanoknak és egyenes szálúaknak kell lenniük, a természetes méretű tartók esetében viszont, a nagyobb dimenzióból adódóan az egyes fahibák nem ejthetők ki teljes mértékben;

— a rétegelés emeli a hajlítószilárdságot és csökkenti a tömör gerendák esetében gyakori szórásos mezőt; a lombos fafajkombinációval pedig a rétegelt lucfenyő értékeinél is kedvezőbb eredményeket lehet elérni, különösen akác felhasználásakor;

— háromrétegű tartóknál — a vizsgált négy kombináció esetében — a nagyobb lombos-hányaddal előállított tartók nagyobb szilárdsági értékeket adtak;

Ragasztó—nyíró szilárdsági értékek különböző fajok kombinálása esetén

Próbatest-típus	Gyantaszármazék	Szilárds. értékek jelölése	Fafaj						
			lucf.—lucf.	bükk—bükk	lucf.—bükk	lucf.—tölgy	lucf.—cser	lucf.—nyár	lucf.—akác
I.	Arbocoll H	min.	26,9	49,3	27,7	32,7	30,1	28,5	28,4
		max.	55,8	100,0	54,2	56,4	71,2	48,8	60,5
		átlag	38,7	75,9	44,8	45,2	53,4	39,5	44,0
	Arbocoll FKC	min.	22,4	65,2	33,0	37,9	39,1	38,0	26,1
		max.	45,4	95,0	61,1	66,5	83,7	57,3	78,2
		átlag	36,7	79,3	47,8	51,4	58,4	49,8	44,8
	Aerodux 185 B	min.	24,6	77,0	35,5	39,9	35,9	51,3	40,6
		max.	50,7	101,5	68,4	65,8	75,6	71,7	68,3
		átlag	40,2	87,2	50,6	51,7	55,6	60,3	59,4
II.	Arbocoll H	min.	46,2	102,3	74,8	73,8	68,5	67,1	75,5
		max.	85,8	155,7	108,2	114,7	99,7	111,7	108,3
		átlag	68,3	141,4	91,4	92,9	78,7	90,5	92,9
	Arbocoll FKC	min.	56,6	113,8	63,7	74,3	70,0	65,6	85,7
		max.	88,5	154,8	110,7	123,4	131,1	99,0	137,5
		átlag	64,7	135,4	86,6	94,7	100,0	77,4	111,1
	Aerodux 185 B	min.	71,5	122,7	67,0	74,1	89,4	64,3	77,0
		max.	111,8	175,8	112,5	114,7	131,3	116,9	124,6
		átlag	82,6	147,0	86,7	94,2	108,9	85,6	99,2

A 13. táblázat folytatása

III.	Arbocoll H	min.	26,4	103,9	60,7	51,1	34,8	50,0	59,1
		max.	64,5	134,7	109,1	78,4	75,7	75,2	81,8
		átlag	46,8	112,9	75,0	60,6	57,4	63,2	71,8
	Arbocoll FKC	min.	43,2	92,9	51,0	56,3	60,0	60,4	45,6
		max.	106,7	125,8	87,6	108,0	82,4	88,1	80,4
		átlag	55,8	108,2	63,1	65,1	69,5	70,8	64,2
	Aerodux 185 B	min.	55,5	94,7	57,1	56,0	60,5	43,2	57,6
		max.	75,0	119,8	75,7	82,7	85,3	82,6	109,9
		átlag	64,2	106,1	66,3	68,9	70,1	62,2	77,1

— a hajlító rugalmassági modulus értékét különösen előnyösen javítja a rétegelés;

— a kemény lombos fafajkombináció a lucfenyőhöz viszonyítva a gerenda súlyát 20—30 százalékkal emeli, ugyanakkor a kemény lomboshoz képest mintegy 10—15 százalékkal csökkenti.

Vizsgáltuk a különböző rétegszámú, $2200 \times 200 \times 45$ mm méretű tartók méretstabilitását eltérő tárolási körülmények között. A ragasztás *Aerodux 185 B* víz- és főzésálló ragasztóval készült.

A mérések során a tartókat

a) terhelés nélkül 1,0 m távolságban hézaglécek között zárt térben,

b) kéttámaszú tartókként állandó központos terhelés mellett 30—35 kp/cm² terheléssel,

c) időjárásnak kitéve terhelés nélkül vizsgáltuk.

Hosszirányban az alakváltozást a rácsos szerkezetű asztalba beépített 0,01 mm pontosságú óra segítségével vizsgáltuk úgy, hogy a tartó egyik végén rögzítve volt.

Keresztirányban a vizsgálat a tartó lapfelületére éltől mintegy 5—5 mm szélesen felfekvő speciális állványra szerelt 0,01 mm pontosságú mérőórával történt.

A mérési eredményeket a 15. táblázat, a 4. és az 5. ábra tartalmazza.

A táblázatban az egyrétegű tömör tartó terhelés nélkül tárolt hossz- és keresztirányú deformálódás értékét 100 százaléknak vettük, a többi százalékos értékelést ehhez viszonyítottuk. Kiterjesztettük a méréseket, illetve a számításokat a hajlítószilárdság, költség és önsúly vizsgálataira is. A költségeknél csak azokat a tényezőket vettük figyelembe, amelyek a rétegszám változásával módosulnak. A százalékos értékeket a 6. ábra szemlélteti.

Az eredmények szerint

— a deformáció számottevő csökkentése céljából minimálisan 3 réteg alkalmazása szükséges. További jelentős javulást eredményez azonban a 4—5 réteg alkalmazása, különösen az *időjárásnak kitétten tárolt* tartók esetében;

14/a táblázat

Különböző fajokkombinációjú, természetes méretű tartók szilárdságváltozása

Szerkezet és fajokkombináció	Rétegszám	Az egyes rétegek vastagsága		Természetes méretű tartók szilárdsági értékei								
				Hajlítoszilárdság			Hajlítórugalmassági modulus E			Térfogatsúly ($u=15\%$)		
		mm	%	kp/cm ²	saját fajokhoz visz. %	fenyőhöz viszonyítva %	kp/cm ²	saját fajokhoz visz. %	fenyőhöz visz. %	p/cm ³	saját fajokhoz visz. %	fenyőhöz visz. %
1 rétegű luc-fenyő (ragasztás nélküli szerkezet)	—	—	—	639	90	90	92 194	92,1	92,1	0,451	95,9	95,6
Fenyő—fenyő—fenyő	3	15	33	667	93,9	93,9	120 052	120,0	120,0	0,462	—	98,3
Fenyő—fenyő—fenyő—fenyő	4	11	25	680	95,8	95,8	130 864	130,8	130,8	0,509	—	108,3
Akác—fenyő—akác	3	15	33	1299	96,2	182,9	170 763	139,9	170,7	0,781	101,0	166,2
Akác—akác—akác	3	15	33	1112	82,4	156,6	144 522	128,5	144,5	0,631	81,9	134,2
Akác—fenyő—akác	3	20	45,3	974	72,1	137,1	—	—	—	0,634	82,3	134,9
Akác—fenyő—akác	3	10	22,7	1075	79,8	151,8	149 690	122,7	149,7	0,707	91,8	150,4
Akác—fenyő—akác	3	25	55,6	1026	76,0	144,5	143 444	117,6	143,4	0,594	77,1	126,4
Akác—fenyő—fenyő—akác	4	10	22,7	1011	74,9	142,4	145 567	119,3	145,6	0,654	84,9	139,1
Bükk—bükk—bükk	3	15	33,0	882	80,1	124,1	133 447	92,0	133,4	0,731	101,5	155,5

14/b táblázat

Különböző fajokkombinációjú, természetes méretű tartók szilárdságváltozása az MSZ szerint

Szerkezet és fajokkombináció	Az MSZ 6786 előírásai szerinti szilárdsági értékek					
	Hajlítószilárdság		Hajlítórugalmassági modulus E		Térfogatsúly ($u = 15\%$)	
	kp/cm ²	fenyőhöz viszonyítva %	kp/cm ²	fenyőhöz viszonyítva %	p/cm ³	fenyőhöz viszonyítva %
1 rétegű lucfenyő (ragasztás nélküli szerkezet)	710	100	100 000	100	0,47	100
Akác—akác—akác	1350	190,1	122 000	122,0	0,77	163,8
Tölgy—tölgy—tölgy	1000	140,8	115 000	115,0	0,69	146,8
Bükk—bükk—bükk	1100	156,3	145 000	145,0	0,72	153,1

15. táblázat

Deformálódási értékek a rétegszám és a vizsgálati mód függvényében

Szerkezet	Vizsgálati mód	Deformálódási érték		Deformálódási százalék	
		hossz-irányban	kereszt-irányban	hossz-irányban	kereszt-irányban
		mm/m	mm/m	%	%
1 rétegű, ragasztás nélküli	a) Terhelés nélkül zárt térben tárolva	0,357	1,83	100	100
	b) Központos terhelés mellett	0,693	2,42	194	132
	c) Időjárásnak kitéve terhelés nélkül	4,530	21,53	1269	1176
2 rétegű	a)	0,275	0,92	77	50
	b)	0,520	1,15	146	63
	c)	2,935	24,35	822	1331
3 rétegű	a)	0,205	0,40	57	22
	b)	0,223	0,52	62	28
	c)	2,352	8,89	659	486
4 rétegű	a)	0,009	0,27	28	15
	b)	0,108	0,35	30	19
	c)	2,002	1,35	561	74
5 rétegű	a)	0,093	0,21	26	11
	b)	0,098	0,30	27	16
	c)	0,135	0,98	38	53

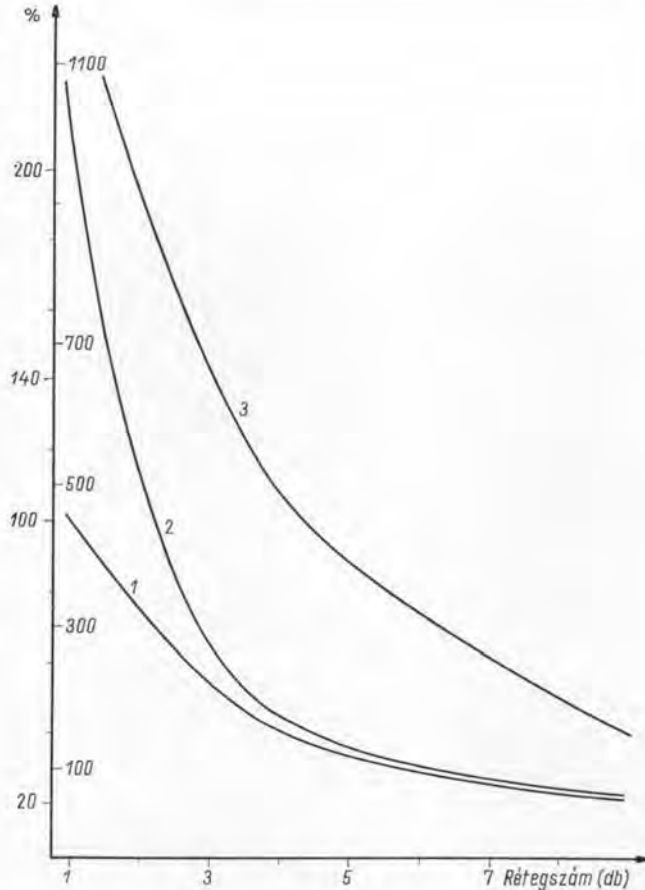
— a szerkezetek összeállításakor a rétegszámtól függetlenül nagy gondot kell fordítani az egyes rétegek jobb-jobb és bal-bal oldalfelületeinek összeforgatására, ezzel nagymértékben csökkenthető a nedvességtartalom okozta deformálódás;

— a tartók hajlítószilárdsága, valamint előállítási költségük közel lineárisan nő a rétegszám növelésével. Az ábrából látható azonban, hogy a hajlítószilárdság fokozottabban javul a rétegelés növelésével, mint ahogy a költségek emelkednek;

— az önsúly minimális mértékben emelkedik a rétegszám növelésével.

4. ábra. A deformálódás százalékos változása hosszirányban a rétegszám függvényében

1. terhelés nélkül tárolva, 2. terhelve tárolva, 3. időjárásnak kitéve tárolva

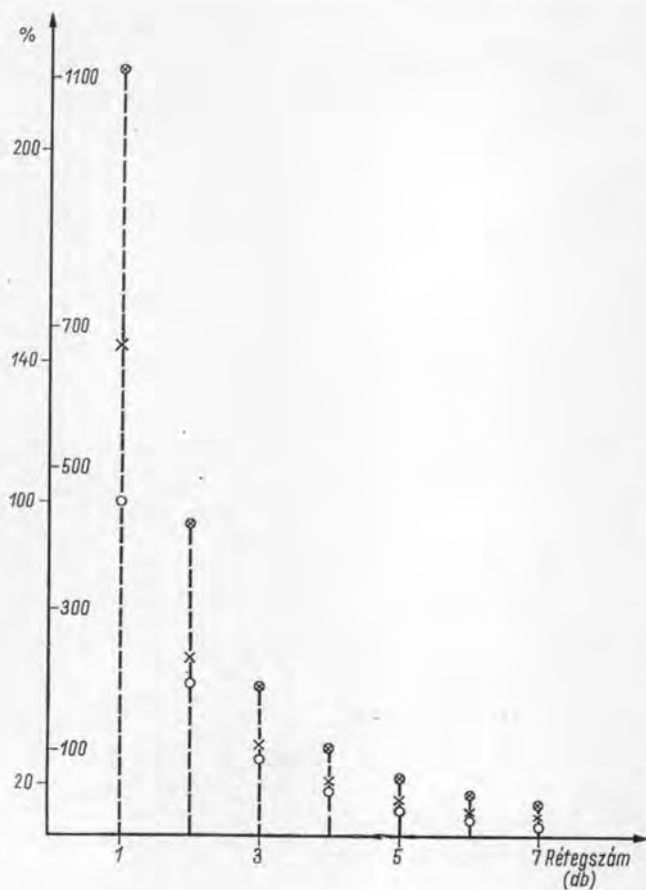


4.3 A hasznosítás várható fejlesztési iránya

Az elvégzett fizikai-mechanikai vizsgálatok közül a hajlító- és szakítószilárdság jobb eredményt mutat az MSZ előírásainál, ami a tartószerkezetek nagyobb hajlítószilárdsági követelménye szempontjából kedvező. A ragasztathatósági vizsgálat jó eredményei kitétek a lucfenyő különböző kemény lombos anyagokkal való ragasztása esetén.

A ragasztathatóságon túlmenően kedvezően alakult — viszonylag kis önsúlynövekedés mellett — a lucfenyő—kemény lombos szerkezet szilárdsági tulajdonsága. A szabványkövetelmények, sőt irodalmi értékek felettiek a nyírószilárdsági értékek. Kedvező az a megfigyelés, hogy az egyébként szilárdságsökkentő fahibák (barnulás, korhadás) kivételével más fahibák (szálfifutás stb.) a ragasztó-nyíró szilárdságot nem csökkentik.

Mivel már korábbi vizsgálataink eredményei is azt igazolták, hogy a rétegelt-ragasztott termékek előállításakor igen előnyös a fenyőknek más, főként kemény lombos anyagokkal való kombinálása, a hazai származású lucfenyő egy részének ragasztott szerkezetekben való felhasználását célszerűnek tartjuk. A hazai lucfenyő említett tulajdonságait figyelembe véve (szilárdság stb.) a ragasztott szerkezetek közül a felhasználás területétől a rétegelt-ragasztott



gerendák teherviselő szelvényeit, illetve a gyengébb minőségűnél a semleges szál körüli szelvényeket ajánljuk. Nem javasoljuk felhasználását alárendeltebb célú ragasztott termékek-nél (pl. favázás könnyűfal stb.).

Ennek figyelembevételével úgy véljük, hogy a hazai lucfenyő alapanyagból mintegy 40—50 százalékos felhasználása tervezhető a korszerű árutermelési eljárások bevezetésekor.

5. ábra. A deformálódás százalékos változása keresztirányban a rétegszám függvényében

0 terhelés nélkül tárolva, x terheléssel tárolva, o időjárásnak kitéve tárolva

Amennyiben a lucfenyő fűrészárut az üzemi kísérletekkel is alátámasztva a Fűrész- és Hordóipari V. által megadott megoszlás mellett értékeljük:

OF.	4%	á. 3640,—	146
I. o.	39%	á. 2870,—	1118
II. o.	47%	á. 2650,—	1245
III. o.	7%	á. 2220,—	155
IV. o.	3%	á. 2040,—	60
keskeny áruban			2724,— Ft/m ³ ,
széles áruban			2949,— Ft/m ³

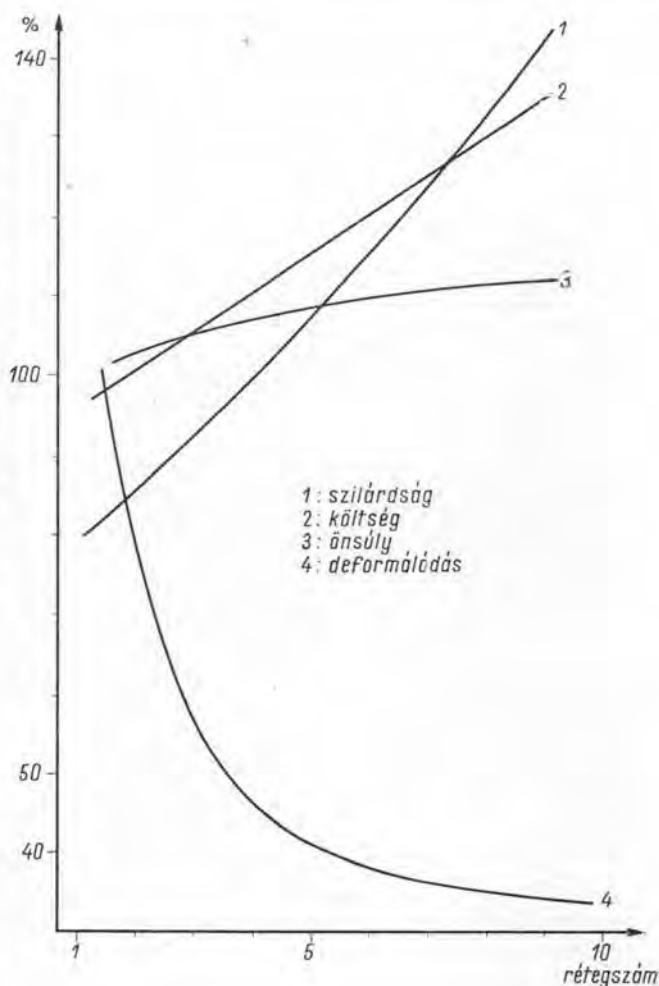
ez 2850,— Ft átlagnak felel meg.

Feltételezve évi 15—20 ezer m³ hazai származású lucfenyő fűrészárut, és ha ennek 40—50%-át rétegelt-ragasztott gerendákban hasznosítjuk kb. 20% veszteséggel, úgy kb. 84—105 millió forint értéket kapunk.

Ugyanezen fűrészáru-mennyiség fenti átlagárhoz képest mérsékeltebb áron számítva 20—22 millió forint értéket képvisel.

A többletérték tehát évente 60—80 millió forint. Ez a többletérték a hazai lucfenyő nyersanyag, illetve fűrészáru 40—50%-ának korszerű terméké való feldolgozásával valósítható meg, amely mintegy 6500 m³ nagy fesztávú rétegelt-ragasztott tartó előállítását jelenti.

A többletérték elérése végett szükséges beruházásokat előzetes kapacitás- és telepítési számításokkal lehetne meghatározni, de a számadatokból és arányokból úgy tűnik, hogy értékemelkedés igen szigorú beruházásgazdaságossági mutatók mellett is könnyen elérhető.



6. ábra. Szilárdság, költség, önsúly, deformálódás százalékos változása a rétegszám függvényében

1. szilárdság, 2. költség, 3. önsúly, 4. deformálódás

Összefoglalás

A kutatási téma célkitűzése az volt, hogy a hazai természetű lucfenyő anyagok műszaki tulajdonságainak meghatározása alapján lehetővé váljon a lucfenyő gazdaságilag hatékonyabb felhasználása, illetve a felhasználás szerkezetének módosítása.

A fizikai, mechanikai tulajdonságok megállapítására végzett szilárdsági vizsgálatok azt mutatták, hogy

az irodalmi adatok és a *Faipari Kutató Intézet* mérési eredményeinek átlaga viszonylag közel áll egymáshoz,

a származási hely számottevően befolyásolja az anyag fizikai és mechanikai tulajdonságait.

A mechanikai tulajdonságokat alapvetően befolyásoló térfogatsúly értéke irodalmi adatok szerint 0,43 p/cm³; a hazai lucfenyő esetében a mért adatok átlaga 0,45 p/cm³.

Vizsgálatot végeztünk a lucfenyő térfogatsúlya és az évgyűrűszélesség közötti összefüggés meghatározására is.

Kísérleteink alapján rögzíthetjük, hogy

— az évgyűrűszélesség csökkenésével az absz. száraz térfogatsúly növekedik tehát a könnyen megmérhető évgyűrűszélességből következtetni lehet a térfogatsúly nagyságára,

— a térfogatsúly korrelációban van a szilárdsági tulajdonságokkal, így a térfogatsúly évgyűrűszélességgel való összefüggése alapján lehetőség nyílik a lucfenyő szilárdsági tulajdonságaira való következtetésre is.

Feldolgozási kísérleteket is végeztünk hazai termesztésű lucfenyő rönkök (kb. 400 m³) fűrészüzemi felfűrészelésével.

Ellenőrző üzemi vizsgálatra szovjet eredetű import fenyőt is feldolgoztunk,

— kiértékelés alapján megállapítható, hogy I. osztályú (*AWF*) felületminőségű a lucfenyő fűrészáru 7 mm/lököt előtolásig,

II. osztályú 21 mm/lököt előtolásig,

III. osztályú 21 mm/lököt előtolás felett. Ez utóbbinál a gyalulási fogásmélység 1 mm feletti, úgyhogy ezzel a fogásmélységgel már nem gazdaságos gyalulni, ezért általában gyalulatlan állapotban, építőipari szerkezetekhez célszerű használni,

— meghatároztuk a hazai termesztésű lucfenyő természetes száradási sebességét. A mérések igazolták, hogy a *Kässner*-féle képlet — megfelelő korrekciókkal — a gyakorlatban kielégítő pontossággal alkalmazható,

— a lucfenyő rönkök — a termeléstől a feldolgozásig — károsodás nélkül tárolhatók voltak, mintegy 3 hónapon keresztül (májustól júliusig).

Semmiféle gombafertőzés nem volt észlelhető egyik termőhelyről származó rönkanyagon sem.

A hazai és import lucfenyő összehasonlításaként megállapítható, hogy

— a hazai termesztésű lucfenyő fűrészipari feldolgozása során az elérhető mennyiségi kihozatal azonos feldolgozási technológia mellett jobb, mint az import lucfenyőnél,

— a termelhető szelvények minőségi megoszlása lényegesen kedvezőbb, mint az azonos elvek szerint minősített importárué. A minőségi kihozatal nagymértékben befolyásolja a termőhely.

A hasznosítás fejlesztésére végzett vizsgálat eredményeként megállapítottuk, hogy a lucfenyő nyersanyagból, főként a hazai származású anyagból a szelvényáru termelését indokolt a lehetséges maximumra fokozni. Célszerű a különleges megrendelők igényeit (pl. osztrák megrendelésre készülő, ún. *Hobler* minőség) a lucfenyő nyersanyagból kielégíteni, mert ezzel az értékkihozatal fokozható.

Az ipari feldolgozás és felhasználás határfoka javításának egyik számottevő lehetősége a lucfenyő anyagának különböző ragasztott szerkezetekben való felhasználása.

A ragasztott szerkezetek műszaki kérdéseinek lucfenyő-vonatkozásait ragasztási, majd szilárdsági vizsgálatokkal tisztáztuk,

— ragasztási kísérleteket végeztünk három ragasztóval (*Arbocoll H*, *Arbocoll FKC* és *Aerodux 185 B*) és a lucfenyőn kívül öt fafaj (bükk, tölgy, cser, akác, nyár) kombinációjával. A vizsgálatokhoz háromféle próbatípusot alakítottunk ki,

— a nyírószilárdsági értékek lucfenyő lucfenyővel való ragasztásakor magasabbak, mint a magyar szabvány 60 kp/cm², illetve *Kurt Koloc és Vorreiter* 67 kp/cm² értékei. A lucfenyő kemény fajokkal való kombinálása esetén — és nyárral való ragasztásakor is — a nyírószilárdsági értékek magasabbak, mint a lucfenyő lucfenyővel való ragasztásánál.

Összegezve: a lucfenyő kemény fajokkal való kombinálása előnyösen emeli a nyírószilárdsági értékeket.

A természetes mérettől tartók vizsgálatait 3 és 4 rétegű szerkezeteken végeztük. Kontrollként vizsgáltunk tömör lucfenyőből készült tartókat is.

Megállapítottuk, hogy

— a lucfenyő tartószerkezetek rétegelése növeli a hajlítószilárdságot, és — szemben a tömőrfatartókkal — csökkenté a szórás mértékét;

- a rétegelés előnyös a deformációk elkerülésére is. A 3 és 6 rétegű szerkezetek a legalkalmasab-
bak, a rétegszám növelése nem csökkenti számottevően a méretváltozásokat;
- a rétegelés különösen előnyösen javítja a rugalmassági modulus értékét;
- a lucfenyő—kemény lombos fafajkombináció javítja a szilárdsági értékeket. A tartók súlya
ugyan növekedik kb. 20—30%-kal, a kemény lomboshoz képest viszont 10—15%-kal csökken.

Irodalom

- Dr. Majer Antal*: Magyarország erdőtársulásai. (Bp. 1968.) Akadémiai Kiadó. 13. p.
Dr. Keresztesi Béla: Fenyők termesztése. Akadémiai Kiadó. (Bp. 1966.)
Dr. Keresztesi Béla: Magyar erdők (Bp. 1968.) Akadémiai Kiadó
Dr. Kurt Koloc: Fafajták törzslapjai. Nehézipari Kiadó Kísérleti Üzeme. (Bp. 1954.)
L. Vorreiter: Holztechnologisches Handbuch. Verlag Georg Fremme und Co. (München 1958.)
 (Wien 1949.)
Magyar Szabványügyi Hivatal: Fűrész és Lemezipar Szabványainak Gyűjteménye. Közgazdasági és
 Jogi Könyvkiadó (Bp. 1966.)
Tomory László: Mezőgazdasági építéset. Mezőgazdasági Könyvkiadó (Bp. 1967.)
MOTI kiadványai
MÉM Termelés- és Műszaki Fejlesztési Főosztály kiadványai. (Mezőgazdasági Gépkiérleti Intézet
 1974.)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

ДЬЕРДЬ ЭРДЕИ

дипл. инженер-лесовод, главный руководитель научного отдела

Из результатов исследований определили, что технические свойства отечественной ели близки к данным, опубликованным в литературе. На основе испытаний показали, что измеренная ширина годовых колец позволяет сделать заключение о величине объемного веса, то есть, при уменьшении ширины годовых колец увеличивается абсолютно сухой объемный вес. На основе этой связи можно сделать заключение и о прочностных свойствах ели. Согласно результатам опытов на лесопильном заводе количественный выход ели отечественного выращивания, качественное разделение по разрезу значительно благоприятнее, чем импортных елей, обработанных и квалифицированных по таким же принципам. На основе наших измерений можно определить скорость естественной сушки, применяя формулу Kässner с соответствующими корреляциями. Наслаивание ели склеиванием с твердыми подорами древесины благоприятно увеличивает показатели прочности на изгиб, на скалывание и уменьшает поле рассеивания. Наслаивание благоприятно действует на избежание деформации и особенно улучшает значение модуля упругости. Учитывая результаты исследований по переработке сырья из ели, создается возможность выпуска готовой продукции с лучшими показателями и с лучшим техническим использованием, которые рентабельно могут быть использованы главным образом в строительной промышленности.

THE UP-TO-DATE PROCEDURES IN THE UTILIZATION OF FIR-WOOD

GYÖRGY ERDÉLYI

Graduate of the University of Forestry, head of a scientific main department, and his research collective

By reason of the investigational results it can be stated that the technical characteristics of the home grown spruce are comparable to the data regarding the spruce which have been published in the technical literature. On the basis of the examinations it can be proved that there is a possibility to

define the scale of the bulk density from the easily measurable width of annual ring, i.e. when the width of the annual rings is diminished, the absolute dry bulk density is increasing. On the basis of this relation it is possible to determine the strength properties of the spruce, too. According to the experiments carried out in the sawmill, the quantitative yield and the qualitative distribution of the sawn goods fabricated from the home grown spruce is essentially more favourable than the values of the imported spruce manufactured and qualified on the same principles. By reason of the measurements its natural drying rate can be determined with the formula of Kässner, applying the corresponding correlations. The lamination of spruce with adhesives (mainly if it is combined with some species of hardwood) increases favourably the values of bending and shearing strength and decreases the field of dispersion in comparison to the solid supporting structures. The lamination influences favourably upon the avoidance of the deformations and especially corrects the value of the elastic modulus. The processing of the spruce wood according to the investigational results makes possible the manufacturing of more precious finished goods which will be better usable mainly in the building industry.

ZEITGEMÄSSE VERFAHREN DER ANWENDUNG VON FICHTENHOLZ

GYÖRGY ERDÉLYI

Dipl.-Forstingenieur, wiss. Hauptabteilungsleiter und sein Forschungskollektiv

Als Resultat der Forschungen wurde festgestellt dass die Eigenschaften des Holzes von in Ungarn angebauten Fichten den Angaben der in der Fachliteratur angeführten Eigenschaften der Fichte nahe stehen. Aufgrund von Untersuchungen wurde bewiesen, dass man von der leicht messbaren Jahrringsbreite auf das Volumengewicht folgern kann, weil sich die Darrdichte mit der Verminderung der Breite der Jahrringe erhöht. Aufgrund dieses Zusammenhanges kann man auch auf die Festigkeitseigenschaften der Fichte folgern. Laut unserer Versuche in einem Sägewerk ist die Mengenausbeute und die Qualitätsverteilung der herstellbaren Sägewaren aus in Ungarn angebauten Fichten bedeutend besser, als aus aufgrund derselber Prinzipien aufgearbeiteten und begüterten importierten Fichtenhölzern. Laut Messungen kann die natürliche Trocknungsgeschwindigkeit von Fichte mit Anwendung der Kässner-Formel — mit entsprechenden Korrelationen — bestimmt werden. Die Schichtung von Fichtenholz durch Leimen, hauptsächlich durch Kombinationen mit Hartholzarten, erhöht die Biege- und Scherspannungswerte vorteilhaft und vermindert das Streuungsfeld im Gegenteil zu Vollholzträgern. Die Schichtung ist auch zur Vermeidung von Deformationen und zur Verbesserung des Elastizitätsmoduls geeignet. Die Fichtenbearbeitung ist laut Resultate unserer Versuche technisch begründet. Es können hochwertigere Fertigprodukte aus ihm hergestellt werden, die hauptsächlich in der Bauindustrie wirtschaftlich angewandt werden können.

A FAANYAGÚ RÉTEGELT-RAGASZTOTT TARTÓSZERKEZETEK HAZAI ALKALMAZÁSÁNAK ÚJ EREDMÉNYEI

WITTMANN GYULA

okl. erdőmérnök, tudományos munkatárs

PLUZSIK ANDRÁS

okl. faipari mérnök, tudományos munkatárs

BEVEZETŐ

Magyarországon nagy hagyományai vannak a fával való építkezésnek, az első világháború után azonban — az ország fahiánya és gazdasági viszonyai miatt — a faszervezetek alkalmazási és fejlesztési lehetőségei leszűkültek. Ezen belül további hátrányt jelentett a fafajösszetétel megváltozása (a lombosok nagy részaránya).

Változás következett be a hazai lombos fafajok épületszerkezeti célokra való hasznosítására kb. 10 esztendővel ezelőtt megkezdett kutatásokat követően. Jelentős segítség volt az *OMFB* anyagi támogatása a különböző szerkezettypusok kialakításához s az első hazai háromcsuklós csarnoképület felállításához.

1. A FELHASZNÁLHATÓ HAZAI FAFAJOK

Külföldön a ragasztott faszervezetek alkalmazása rendkívül elterjedt az utóbbi időben, elsősorban luc- és erdeifenyő felhasználásával.

Elvileg minden fafaj használható ragasztás útján előállított szerkezeti elemekhez. A hazai fafajok alkalmazása esetében azonban a fenyőfélékre vonatkozó külföldi tapasztalatok közvetlen átvétele nem lehetséges. A tervezési, technológiai, szerkezetkialakítási problémákat fafajonként kell tisztázni.

A Faipari Kutató Intézet közel egy évtizede foglalkozik az említett problémával, a két leginkább számításba vehető fafaj, a nyár és az akác vonatkozásában. A vizsgálatokat a faanyagok fizikai és mechanikai tulajdonságainak megállapításával kezdtük, s csak ezt követően foglalkoztunk a ragaszthatósági, szerkezetkialakítási problémákkal.

A nemes nyárak vizsgálata során arra a megállapításra jutottunk, hogy szerkezeti elemek céljára a nagyobb szilárdságú és térfogatsúlyú — min. $0,4 \text{ p/cm}^3$ — fajok (óriás, korai, kései) vehetők számításba. Az olasznyár kis szilárdsága rendkívül kedvezőtlen a tartószerkezetek szempontjából.

Szilárdsági szempontból az akác nagymértékben felülmúlja valamennyi számításba vehető faanyagot. Alaki és dimenzionális tulajdonságok tekintetében viszont a nyárféléknek kedvezőbbek az adottságaik.

Fentiekre való tekintettel a tartószerkezetek céljára szánt kötött szélességű fűrészárut célszerű előzetes prizmázással termelni.

Kötött szélességű szélezett akác fűrészáru termelése akkor indokolt, ha nem áll rendelkezésre olyan mennyiségű fűrészáru, amelyből válogatás útján gondoskodni lehet a kívánt

1. táblázat

Fafaj	M. e. : %	
	Szélezett	Szélezetlen
	fűrészáru	
Nyár	62—63	75—76
Akác	53—54	62—63

méretű anyagról. Táblázatban adjuk meg fűrészárutípusonként az elérhető kihozatalt.

A fenyőfélékhez viszonyítva mindkét fafaj szöveti szerkezete lényegesen kedvezőlenebb, s ez tovább csökkenti a fűrészáru dimenzionális tulajdonsága következtében amúgy is rövidebb, hosszoldásra alkalmas méretét.

2. A MODERN FASZERKEZETEK

Külföldi példák hosszú sora bizonyítja, hogy a rétegelt-ragasztott tartószerkezetek gyártásának bevezetése új korszakot nyitott a fa épületszerkezeti célokra való alkalmazásában. Nagy fesztávok (100 m felett) áthidalása minden különösebb nehézség nélkül megoldható. A fa korrózióval szembeni ellenállóképessége, esztétikai megjelenése egyedülálló. A különböző alakú — egyenes, íves, kétszeresen íves stb. — tartók viszonylag könnyen előállíthatók. Így az esztétikai szempontból is kifogástalan formai megoldások nagy száma tág teret ad az építészervező számára.

A fának mint építőanyagként sajátos tulajdonságai vannak, sohasem válik teljesen holt építőanyaggá, mert magával hoz valamit az erdő természetes szépségéből és jellegzetes hangulatából.

3. TERVEZÉSI ÉS KIVITELEZÉSI KÉRDÉSEK

Faszerkezetek tervezése során az érvényben levő MSZ 15 025 számú szabvány előírásai irányadóak, de megjegyezzük, hogy a szabvány előírásai nem felelnek meg a rétegelt-ragasztott faszerkezetekkel kapcsolatos követelményeknek és szerkesztési szabályoknak. Megítélésünk szerint a hazai lombos faanyagból készülő modern faszerkezetek valamennyi jelentősebb tervezési, szerkesztési és technológiai követelményének kutatási szinten való tisztázása, majd üzemi körülmények közötti ellenőrzése után a szabványelőírások megfelelő módosítása szükséges.

A modern faszerkezetek hazai alkalmazásának feltételei:

- szakszerű, a faanyag tulajdonságainak ismeretére alapozott tervezés,
- a technológiai előírások pontos betartása,
- a gyártmányok folyamatos ellenőrzése.

Már a tervezés stádiumában sem engedhető meg a megfelelő anyagismerettel és technológiai képzettséggel rendelkező faipari szakemberek mellözése.

Csak olyan vállalatok vállalkozhatnak az említett szerkezetek gyártására, amelyeknek megvannak a gyártáshoz szükséges alapvető feltételeik (berendezés, alapanyag, szakember), és maradéktalanul teljesíteni tudják a gyártástechnológiai követelményeket. E tekintetben a legkisebb engedmény vagy kompromisszum katasztrofális következményekkel járhat, ugyanakkor végleg megakaszthatja a ma már reménykeltőnek minősíthető hazai törekvéseket a gyártókapacitás kialakításában és a gyártmányfejlesztésben.

A modern faszerkezetek gyártásában nagy tapasztalattal és hagyományokkal rendelkező országok oly módon biztosítják a szerkezetekkel kapcsolatos országos felügyeletet, hogy egy-egy faipari kutatóhelyet — az NSZK-ban például a stuttgarti Faipari Kutató Intézetet — bízzák meg a termékek folyamatos ellenőrzésével, a gyártó vállalatok kategorizálásával, illetve a különböző termékek gyártásjogának (az illető vállalat felkészültsége alapján) megadásával, vagy megvonásával.

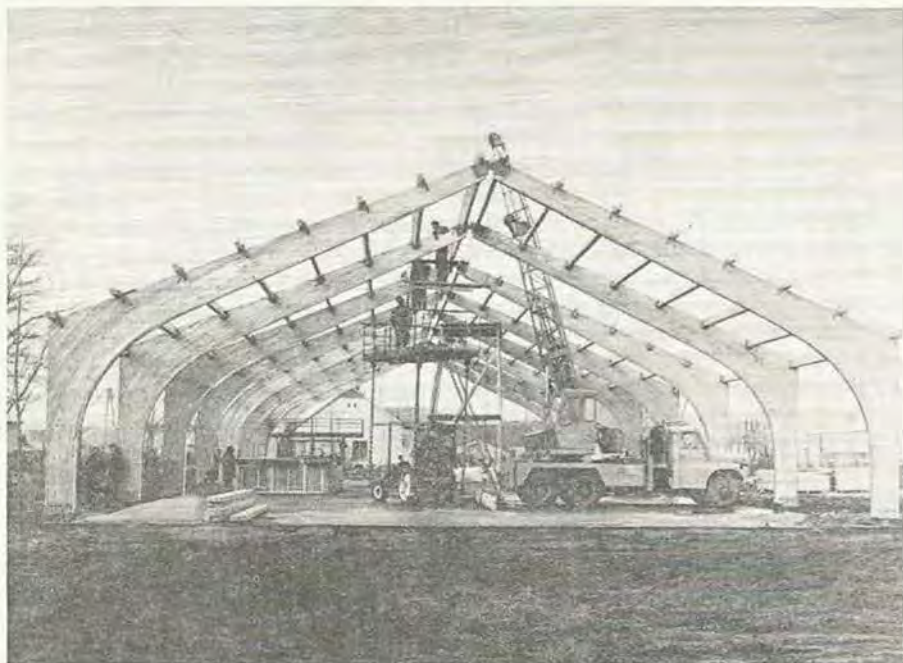
Megítélésünk szerint e feladatra hazai viszonyaink között a Faipari Kutató Intézetet hívatott.

4. A HAZAI EREDMÉNYEK ÉS LEHETŐSÉGEK

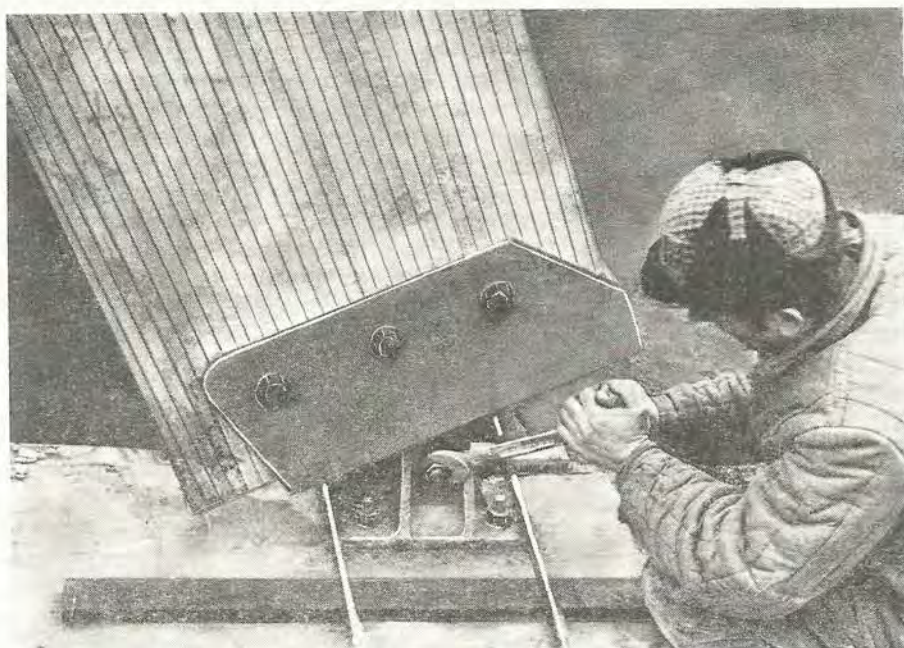
Közel tíz éve folynak a témát közvetve vagy közvetlenül érintő kutatások, amelyek eleinte fenyő alapanyaggal végrehajtott reprodukáló kutatások voltak, s csak ezt követően tértünk át a hazai fafajok (akác, nyár) alkalmazhatóságának vizsgálatára.

Az első hazai, rétegelt-ragasztott háromcsuklós főtartókkal készült épület tartószerkezetét — az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság megbízása alapján — a Faipari Kutató Intézetben alakítottuk ki.

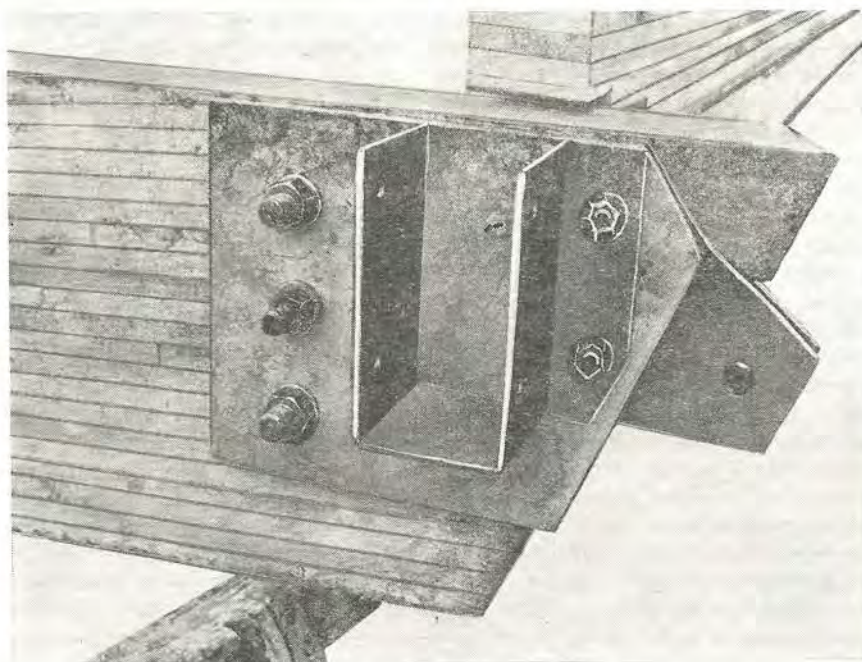
A tartóelemek alapanyaga — a határoló paneleket viselő ún. talpgerendák kivételével, melyek akácból készültek — nemes nyár. Valamennyi tartószerkezeti elem rétegelt-ragasztott kivitelben készült. A főtartók háromcsuklósak, íves kiképzésűek, az ún. vállrészen a tételhatároló elemeket megtámasztó „kiegészítéssel” (1. ábra).



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Jellemző adatok: fesztávolság	18 m,
főállaskiosztás	6 m,
vállmagasság	4 m,
középcsukló magassága	7,5 m,
lefedett terület cca.	800 m ² .

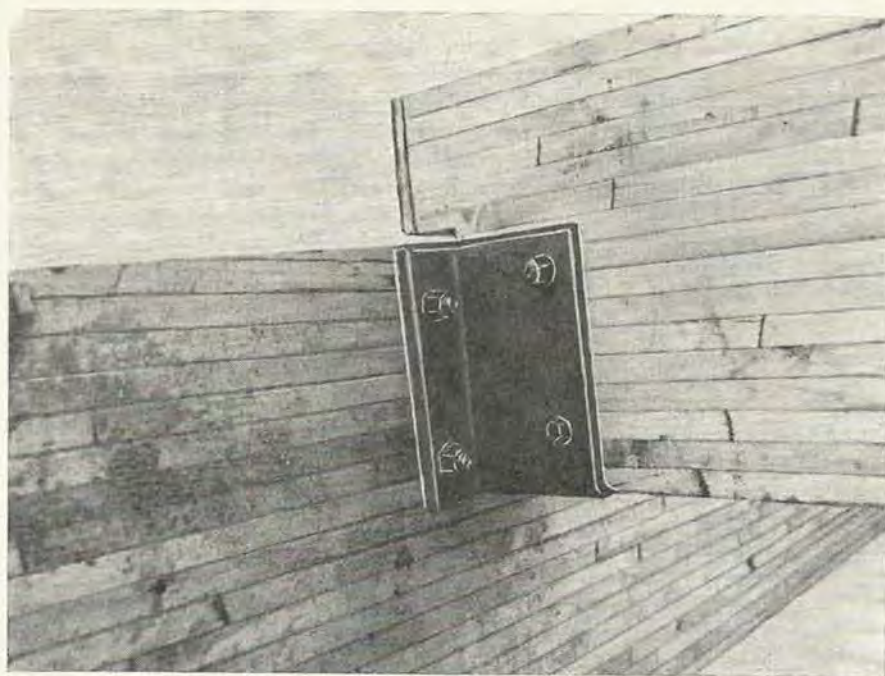
A különböző vázszerkezeti elemeket acélszerelvények alkalmazásával csatlakoztattuk. A főtartók alsó csuklójának kialakítását a 2., a felső csuklópont vasszerelvényét a 3. és a szelemeneket a főtartóhoz kapcsoló vasalást a 4. ábra szemlélteti.

A gombainfekcióval szemben csekély ellenállóságot tanúsító nyár anyagot favédő szerrel (*Pharmol HSL*), majd lakkal (*Pharmol PVK*) kezeltük.

Az épület héjalása azbesztcement hullámlemez, belső fal- és mennyezetburkolata $200 \times 50 \times 2,5$ cm táblaméretű fagyapotlemez (5. ábra). Külső burkolata — az üzemeltető kívánása alapján — trapézalumínium hullámlemez.

Az épület határoló falai rétegelt-ragasztott nyár anyagból kialakított favázis panelek, előre gyártott ablakokkal.

A kész épület külső képe (6. ábra) kevesebbet mutat a fa alapanyagú váz- és térelhatároló szerkezetek jellegéből, mint pl. a félig kész stádiumban készült felvételek, de annak bizonyítására talán elegendő e néhány felvétel, hogy hazai körülmények között, hazai alapanyagból is a legkülönbözőbb céloknak megfelelő építmények készíthetők, melyek funkcionális, esztétikai és gazdaságossági szempontból egyaránt versenyképesek más építőanyagokból készített, azonos rendeltetésű létesítményekkel.



4. ábra



5. ábra



6. ábra

A raktározásra használt csarnok belső kialakítását a 7. ábra szemlélteti.

A modern faszerkezetek lehetséges alkalmazási területei:

- üzemi csarnokok,
- raktárak,
- fedett sportlétesítmények,
- mezőgazdasági (állattartó) épületek,
- kereskedelmi és vendéglátó egységek épületei,
- hangárok,
- kiállítási csarnokok,
- autópályák, kisebb folyók átkelőhidjai stb.

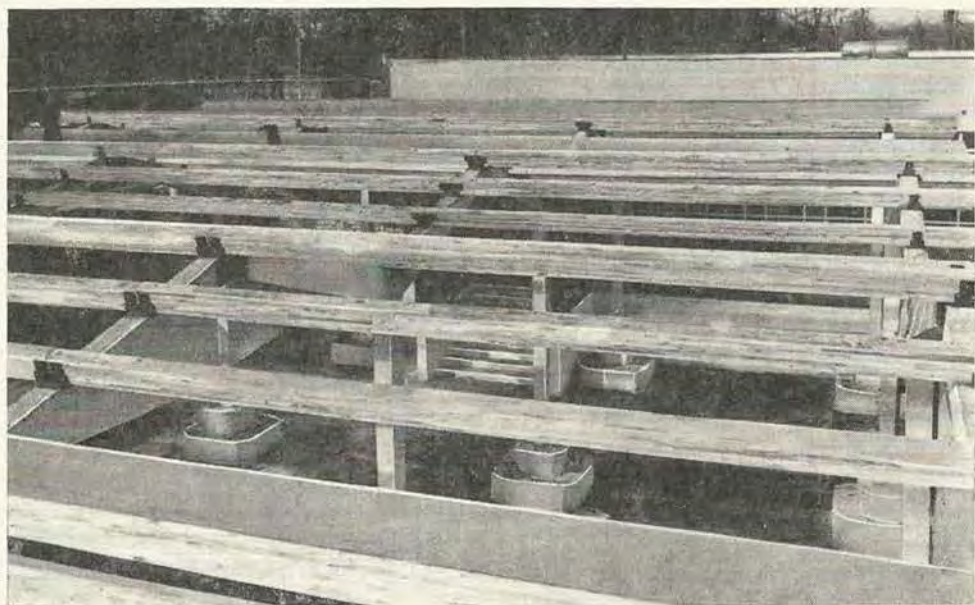
Hazánkban közismerten nagy hiány van fedett sportlétesítményekben (uszoda, Jégpálya, sport- és tornacsarnok stb.). E hiány enyhítésének egyik leginkább járható útja a más szerkezetekhez viszonyítva olcsó, esztétikus és kedvező tulajdonságokkal rendelkező faszerkezetek alkalmazása. Különösen nagy fesztávú szerkezetek esetében feltűnő a gazdaságosság.

További jelentős lépés volt a Baranya megyei Fürdő Vállalat harkányi téli fürdőjének felújításakor beépített akác alapanyagú rétegelt-ragasztott tartók elkészítése. Az eredetileg vasbeton és acélgerenda kombinációban készült téli fürdő vasszerkezetei a gyógyvíz agresszív gőzei következtében 4—5 év alatt hasznavehetetlenné váltak, így azokat fával kellett felváltani. A vasbetonból készült főtartók a helyükön maradtak. A közel 700 m² alapterületű téli fürdő 1974. decembere óta faszelemenekkel üzemel.

Az épületet szerelés közben a 8. ábra, a megnyitás utáni körülményeket a 9. ábra szemlélteti.



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Harkányban folyamatban van egy további favázis kísérleti uszodaépület építése a IV. számú termálmedence részbeni lefedésére.

Jellemző adatok: fesztáv	37,24 m,
legnagyobb magasság	8,34 m,
főállaskiosztás	4,00 m,
lefedett terület cca.	800 m ² .

A főtartók iker megoldással, 2-2 db 10 cm széles főtartó 10 cm vastag távtartóbetét közbeiktatásával, összecsavarozva készülnek. Az épület határoló falai egyrétegű alumínium keretes üvegfalak, héjalása és a homlokzatok burkolóanyaga egyrétegű 40/300-as kísérleti poliészter trapézlemez.

A Faipari Kutató Intézet közreműködése és ellenőrzése mellett az *AGROKOMPLEX* velencei telephelyén megkezdték a rétegelt-ragasztott tartószerkezetek üzemszerű gyártását. Az üzem termékeinek túlnyomó többsége különböző mezőgazdasági épületek — állattartó épület, műtrágyarakar stb. — céljait szolgálja, egyre fokozódó érdeklődés tapasztalható azonban más jellegű épületek (uszoda, üzemszarnok stb.) iránt is. Néhány további — a megfelelő feltételekkel rendelkező — gyártó vállalat fedezni tudná az ország várható szükségleteit.

Összefoglalás

Az eddigi kísérleti eredmények és tapasztalatok alapján megállapítjuk, hogy a viszonylag nagy tömegben rendelkezésre álló fafajok (nyár, akác) alkalmasak a különféle modern faszerkezetek céljára. A Faipari Kutató Intézetben kialakított és elkészített kísérleti épületek azt is bizonyították, hogy nincs akadálya a nagy fesztávú íves szerkezetek hazai lombos faanyagból való gyártásának sem.

Ugyanakkor hangsúlyozni kell, hogy az említett szerkezetek csak megfelelő szakmai hozzáértéssel és irányítással tervezhetők és kivitelezhetők.

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СЛОИСТОЙ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

ДЬЮЛА ВИТТМАНН

дипл. инженер-лесовод, научный сотрудник

АНДРАШ ПЛУЖИК

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, научный сотрудник

На основе достигнутых результатов исследований и опытов определили, что для различных современных конструкций из древесины пригодны, имеющиеся в большом количестве виды древесины (тополь, акация). Формированные и изготовленные в Научно-Исследовательском Институте деревообрабатывающей промышленности опытные здания, служат доказательством того, что нет препятствий для производства из отечественных лиственных древесных материалов дугообразных конструкций с большим пролетом.

В то же время надо отметить, что планирование и создание вышеупомянутых конструкций может происходить при соответствующем знании и направлении специалиста.

**RECENT RESULTS OF THE APPLICATION OF THE HOME FABRICATED
GLUED-LAMINATED TIMBER SUPPORTING STRUCTURES****GYULA WITTMANN**

Graduate of the University of Forestry, scientific research worker

ANDRÁS PLUZSIK

Graduate of the University of Woodworking Industry, scientific research worker

On the basis of the experimental results obtained so far, it can be laid down as a fact that the species available in a relatively large scale (i.e. poplar, acacia) are suitable for manufacturing various up-to-date timber supporting structures. The experimental buildings made at the Research Institute of Woodworking Industry proved that there is no objection to fabricate the arched structures of large span from the home grown broadleaved wood.

At the same time it should be emphasized that the planning and construction of the mentioned structures cannot be carried out without an adequate expertise and management.

**NEUE ERGEBNISSE AUF DEM GEBIET DER HEIMISCHEN VERWENDUNG
DER LAMELLIERT—VERLEIMTEN TRAGKONSTRUKTIONEN AUS HOLZ****GYULA WITTMANN**

Dipl. Forstingenieur, wissenschaftlicher Mitarbeiter

ANDRÁS PLUZSIK

Dipl.-Ing. der Holzverarbeitenden Industrie, wissenschaftlicher Mitarbeiter

Auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen ist es feststellbar, dass die verhältnismässig in einem grossen Ausmass zur Verfügung stehenden Holzarten (Pappel, Akazie) für die Herstellung der verschiedenen zeitgemässen Holzkonstruktionen geeignet sind. Auch die in dem Forschungsinstitut für Holzindustrie hergestellten Untersuchungsgebäude bestätigten, dass kein Hindernis der Herstellung von Bogenträgern mit grosser Spannweite aus einheimischen Laubhölzern im Wege steht.

Es muss aber betont werden, dass die Planung und Ausführung der erwähnten Konstruktionen nur nach entsprechender Fachkenntnis und Leitung geschehen darf.

ÉPÍTŐELEM-SZERKEZETI CSOMÓPONTOK MECHANIKAI, ÉPÜLETFIZIKAI IGÉNYBEVÉTELÉNEK ELEMZÉSE

SZŐKE LAJOSNÉ

okl. faipari mérnök, tudományos munkatárs

BEVEZETŐ

A forgácslapokból készített építőipari szerkezetek méretezése mind a mai napig megoldatlan probléma. A szokásos statikai számításokban ugyanis figyelmen kívül maradnak a nedvességváltozás által okozott alakváltozások, és az ezekből eredő feszültségek. A terhelő-erőkből és az alakváltozásokból adódó feszültségek együttes fellépését egyelőre csak a szuperpozíció elvén tudjuk számítani. A tényleges feszültségek kialakulását kísérletekkel lehet csak ellenőrizni. A következőkben ismertetett méretezési módszer más kutatási témában mért tényleges alakváltozási értékek felhasználásával, különböző nedvességváltozási esetekre ad használható számítási elvet, amelyet egy — a *Nyugatmagyarországi Faiparászati Kombinát* által sorozatgyártásra szánt — épülettérellem számításán keresztül mutatunk be.

1. A SZERKEZET ISMERTETÉSE

A *Nyugatmagyarországi Faiparászati Kombinát* jelenleg a gyártmányfejlesztése keretén belül egy kompletten szállítható és beemelhető vizesblokk kifejlesztésével foglalkozik. A térelem fürdőszoba- és W.C.-egységből áll. Az összeépítési mód mindkét elemnél azonos szerkezetű.

Felépítése: \perp szögvas keret betonlajazzattal mint teherhordó és merevítő szerkezet, ezen nyugszik a 2 db 16 mm-es forgácslapból álló oldalak által határolt dobozszerkezet. A két térelem közül a kritikusabb a fürdőszobaegység, mert azonos keresztmetszetű szögacélnak ennél az egységénél nagyobb terhet kell viselnie. Méretezéskor tehát ezt az egységet választottuk. A térelem fő méreteit és szerkezeti összeépítését a mellékelt rajz mutatja (1., 2., 3. ábra).

1.1 A térelem statikai ellenőrzése

A statikai ellenőrzést négy részre bontottuk:

- alapkeret ellenőrzése,
- falak önhordásának ellenőrzése,
- falak helyi kihajlásának ellenőrzése,
- sarokkötések ellenőrzése.

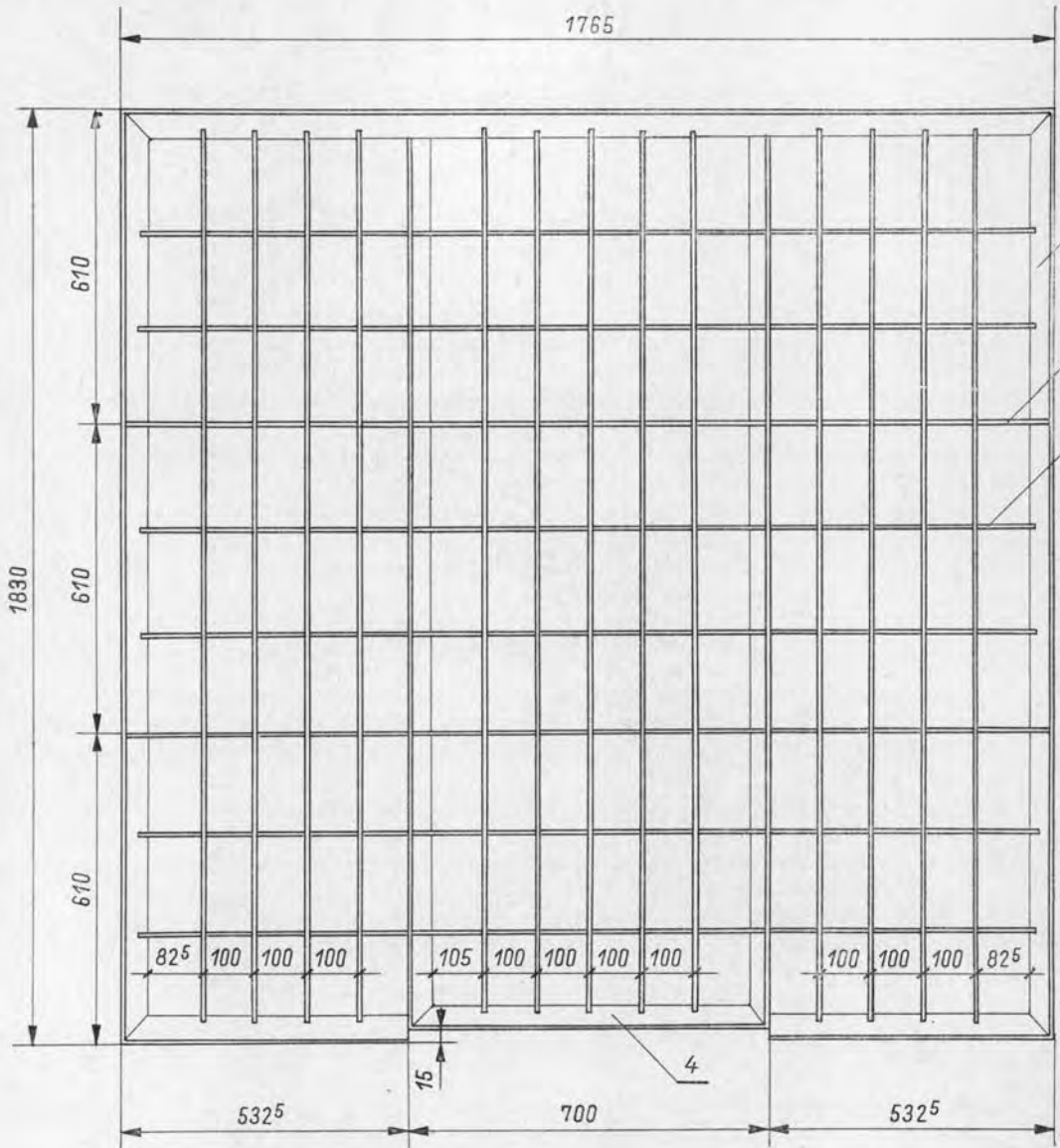
A térelem egy oldalának önsúlya: $G' = 324$ kp (mért érték).

A mozgatóskor és beemeléskor figyelembe veendő szorzótényező:

$$a = 1,3.$$

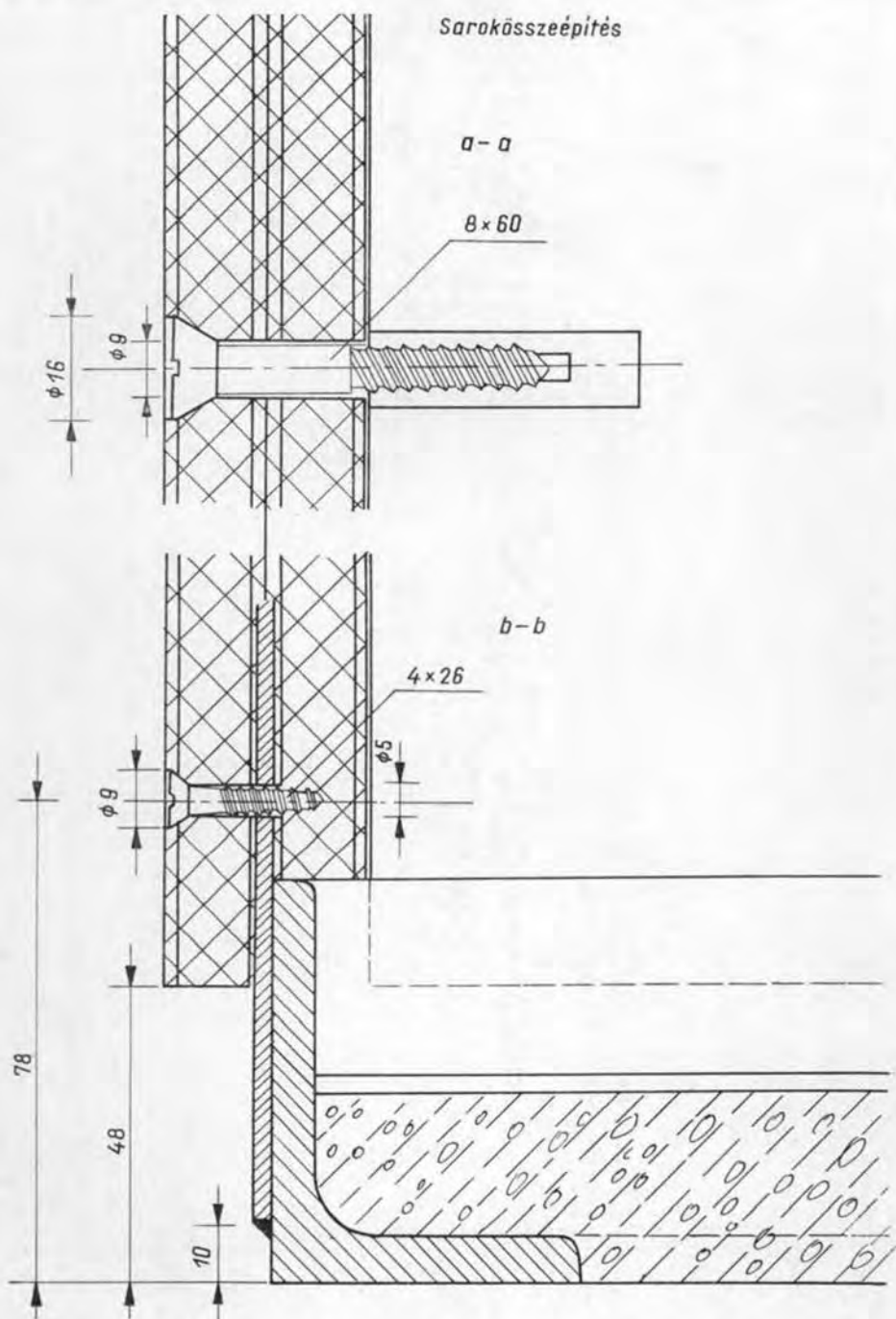
Alapkeret vasalása

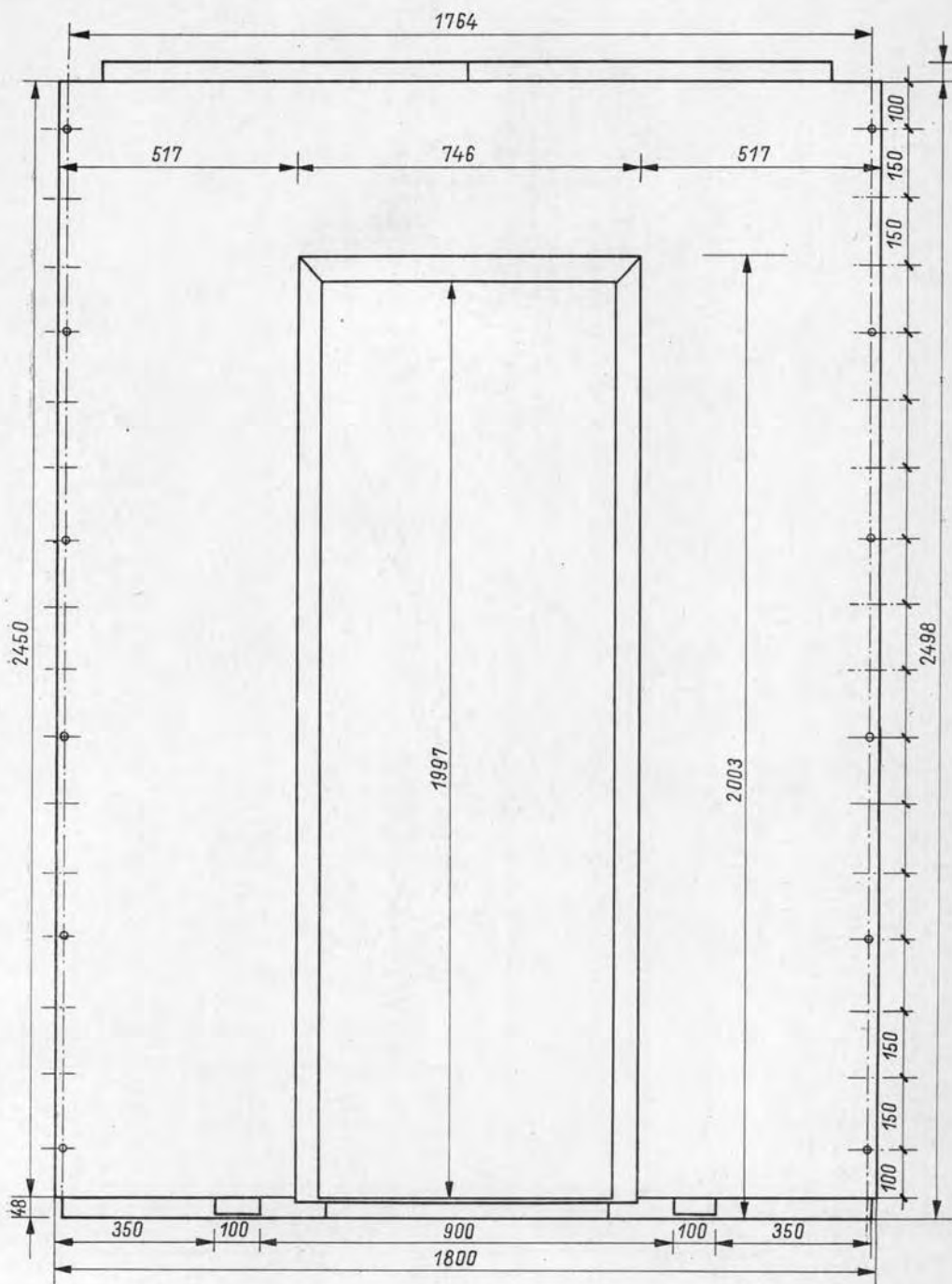
M = 1:10



1. 75×55×7L szelvény
2. 6×20 hengerelt laposacél
3. $\phi 6$ betonacél
4. 60×40×5 L szelvény

1. ábra



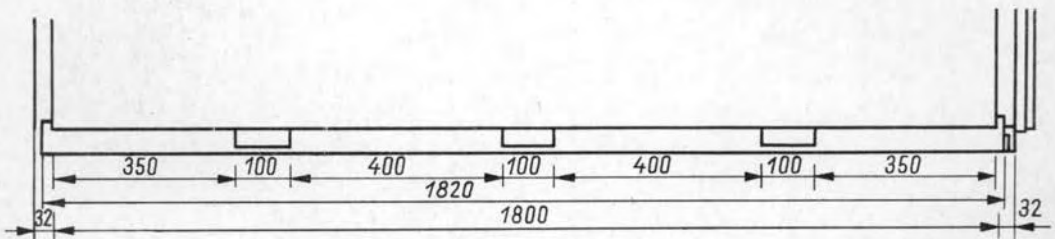


3. ábra

Térellem fő méretei

M = 1:10

- ϕ $\phi 8$ süllyesztett fejű facsavar
- ϕ $\phi 8$ köldökcsap



A szerkezet számításakor így figyelembe vett önsúly

$$G = a \cdot G' = 421 \text{ kp.}$$

1.11 Alapkeret ellenőrzése

Mérete: $L75 \times 55 \times 7$ szögacél 183 cm hosszban.

Anyaga: A 37·12 F ötvözetlen szerkezeti acél,

$$\sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

Figyelembe vett terhelések:

$$q_1 = 6,80 \text{ kp/fm (acél önsúlya),}$$

$$q_2 = \frac{421}{18,3} = 231 \text{ kp/fm (falak önsúlya).}$$

Táblázati értékek:

$$e_x = 2,40 \text{ cm,}$$

$$e_y = 1,41 \text{ cm,}$$

$$F = 8,66 \text{ cm}^2,$$

$$G = 6,80 \text{ kp/fm,}$$

$$I_x = 47,9 \text{ cm}^4$$

$$K_x = 9,39 \text{ cm}^3,$$

$$i_x = 2,35 \text{ cm,}$$

$$I_y = 21,8 \text{ cm}^4,$$

$$K_y = 5,32 \text{ cm}^3,$$

$$i_y = 1,59 \text{ cm,}$$

$$I_\xi = 57,9 \text{ cm}^4,$$

$$i_\xi = 2,59 \text{ cm,}$$

Mért értékek (4. ábra):

$$a = 1,9 \text{ cm,}$$

$$u = 2,6 \text{ cm,}$$

$$c = 1,55 \text{ cm,}$$

$$d = 1,75 \text{ cm,}$$

$$w = 4,5 \text{ cm,}$$

$$v = 1,5 \text{ cm,}$$

Számított érték az xy tengely és a fő tehetetlenségi tengelyek által bezárt szög (δ):

$$I_\xi = \frac{I_y \cos^2 \delta - I_x \sin^2 \delta}{\cos 2\delta}$$

$$I_\eta = 11,8 \text{ cm}^4,$$

$$i_\eta = 1,17 \text{ cm.}$$

$$\delta = 40^\circ 36'$$

A szögvas tartót ebben az esetben a hajlítónyomatékon kívül nyíróerő és csavarónyomaték is terheli. Mivel a tartó két vége befogott, a mértékadó keresztmetszet nem a tartó közepén, hanem a befogás közvetlen közelében van. A nyíróerő és nyomaték itt a legnagyobb, míg a csavarónyomaték a fél tartó mentén állandó.

Hajlítónyomatékból keletkező feszültségek megállapítása

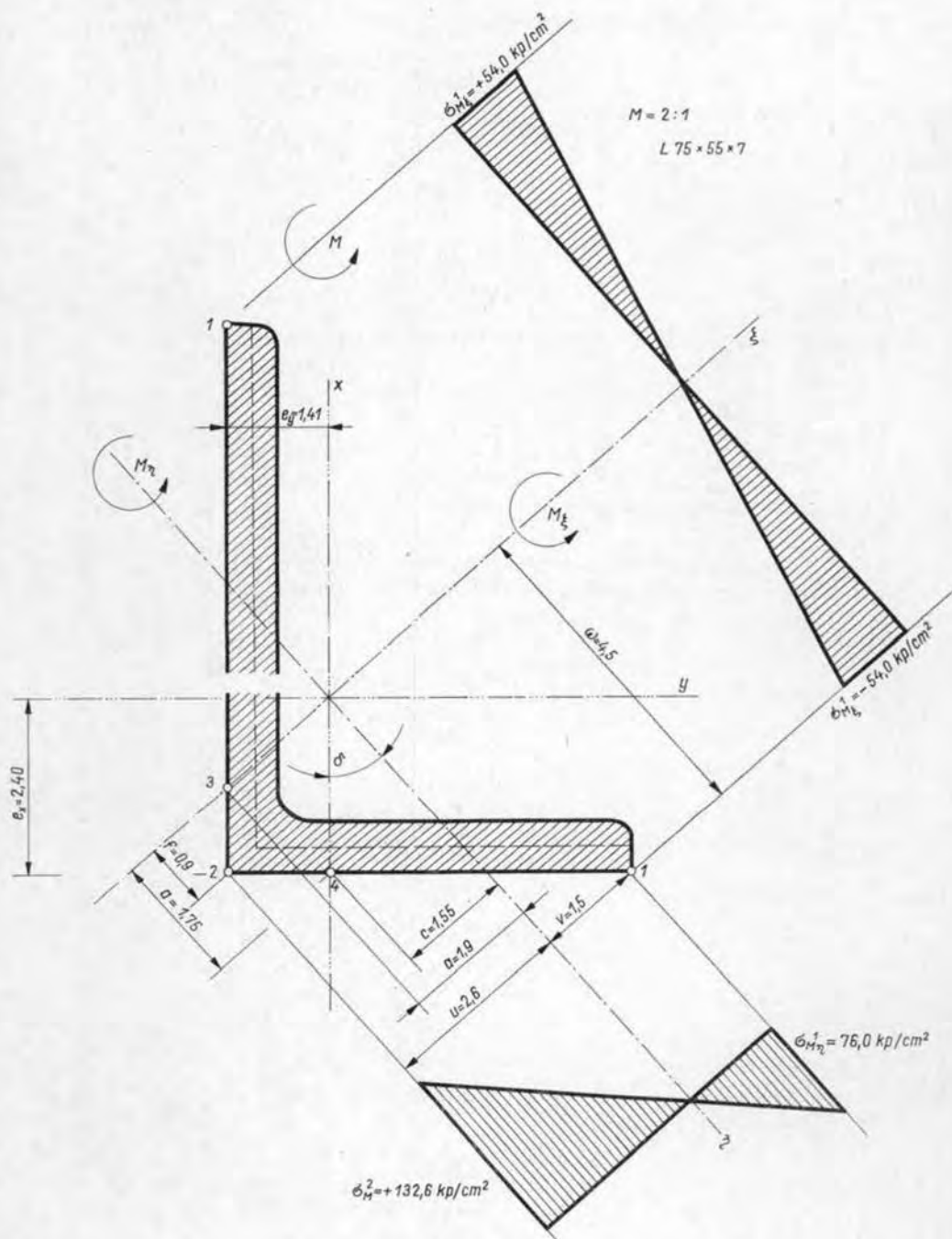
Nyomaték nagysága a befogásnál:

$$\text{állandó teherből: } M_a = -q_1 \frac{1^2}{12} = -1,9 \text{ kpm,}$$

$$\text{hasznos teherből: } M_h = -q_2 \frac{1^2}{12} = -64,2 \text{ kpm.}$$

Mértékadó nyomaték:

$$M_M = \gamma_a M_a + n M_h = 1,1 \cdot 1,9 + 1,4 \cdot 64,2 = 92 \text{ kpm.}$$



4. ábra

Fő tehetetlenségi síkokra eső összetevők:

$$M_{\eta} = M_M \sin 49^{\circ}40' = 60,0 \text{ kpm},$$

$$M_{\xi} = M_M \cos 49^{\circ}40' = 69,8 \text{ kpm}.$$

Az 1. pontban keletkező feszültségek:

$$\sigma_{M1} = \sigma_{1M\xi} + \sigma_{1M\eta} = \frac{M_{M\xi}}{I_{\xi}} w + \frac{M_{M\eta}}{I_{\eta}} \cdot u = 1305,2 \text{ kp/cm}^2.$$

A 2. pontban keletkező feszültségek:

$$\sigma_{M2} = \frac{M_{M\eta}}{I_{\eta}} \cdot u = 1322,0 \text{ kp/cm}^2.$$

A 3. és 4. pontban keletkező feszültségek (arányosságból számítva).

$$\sigma_{M3} = \sigma_{M2} \frac{a}{u} = 966,1 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{M4} = \sigma_{M2} \frac{c}{u} + \sigma_{M1} \frac{d}{w} = 999,1 \text{ kp/cm}^2$$

Nyíróerőből adódó feszültségek megállapítása

Az 1. és 2. pontban a nyírófeszültség értéke nulla. A 3. és 4. pontban keletkező feszültségek számításakor a szögvasarok-lekerékítéket elhanyagolhatjuk.

Nyíróerő nagysága a befogásnál:

$$\text{állandó teherből: } R_a = q_1 \cdot l/2 = 5,9 \text{ kp},$$

$$\text{hasznos teherből: } R_h = q_2 \cdot l/2 = 210 \text{ kp}.$$

Mértékadó nyíróerő:

$$R_M = \gamma_a R_a + n R_h = 300,5 \text{ kp},$$

$$I_x = 47,9 \text{ cm}^4,$$

$$S_3 = 5,83 \cdot 0,7 \cdot 1,04 = 4,3 \text{ cm}^2$$

$$S_4 = 6,09 \cdot 0,7 \cdot 3,05 = 12,8 \text{ cm}^2$$

A 3. és 4. pont feletti keresztmetszetrésznek a keresztmetszet súlyvonalára vett statikai nyomaték.

A 3., 4. pontban keletkező feszültségek:

$$\tau_{M3} = \frac{R_M \cdot S_3}{I_x \cdot z} = 38,6 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\tau_{M4} = \frac{R_M \cdot S_4}{I_x \cdot z} = 114,8 \text{ kp/cm}^2.$$

Csavarónyomatékból keletkező feszültségek megállapítása

Csavarási középpont: a szárak középvonalainak metszéspontja.

Csavarónyomaték a befogásnál:

$$\text{állandó teherből: } M_{\text{csa}} = \frac{g_1 l \cdot 1,06}{2} = 6,3 \text{ kpcm},$$

$$\text{hasznos teherből: } M_{\text{csh}} = \frac{g_2 l \cdot 7,15}{2} = 1501,5 \text{ kpcm},$$

Mértékadó csavarónyomaték:

$$M_{csM} = \gamma_a M_{csa} + n M_{csh} = 2109,0 \text{ kpcm}$$

$$K_{cs} = \frac{1}{3} d^2 (A + B - 1,6d) = 1,9 \text{ cm}^3$$

Csavaró feszültség:

$$\sigma_{cs} = \frac{M_{csM}}{K_{cs}} = 1110 \text{ kp/cm}^2$$

Feszültségek összegezése

Mivel a terhelés hatására tengelyirányú húzó- és nyírófeszültség keletkezik, a feszültségeket síkban összegezzük.

1. pontban:

$$\sigma_{M1} = 1305,2 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau M^1 = 0, \quad \tau_{csM}^1 = 1110 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 2324 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

2. pontban:

$$\sigma_{M2} = 1322,0 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau M^2 = 0, \quad \tau_{csM}^2 = 1110 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red} = 2333 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

3. pontban:

$$\sigma_{M3} = 966,1 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau M^3 = 38,6 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau_{csM}^3 = 1110 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red} = 2211 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

4. pontban:

$$\sigma_{M4} = 999,1 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau M^4 = 114,8 \text{ kp/cm}^2, \quad \tau_{csM}^4 = 1110 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red} = 2324 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

A σ_{red} és σ_H összehasonlításából nyilvánvaló, hogy a szögvaskeret egyedül nem képes felvenni a fellépő igénybevételeket. Ezért a szögvaskerethez hegesztett betonacél által felvehető csavarófeszültséget levonjuk a mértékadó csavarónyomatékból, az így kapott értéket vesszük figyelembe a redukált feszültségek számításakor.

$$n = 8 \text{ db}, \quad \varnothing = 6 \text{ cm}, \quad K_{cs} = \frac{\pi d^3}{16} = 0,042 \text{ cm}^3,$$

$$K_{cs, \text{össz.}} = 8 K_{cs} = 0,34 \text{ cm}^3,$$

$$\sigma_{meg.} = 1800 \text{ kp/cm}^2,$$

$$M_{cs} = K_{cs, \text{össz.}} \cdot \sigma_{meg.} = 612 \text{ kpcm},$$

$$M_{csM} = 2109 - 612 = 1597,0 \text{ kpcm},$$

$$\sigma_{cs} = \frac{M_{csM}}{K_{cs}} = 841 \text{ kp/cm}^2.$$

Feszültségek összegezése

$$\sigma_{red.}^1 = 1965 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red.}^2 = 1966 \text{ kp/cm}^2 > \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red.}^3 = 1804 \text{ kp/cm}^2 < \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\sigma_{red.}^4 = 1933 \text{ kp/cm}^2 < \sigma_H = 1950 \text{ kp/cm}^2.$$

Az L szögacél keret igénybevételeiből eredő feszültségek tehát súrolják a határfeszültség értékét. Amennyiben továbbra is 75 mm-es L-acélt használnak fel a keret építéséhez, egyenlő-szárú acél használata célszerű, vagy pedig — a csavarónyomaték további csökkentése végett — az L-vas fordított beépítése.

1.12 Falelemek ellenőrzése

A falelemek általában az alap és zárófödém között csuklósan megtámasztottnak tekinthetők. A falelemeket külpontos nyomásra, ill. külpontos nyomásra és egyidejűleg hajlításra kell méretezni.

A nyomóerő külpontosságát a következő értékekből nyerhetjük:

- inhomogenitásból eredő külpontosság $0,01 v = \Delta_1$,
 - az elem görbültségéből keletkező excentricitás a megengedhető mérettűrés 0,5 része = Δ_2 (élgörbeség megengedett mértéke $L/3000$),
 - a tényleges geometriai külpontosság, a terv szerinti súlyvonal külpontossága = Δ_3 ,
 - az erő bevezetésének külpontossága = Δ_4 ,
 - a relatív hőmérséklet és nedvességtartalom okozta kigömbülés maximális értéke = Δ_5 .
- A halmozott excentricitás max. értéke: $e \leq 0,2 V$.

Az erőtani követelmény igazolása során azt kell kimutatni, hogy a szerkezeti elem mértékadó állapota nem kedvezőtlenebb, mint a vonatkozó határállapot.

A mértékadó igénybevétel — vagyis a panel tervezett élettartama alatt várható legnagyobb igénybevétel kiszámítása során az állandó terheket szórási tényezővel, az esetleges terheket biztonsági tényezővel növelt értékkel vonjuk be a számításba.

Az emelés, mozgatás, szállítás során fellépő esetleges terheket $n = 1,3$ dinamikus tényezővel kell növelni. A manipulációs terhek és hatások ideiglenes jellegűnek tekinthetők, és azokat a manipulációs folyamat és a szerelési technológia figyelembevételével kell meghatározni.

A kihajlási hullámhossz számításakor a falelemek megtámasztási viszonyaitól függően csökkentő szorzók alkalmazhatók. Ha B a megtámasztások közötti, ill. a megtámasztás és szabad falvég közötti távolság és H a fal magassága, a módosított kihajlási hossz: $L = K \cdot H$.

Jelen panel 3 oldalon befogott, módosított hullámhossztáblázat alapján $L = K \cdot H = 0,67 \cdot 245 = 164$ cm.

Határfeszültséget csökkentő tényezők a kis külpontossággal nyomott falelemeknél:

$$\varphi = \frac{1}{0,9 + \frac{\lambda^2}{64}} \quad \text{de max. } \varphi \leq 0,8$$

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{164}{0,92} = 187,$$

$$\varphi = 0,002.$$

Felületek: $F = 585,6 \text{ cm}^2$,

$$F_{\text{közp.}} = 468,5 \text{ cm}^2.$$

Ellenőrzés:

$$N_H = \varphi \sigma_H \cdot F > N_H \text{ közp.} = \varphi \sigma_H \cdot F_{\text{közp.}} \quad \sigma_H = 90 \text{ kp/cm}^2,$$

$$N_H = 105,4 \text{ kp}; \quad N_H \text{ közp.} = 84,0 \text{ kp},$$

$$\sigma_{\text{mért}} = \frac{N}{F} + \frac{M}{K},$$

$$\sigma_{\text{mért}} = 3,9 \text{ kp/cm}^2 < \sigma_H = 90 \text{ kp/cm}^2.$$

A falelem tehát kis külpontosságú nyomásra megfelel.

1.13 Helyi kihajlás ellenőrzése

A farost- és forgácslemezek helyi kihajlásának ellenőrzésénél igazolni kell, hogy:

$$\left(\frac{\sigma_1}{1,2 \cdot \sigma_{H1}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_1}{\tau_{H1}} \right)^2 \leq 1,0,$$

ahol: σ_{H1} és τ_{H1} = a vizsgált mezőben keletkező normál és nyírófeszültség az összetett igénybevételből eredően,

$\sigma_{H1} = K\sigma_E$ nyomófeszültség határértéke,

$\tau_{H1} = K\tau_E$ nyírófeszültség határértéke,

$$\sigma_E = 0,8 \cdot E_m \left(\frac{V_1}{b} \right)^2 \text{ műfa Euler-féle képlete,}$$

ahol:

V_1 = lemez vastagsága,

b = kihajlási hossz,

E_m = megengedett rugalmassági tényező = 0,66 E .

A K_σ és K_τ módosító tényezők a megtámasztás arányaitól függenek

$$K_\sigma = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha} \right)^2 = 4,66, \quad (\alpha \rightarrow \text{táblázatból vehető})$$

$$K_\tau = 4,0 + \frac{5,4}{\alpha^2} = 16,27. \quad (\alpha \rightarrow \text{táblázatból vehető})$$

Az értékek behelyettesítése után a helyi kihajlás ellenőrzésére kapott érték: $0,028 \leq 1,0$, tehát a falelem helyi kihajlásra megfelel.

1.14 Sarokillesztés ellenőrzése

Csavarozás ellenőrzése

A térelem sarokillesztése 6 db $\varnothing 8$ mm-es süllyesztett fejű facsavarral történik:

$\tau_H = 1150 \text{ kp/cm}^2$, $\sigma_{pH} = 3200 \text{ kp/cm}^2$, (határfeszültségek táblázatból vehetők)

$P_M = 210,5 \text{ kp}$.

$$\text{Nyírás: } D_\tau = \frac{\pi d^2}{4} \tau_H = 577,8 \text{ kp.}$$

Palástnyomás: $D_{\sigma'p} = d \cdot v \cdot \sigma_{pH} = 8192,0 \text{ kp}$,

$D_H = D_{r'} + D_{\sigma'p} = 8769,8 \text{ kp}$,

$$n_{sz} \cong \frac{P_M}{D_H},$$

$n_{sz} = 0,02 < n_t = 6 \text{ db}$.

Forgácslap ellenőrzése palástnyomásra

$$P_p = dv \cdot \sigma_{fp} \sigma_{fpH} = 90 \text{ kp/cm}^2,$$

$$\frac{P}{ndv} = \sigma_{fp} \cong \sigma_{fpH},$$

$$\sigma_{fp} = 13,70 \text{ kp/cm}^2 < \sigma_{fpH} = 90 \text{ kp/cm}^2.$$

A sarokillesztések a szilárdságtani követelményeknek megfelelnek.

2. FAFORGÁCSLAP-SZERKEZETEK NEDVESSÉGTARTALOM-KÜLÖNBSÉGÉBŐL EREDŐ IGÉNYBEVÉTELEK SZÁMÍTÁSA

A faipari szerkezetek gazdaságos méretkialakításához elengedhetetlenül szükséges a szilárdságtani számítások elvégzése. Ennek első lépéseként a fellépő igénybevételek nagyságát kell meghatározni.

A téma arra a kérdésre kíván választ adni, hogy a faforgácslapokból készült építőipari termékeknel a nedvességtartalmi különbségekből eredő igénybevételek az állandó terhelésből eredő igénybevételekhez képest nagyságrendileg a szerkezetek méretezésekor elhanyagolhatóak, vagy az ellenőrzésnél figyelembe kell azokat venni.

A számítást két részre bontottuk:

a) önsúlyból eredő állandó terhelésből adódó igénybevételek számítása,

b) járulékos terhelésből — nedvességtartalmi különbségből — eredő igénybevételek számítása, amely magában foglalja a gyártás során fellépő nedvességtartalmi különbségeket, valamint a faforgácslap szerkezet két oldalára ható, eltérő nedvességtartalmú klíma hatását is.

Az igénybevételek a tárcsa síkjában és rá merőleges síkban jelentkeznek. A méretezés jelenleg csak a tárcsasíkból fellépő igénybevételekkel foglalkozik. Mindenképpen szükséges a teljességhez az, hogy a merőleges síkban jelentkező erőhatásokkal is számoljunk. Ezzel azonban itt nem foglalkozunk, egy későbbi méretezés feladata lesz ennek a kidolgozása.

2.1 A számítás menete

A számítás tárgyát képező szerkezet keretszerkezetes, faforgácslapból készült falpanel elem. Terhelés meghatározása: a beépített anyag önsúlyát az alsó vízszintes kereten átadódó, egyenletesen megoszló terhelésként vettük figyelembe. A befogás módja: két helyen oldalt is rögzített, felső fix csuklós, alsó mozgó csuklós befogás.

Az igénybevételek szempontjából mint szimmetrikus, elmozduló csomópont alakzatú keret kezelhető. A számítást *Cross—Morris*-módszerezellel végeztük. Az egyszerűsítés abból állt, hogy az eltoló erőket és az ezek következtében fellépő kezdeti befogási nyomatékokat előre meghatároztuk, és ezek a külső terhelésből kapott befogási nyomatékokkal együtt vettek részt a további számításban.

A hosszadalmas számítás leközlésének elkerülése végett a *Cross*-módszer számítási menetét közöljük:

A számításhoz szükséges szilárdságtani alapfogalmak:

— a keretszerkezetekbe beépített rudaknak két típusa lehet:

a) mindkét végén befogott,

b) egyik végén befogott, a másik csuklós vagy szabadon támaszkodó.

Saroknyomaték: a rúdvégnek a befogószerkezetre gyakorolt forgató hatása. A befogószerkezet egyformán lehet a csomópont vagy a külső megfogás befogószerkezete.

A saroknyomaték előjelszabálya a pozitív saroknyomaték, a befogószerkezetet az óramutató járásával egyező irányban igyekszik forgatni. Az előjelszabály az egész szerkezetre érvényes, és független a rudak helyzetétől (5. ábra). A saroknyomaték képletei a legfontosabb terhelési esetekre kidolgozott segédletekből vehetők. Eltérő esetekben a saroknyomatékokat külön meg kell határozni. Ez lehetséges *Castigliano* tételével, *Clapeyron*-egyenletekkel vagy *Mohr*-féle eljárással. A használt segédlet szerint a saroknyomaték nagysága megegyezik az eddigiekben befogási (reakció-) nyomaték néven ismert mennyiséggel, de azt most a definíció szerint és az előjelszabálynak megfelelően kell értelmezni.

A merevségi tényező általános képlete

$$m = C \frac{J}{l}$$

ahol:

J = inercianyomaték,

l = a rúd hossza,

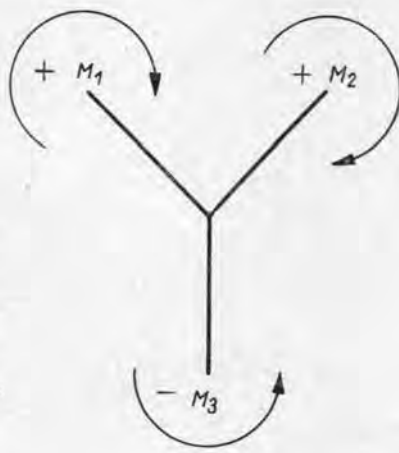
C = a rúdvégek megfogására jellemző állandó.

C értéke:

— teljes befogás a rúd túlsó végén $m = 1,0 \frac{J}{l}$;

— csuklós megfogás a rúd túlsó végén $m = 0,75 \frac{J}{l}$;

— konzoltartó $m = 0,25 \frac{J}{l}$.



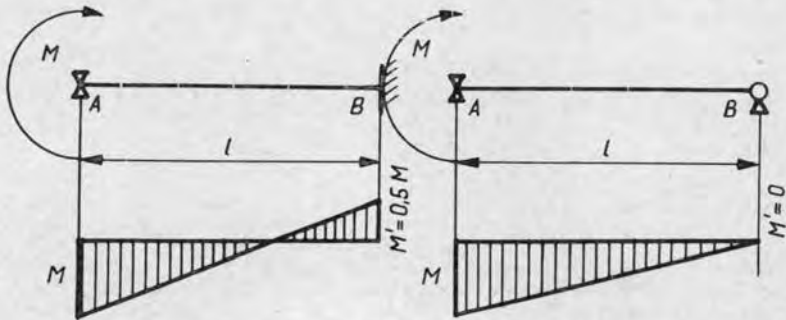
5. ábra

A merevségi tényező értelmezése: a rúd ellenállóképessége a rúd végére ható M_0 forgató hatásával szemben, ami az M_0 : φ viszonyzámmal arányos (φ az M_0 által előidézett elfordulás).

Átviteli tényező és nyomatékatvitel: a rúd egyik végén levő csomópontot terhelő saroknyomaték egy része átadódik a rúd másik végén levő csomópontra. Ez utóbbit átvitt nyomatéknak nevezzük. Az átvitt nyomatéknak az

$$M' = \gamma M$$

képlettel való kiszámítása a nyomatékatvitel. A γ átviteli tényező értéke a másik rúdvég megfogásmódjától függ. Ha a másik rúdvég tökéletesen befogott, $\gamma = 0,5$; ha pedig a másik rúdvég csuklós vagy szabadon támaszkodó, akkor $\gamma = 0$. Az átviteli tényező értéke mindig pozitív, nyomatékatvitelkor nincs előjelváltás (6. ábra).



6. ábra

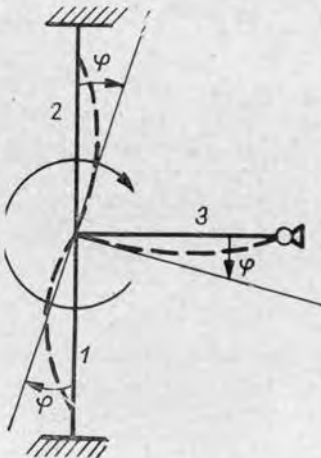
Nyomatékosztó és nyomatékosztás. Ha a keretszerkezet csomópontjára a szerkezet síkjában M_0 forgatónyomaték működik (M_0 a rudakat terhelő erőkből adódó saroknyomatékok eredője), akkor valamennyi rúdvég keresztmetszete ugyanakkora szöggel fordul el, amiből következik, hogy a rúdvégek az M_0 nyomatékon merevségi tényezőik arányában osztoznak (7. ábra).

Ha az egyes rúdvégekre jutó résznyomatékok M_{01} , M_{02} , M_{03} , akkor

$$\begin{aligned} M_{01} + M_{02} + M_{03} &= M_0 \\ M_{01} &= \mu_1 M_0 \\ M_{02} &= \mu_2 M_0 \\ M_{03} &= \mu_3 M_0 \end{aligned}$$

μ_1 , μ_2 , μ_3 , a nyomatékosztók a következő képlettel számíthatók:

$$\mu_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3} \quad \mu_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2 + m_3} \quad \mu_3 = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3},$$



és általában, ha a csomópontban n rúd fut össze:

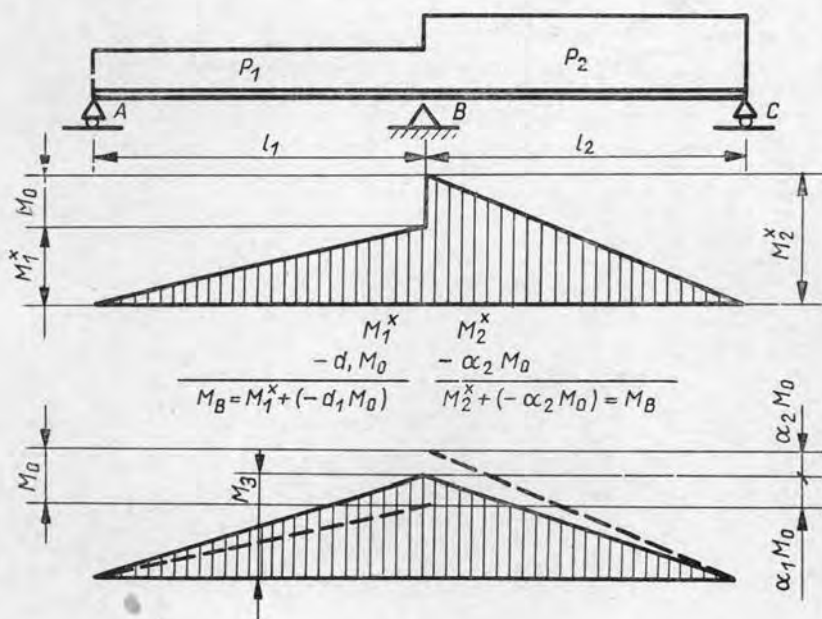
$$\mu_i = \frac{m_i}{\sum m_n}$$

A résznyomatékok meghatározását nevezzük nyomatékosztásnak.

Nyomatékellensúlyozásnak nevezzük a külső terhelésekből adódó és a csomópontot elforgatni törekvő M_0 nyomaték kiegyensúlyozását az ellentétes értelmű és ugyanolyan nagyságú nyomaték működtetésével.

Minden csomópontot az elfordulás ellen mereven befogottnak képzelünk, és meghatározzuk táblázatok alapján a külső terhelésekből adódó saroknyomatékokat.

7. ábra



8. ábra

Ezután az egyik csomópontot az elfordulás elleni rögzítés alól felszabadítva képzeljük, nyomatékgyensúlyozást és nyomatékátvitelt végzünk, a kapott számértékeket beírjuk, és az illető csomópontot az elfordulás ellen ismét rögzítettnek képzeljük. Ezt a műveletet valamennyi csomópontra el kell végezni.

A számítás ezzel még nem ér véget, mert az egyes csomópontokon a nyomatékátvitelből maradnak kiegyensúlyozatlan nyomatékok. Az egyes csomópontokon többször el kell végezni a nyomatékgyensúlyozást. Így a nyomatékok fokozatosan közelednek a 0-hoz. Elég kicsiny értékeknél a számítást abbahagyjuk, és utána az egyes számoszlopok előjelhelyes összegzése adja a keresett saroknyomatékokat (8. ábra).

2.2 A panel önsúlyából eredő igénybevételek meghatározása

(erőjáték és jelölések a 9. ábrán)

Indulási adatok

a panel önsúlya:

$$G = 71,55 \text{ kg,}$$

$$q = 0,76 \text{ kp/cm,}$$

a panel méretei:

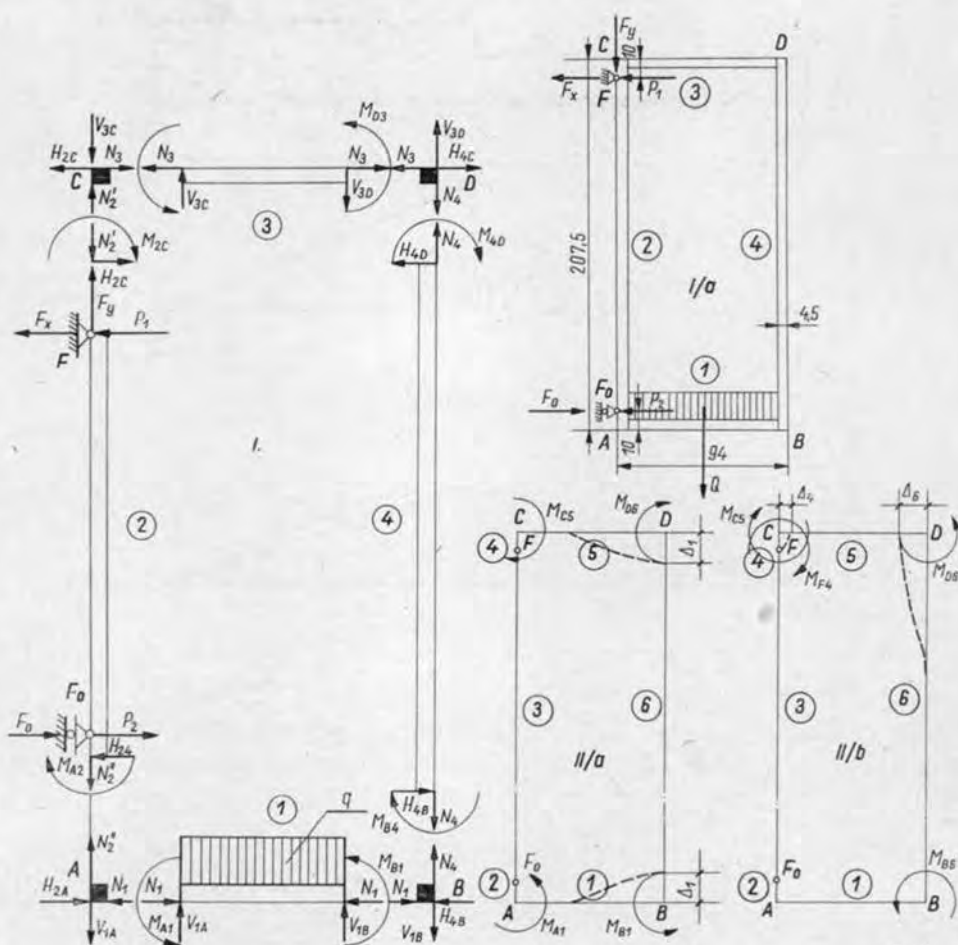
$$l = 207,5 \text{ cm,}$$

$$a = 10 \text{ cm,}$$

$$b = 187,5 \text{ cm,}$$

$$l_1 = 94 \text{ cm,}$$

$$J = 41,48 \text{ cm}^4.$$



9. ábra

A keret keresztmetszeti mérete: 4,5 cm × 4,8 cm.

Merevségi tényezők:

$$m_1 = m_3 = 0,44,$$

$$m_2 = m_4 = 0,20.$$

A nyomatékostás (1. táblázat) után kapott tényleges saroknyomatékokból az ismert egyensúlyi feltételek alapján számíthatók a normál és rúderők, valamint a befogásnál ébredő tényleges erők, melyekre a panelt méretezni kell. Nagysága a számítás mellőzésével:

Normál és rúderők

$$N_4 = V_{3D} = V_{1B} = 18,32 \text{ kp,}$$

$$N_3 = H_{4D} = N_1 = 6,73 \text{ kp,}$$

$$V_{1A} = N_2'' = 53,71 \text{ kp,}$$

$$V_{3C} = N_2' = 18,32 \text{ kp,}$$

$$H_{2A} = H_{4B} = H_{2C} = H_{4D} = 6,73 \text{ kp.}$$

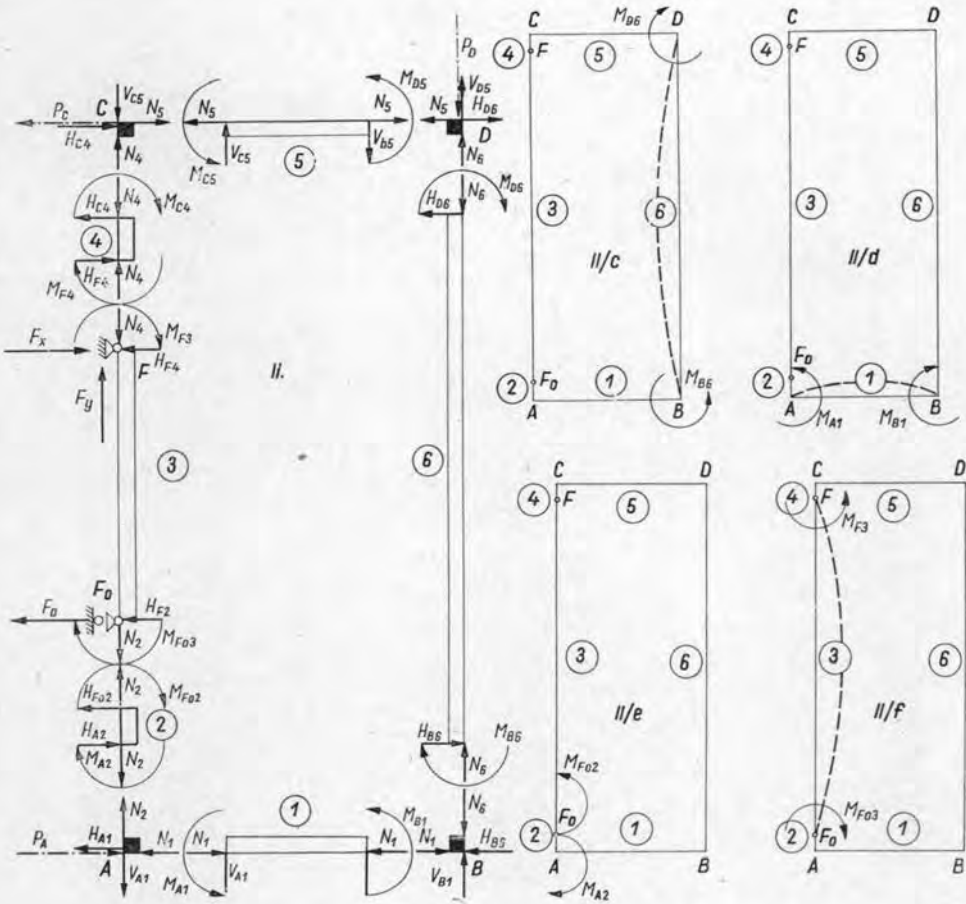
Befogáskor ébredő tényleges erők

$$F_0 = 18,2 \text{ kp,}$$

$$F_x = 18,2 \text{ kp,}$$

$$F_y = 72,03 \text{ kp,}$$

$$F = 74,3 \text{ kp.}$$



3. JÁRULÉKOS NEDVESSÉGTARTALMI KÜLÖNBSEGEKBŐL EREDŐ IGÉNYBEVÉTELEK SZÁMÍTÁSA

3.1 Kiindulási adatok

A járulékos igénybevételek számításakor azonos méretű és szerkezetű panelt vettünk figyelembe, az összehasonlítás céljából.

A számítást az előző részben ismertetett módszerrel végeztük, 1%, 5% és 10% nedvességtartalmi különbségekre. Ez a nedvességtartalmi különbség egyrészt a faforgácslap gyártási egyenlenségekből, másrészt a beépítés körülményei miatt léphet fel.

Kigyűjtöttük az 1974. évben gyártott faforgácslapok laboratóriumi vizsgálásakor mért nedvességtartalmi értékeket, amelyek között kb. 5%-os eltérések is mutatkoznak.

I. táblázat

Nyomatékosztás a panel önsúlyából keletkező igénybevételek számításához

A		C		D		B		A csomópont jele
1	2		3		4		1	A csomópontra csatlakozó rudak jelzése
0,68	0,32	0,32	0,68	0,68	0,32	0,32	0,68	nyomatékosztók
+1399,0	-6,6	-6,6	+839,0	+839,0	—	—	+279,0	kezdeti saroknyomatékok
-946,8	-445,6	-222,8					-473,4	a nyomatékosztás sorrendje
+66,1					+31,1	+62,2	+132,2	I. <i>ABDC</i>
	-50,3	-100,7	-295,8	-591,7	-278,4	-139,2		
			-214,1	-107,1				
+607,6			+607,6	+607,7			+607,6	az 1. és 3. rúd kilengését egyensúlyozó nyomaték
	II. <i>BDCA</i>		VIII. <i>DBAC</i>					a nyomatékosztások további sorrendje
	III. <i>CDBA</i>		IX. <i>CADB</i>					
	IV. <i>DCAB</i>		X. <i>BDCA</i>					
	V. <i>ACDB</i>		XI. <i>CDBA</i>					
	VI. <i>BACD</i>		XII. <i>ACDB</i>					
	VII. <i>CADB</i>		XIII. <i>BACD</i>					
+1095,4	-1095,4	-921,5	+921,5	+800,2	-800,2	-596,3	+596,3	tényleges saroknyomatékok

A faforgácslapok zsugorodási együtthatójára irodalmi adatok nem ismertek, ezért a kutatási témából kapott adatok segítségével számítottuk ki az

$$E_r = \frac{2750 - 2741}{2750} \cdot 100 = 0,33/8 \text{ zsugorodási együttható értéket.}$$

A panel méretei azonosak az előbbivel.

Merevségi tényezők:

$$m_1 = m_5 = 0,44,$$

$$m_2 = m_4 = 4,15,$$

$$m_3 = 0,22,$$

$$m_6 = 0,20.$$

Oszlopmerevségek

$$\text{Képlete: } K = \frac{J}{l^2},$$

$$K_1 = 0,005,$$

$$K_2 = K_4 = 0,41,$$

$$K_6 = 0,001.$$

Kezdeti saroknyomatékok számítása

A kezdeti saroknyomaték számítását a $\Delta_u = 5\%$ nedvességtartalmi különbségre végeztük el. A számítás a többi értékre ($\Delta_u = 1\%$ és $\Delta_u = 10\%$) ezzel teljesen analóg.

Saroknyomaték két függőleges keretrúd közötti nedvességtartalom-különbségből

$$\Delta_1 = \frac{l \cdot E_r \cdot \Delta_u}{100} = 0,43 \text{ cm,}$$

$$\Delta_1 = 2\Delta_1 \quad \Delta_1 = 0,21 \text{ cm,}$$

$$M_{A1} = -\sigma \cdot E \cdot K_1 \cdot \Delta_1 = -126 \text{ cmkp,}$$

$$M_{A1} = M_{B1} = -M_{C5} = -M_{D5} = -126 \text{ cmkp.}$$

Saroknyomaték a két vízszintes keretrúd közötti nedvességtartalom-különbségből

$$\Delta_5 = \frac{l_5 \cdot E_r \cdot \Delta_u}{100} = 0,19 \text{ cm,}$$

$$\Delta_5 = \Delta_4 + \Delta_6 = 0,19 \text{ cm,}$$

$$\frac{\Delta_6}{\Delta_4} = \frac{K_4}{K_6} = 410,$$

$$\Delta_4 = 0,0005 \text{ cm,}$$

$$\Delta_6 = 0,21 \text{ cm,}$$

$$M_{F4} = M_{C4} = 6EK_4\Delta_4 = +24,6 \text{ kpcm,}$$

$$M_{B6} = M_{D6} = -6EK_6\Delta_6 = -25,2 \text{ kpcm.}$$

Saroknyomaték a két oldal közötti nedvességtartalom-különbségből
6. jelű rúd

$$M_{B6} = -M_{D6} = -\frac{E_r \Delta_u E_j}{100 \text{ m}} = -356,5 \text{ kpcm,}$$

1. jelű rúd

$$M_{A1} = -M_{B1} = -356,5 \text{ kpcm,}$$

2. jelű rúd

$$M_{A2} = -M_{F02} = +356,5 \text{ kpcm,}$$

3. jelű rúd

$$M_{F03} = -M_{F03} = +356,5 \text{ kpcm.}$$

A számítás a 2. táblázatban található.

2. táblázat

Nyomatékosztás a panel járulékos terhelésekből adódó igénybevételeinek számításához

A		F ₀		F		C		D		B	csomópont jele	
1	2	3		4		5		6		1	csomópontra csatlakozó rudak jele	
0,10 -482,5	0,90 +356,5	0,05 -356,5	0,95 +356,5	0,05 -356,5	0,95 +24,6	0,90 +24,6	0,10 +126,0	0,69 +126,0	0,31 +331,3	0,31 -381,7	0,69 +230,5	nyomatékosztók kezdeti saroknyomatékok $\Delta_u=5\%$
I. <i>ABDCFF₀</i> II. <i>BDCFF₀A</i> III. <i>DCFF₀AB</i>				IV. <i>F₀ABDCF</i> V. <i>DCFF₀AB</i>				nyomatékosztás sorrendje				
-311,4	+311,4	-378,7	+378,7	-330,0	+330,0	-26,6	+26,6	-163,7	+163,7	-440,7	+440,7	tényleges saroknyomatékok $\Delta_u=5\%$
-97,1	+71,3	-71,3	+71,3	-71,3	+4,9	+4,9	+25,8	+25,8	+66,4	-76,2	+45,5	kezdeti saroknyomatékok $\Delta_u=1\%$
I. <i>ABDCFF₀</i> II. <i>BDCFF₀A</i>				III. <i>DCFF₀AB</i> IV. <i>CFF₀ABD</i>				nyomatékosztás sorrendje				
-63,3	+63,3	-75,0	+75,0	-67,2	+67,2	-5,9	+5,9	-33,1	+33,1	-87,4	+87,4	tényleges saroknyomatékok $\Delta_u=1\%$
-970,8	+712,8	-712,8	+712,8	+712,8	+49,2	+49,2	+258,0	+258,0	+663,6	+762,0	+454,8	kezdeti saroknyomaték $\Delta_u=10\%$
I. <i>ABDCFF₀</i> II. <i>BDCFF₀A</i> III. <i>CFF₀ABD</i>				IV. <i>F₀ABDCF</i> V. <i>DCFF₀AB</i> VI. <i>FF₀ABDC</i>				nyomatékosztás sorrendje				
-624,8	+624,8	-755,5	+755,5	+657,6	+657,6	-60,8	+60,8	-324,1	+324,1	-880,8	+880,8	tényleges saroknyomatékok $\Delta_u=10\%$

3. táblázat

Nedvességtartalmi különbségből — $\Delta_u = 1\%$; 5% , 10% — származó járulékos igénybevételek

Tényleges saroknyomatékok				Normál és rüderök				Befogáskor ébredő tényleges erők			
cmkp	$\Delta_u = 1\%$	$\Delta_u = 6\%$	$\Delta_u = 10\%$	kp	$\Delta_u = 1\%$	$\Delta_u = 5\%$	$\Delta_u = 10\%$	kp	$\Delta_u = 1\%$	$\Delta_u = 5\%$	$\Delta_u = 10\%$
M_{A1}	-63,3	-311,4	-624,8	V_{B1}	1,6	8,0	16,0	F_o	9,0	54,1	91,1
M_{A2}	+63,3	+311,4	+624,8	V_{A1}	1,6	8,0	16,0	F_x	2,5	15,4	24,9
M_{Fo2}	-75,0	-378,7	-755,5	H_{B6}	0,6	2,9	5,8	F_y	4,0	20,0	40,2
M_{Fo3}	+75,0	+378,7	+755,5	H_{D6}	0,6	2,9	5,8	F	5,7	25,6	47,2
M_{Fo}	-67,2	-330,0	-657,6	V_{C5}	0,4	2,0	4,1				
M_{F4}	+67,2	+330,0	+657,6	V_{D5}	0,4	2,0	4,1				
M_{C4}	-5,9	-26,6	-60,8	H_{A2}	13,8	69,0	138,0				
M_{C5}	+5,9	+26,6	+60,8	H_{Fo2}	13,8	69,0	138,0				
M_{D5}	-33,1	-163,7	-324,1	H_{F4}	7,3	30,3	71,8				
M_{D6}	+33,1	+163,7	+324,1	H_{C4}	7,3	30,3	71,8				
M_{B6}	-87,4	-440,7	-880,8	N_1	0,6	2,9	5,8				
M_{B1}	+87,4	+440,7	+880,8	N_2	1,6	8,0	16,0				
				N_4	0,4	2,0	4,1				
				N_5	0,6	2,9	5,8				
				N_6	2,6	8,0	16,0				
				P_D	2,0	10,0	20,1				
				P_c	7,9	33,2	77,6				
				P_A	14,4	71,9	143,8				

A tényleges saroknyomatékok meghatározása után számítható a ténylegesen ébredő erők nagysága, amelyek a méretezés alapjai. Az eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze, majd a 4. táblázatban az önsúlyból eredő igénybevételek nagyságát tüntettük fel összehasonlítás végett.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, ÁLTALÁNOSÍTÁSOK

Az állandó — önsúlyból eredő — és járulékos nedvességtartalmi különbségből eredő igénybevételek összehasonlításából kitűnik, hogy a járú-

4. táblázat

A panel önsúlyából eredő tényleges igénybevételek

Tényleges saroknyomatékok		Normál és rüderök		Befogáskor ébredő tényleges erők	
cmkp		kp		kp	
M_{A1}	+1095,4	V_{3D}	18,32	F_o	18,2
M_{A2}	-1095,4	V_{1B}	18,32	F_x	18,2
M_{C2}	-921,5	H_{4D}	6,73	F_y	72,03
M_{C3}	+921,5	V_{1A}	53,71	F	74,3
M_{D3}	+800,2	V_{3C}	18,32		
M_{D4}	-800,2	H_{2A}	6,73		
M_{B4}	-596,3	H_{4B}	6,73		
M_{B1}	+596,3	H_{2C}	6,73		
		H_{4D}	6,73		
		N_1	6,73		
		N_2	18,32		
		$N_{2..}$	53,71		
		N_3	6,73		
		N_4	18,32		

lékos igénybevételek nagyságuk miatt nem hagyhatók figyelmen kívül, a szerkezetek méretezésekor feltétlenül számításba kell venni ezeket az értékeket. A téma akkor lesz teljes, ha a merőleges irányú igénybevételek nagysága, illetve viszonyszáma az állandó teherből eredő igénybevételek nagyságához képest is ismert. Megjegyezzük, hogy lényegesen nagyobb igénybevételt jelent a faforgácslap, illetve szerkezet két oldala közötti nedvességtartalom-különbségből adódó igénybevétel, mint a lap gyártásánál meglevő nedvességtartalmi szórásból eredő hatások.

A méretezést jelen esetben adott méretű faforgácslap-szerkezet adatainak felhasználásával végeztük. A számításnak azonban csak akkor van jelentősége, ha általánosítani lehet, és a nedvességtartalom-különbség és a szerkezet méreteinek függvényében mint táblázati értéket lehet az állandó teherből eredő igénybevételekhez hozzátenni. A gyártási nedvességtartalom-különbségekből eredő igénybevétel számításához először a deformáció mértékét, majd a deformáció következtében fellépő nyomatékot számolhatjuk. A deformáció nagysága a méretől és nedvességtartalomtól függ, állandó értéke a zsugorodási együtthatónak van. Az ebből eredő nyomatékot az oszlopmerőség és deformáció szorzatának függvényében lehet megadni. A nagyobb értéket kitevő — két oldal közötti nedvességtartalom-különbségből eredő — nyomatékot pedig az $\frac{I}{m}$ viszonyszám függvényében tudjuk számítani.

Összefoglalás

Az elvégzett számítások alapján a következőket állapíthatjuk meg.

A nedvességtartalom eltéréseiből származó igénybevételek az állandó terhelésből származó igénybevételekhez képest nagyok. A 10% nedvességtartalom-eltérésekből eredő legnagyobb nyomaték 880,8 cmkp, az állandó terhelésből adódó legnagyobb nyomaték 1095,4 cmkp, majdnem azonos nagyságú.

A kétféle nedvességtartalom-eltérésekből eredő saroknyomaték számításából látható, hogy a két oldal közötti nedvességtartalom-különbségből eredő saroknyomatékoknak a gyártási nedvességtartalom-különbségből eredő befogási nyomaték csak kb. 7%-a. A faforgácslapok építőiparban való felhasználásakor (mint tételválasztó) tehát jelentős súllyal esik latba ez az igénybevétel, méretezőskor és szerkezetkialakításkor nem hagyható figyelmen kívül.

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И СТРОИТЕЛЬНО-ФИЗИЧЕСКИХ УСИЛИЙ УЗЛОВ СОЕДИНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

ЛАЙОШНЕ СЕКЕ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, научный сотрудник

В статье даются статистические измерения перегородочных элементов из древесностружечной плиты и внутри этого, испытание влияния усилия, происходящего при отклонении содержания влажности.

Из проведенных вычислений определили следующее:

Усилие, происходящее при отклонении содержания влажности больше, чем усилие от постоянной нагрузки.

Угловой момент перегородочного элемента рамочной конструкции больше при отклонении содержания влажности на 10%, чем начальный момент закрепления, происходящий от первоначальных отклонений влажности.

Вычисления показывают, что при статистических вычислениях надо учитывать усилия, возникающие при отклонении содержания влажности в конструкциях из древесностружечных плит.

ANALYSIS OF MECHANICAL AND BUILDING-PHYSICAL STRESSES IN THE JOINT CONNECTIONS OF BUILDING UNIT CONSTRUCTIONS

Mrs. L. SZÓKE

Graduate of the University of Woodworking Industry, scientific research worker

The study deals with the statical dimensioning of a spatial member consisted of chipboards, and within this question it investigates mainly the mechanical stresses arising from the changes of the moisture content.

On the basis of the accomplished calculations it can be concluded as follows.

The stresses arising from the differences of the moisture content are larger in comparison to those produced by a constant load. In the case of a change of moisture of 10% the corner moment of the spatial member calculated as a frame-structure is an order higher than the initial moment taken about the point fixation which arises from the differences of the original moisture.

The calculations prove that in the structures consisting of chipboards the stresses produced by the changes of the moisture should be especially considered in the course of the statical calculation.

ANALYSE DER MECHANISCHEN, BAUPHYSIKALISCHEN BEANSPRUCHUNGEN DER KNOTENPUNKTE BEI BAUELEMENTEN

FRAU L. SZÓKE

Dipl. Ing. der holzverarbeitenden Industrie, wissenschaftliche Mitarbeiterin

Die Abhandlung befasst sich mit der statischen Bemessung des Bauelement aus Holzspanplatte. Es wird hauptsächlich der Einfluss der aus den Feuchtigkeitsunterschieden stammenden mechanischen Beanspruchungen untersucht.

Auf Grund der konkreten Berechnungen ist feststellbar: die aus dem Feuchtigkeitsunterschied stammenden Beanspruchungen sind grösser, als die Beanspruchungen, die durch die ständige Last hervorgerufen werden. Das Eckmoment des als Rahmenkonstruktion berechneten Raumelements ist im Falle einer Feuchtigkeitsänderung von 10% um eine Grössenordnung höher, als das aus dem ursprünglichen Feuchtigkeitsunterschied stammende, anfängliche Spannungsmoment.

Die Berechnungen bestätigen, dass die durch den Feuchtigkeitsunterschied bewirkten Beanspruchungen bei den Holzspanplattenkonstruktionen im Falle der statischen Berechnungen in einem erhöhten Mass in Betracht genommen werden müssen.

NYÁR ALAPANYAG HASZNOSÍTÁSA A FAHÁZAK GYÁRTÁSÁNÁL

HARSÁNYI ISTVÁN

okl. faipari mérnök, tudományos munkatárs

1. BEVEZETŐ

A fából készült épületszerkezetek, tartók, tetőszerkezetek stb. újbóli elterjedésével párhuzamosan az utóbbi években a teljesen fából készült hétvégi házak, ideiglenes irodaházak és munkásszállók, raktárak is egyre szélesebb körben kerülnek felhasználásra. Az igények növekedésével az egyedi és kis sorozatú gyártásról át kellett térni a nagyobb volument előállító és gazdaságosabb sorozatgyártásra (középsorozat).

A különböző típusú faházakhoz készülő tömörfa alkatrészek kizárólag fenyőfűrészáruból készülnek. A fajlagos fűrészárui igény 0,06—0,09 m³/m².

A fenyőfűrészáru importjában jelentkező nehézségek (áremelkedés, az exportőrök szállítási készségének csökkenése) szükségessé tették a fenyőhelyettesítés programjának meghirdetését az egész iparágban.

E kutatás célja annak vizsgálata, hogy az *ERDÉRT Vállalatnál* — amely a faházak legnagyobb előállítója és forgalmazója — milyen mértékben és milyen műszaki feltételek között oldható meg a fenyőhelyettesítés. A faházgyártás területén a fenyő hazai lombos fával való helyettesítése az *ERDÉRT Vállalatnál* mintegy évi 2—3 ezer m³ I. és II. osztályú fenyőfűrészáru megtakarítását eredményezi. A helyettesítés megvalósítása céljából a következő kérdésekre kell választ adni, ill. a következő feltételeket kell megteremteni.

1. A jelenleg gyártott faház-tetőszerkezetek mely alkatrészei helyettesíthetők hazai lágy lombos faanyagokkal (elsősorban nyár és éger), milyen méretezés- vagy szerkezeti változtatások szükségesek a biztonságos kiváltás feltételeihez.

2. Az egyéb faházelemek (falelemek, nyílászáró szerkezetek) esetében mely alkatrészek helyettesítésére kerülhet sor. A fő méreteket kivéve bármely alkatrész méretváltoztatása — ha ezt a kiváltó alapanyag indokolja — megengedett.

3. Az új alapanyagokból gyártott faházelemeket, illetve alkatrészeket a szükséges vizsgálatoknak kell alávetni (tetőszerkezetek esetében statikai ellenőrzés, egyéb alkatrészeknél funkció, esztétika, gyárthatóság vizsgálata), továbbá ezek gyártásához a gyártástechnológiát ki kell dolgozni.

4. Az új szerkezeti megoldások kialakításakor figyelembe kell venni mind az *ERDÉRT*, mind a kooperáló partnerek jelenlegi technikai adottságait. (Pl. tetőszerkezeteknél a csomóponti összeépítések továbbra is ragasztás nélküli szegezett kivitelűek legyenek.)

5. A nyílászáró szerkezeteknél és egyéb alkatrészeknél csak alárendeltebb célú szerkezetek helyettesíthetők, melyek nem önálló és mozgó szerkezetek, hanem valamely másik alkatrészhez rögzítettek. Így nem válthatók ki a mozgó szárnyak (ajtó, ablak, zsalu), terhet hordó keretdarabok stb., de helyettesíthetők egyes tokalkatrészek, keretszerkezetek belső bordái, takarólecek — az időjárásnak ki nem tett helyeken.

2. A FELADATOK RÉSZLETEZÉSE

A bevezetőben is említett import fenyőfűrészáru helyettesítése hazai alapanyagokkal szükségsszerűvé vált és gazdaságilag kedvező képet mutat, ennek kapcsán azonban az új alapanyagok bevezetése egy sor műszaki-technológiai probléma megoldását teszi szükségessé.

A helyettesítés bevezetése előtt megoldandó feladatok:

— részleteiben meg kell vizsgálni és össze kell hasonlítani a fenyő és a helyettesítő anyagok fiziko-mechanikai tulajdonságait, és ezeket a felhasználás során figyelembe kell venni;

— az új alapanyagok fűrészüzemi kitermelési méreteit (vastagság, szélesség, hosszúság) hozzá kell igazítani az eddig alkalmazott fenyőméretekhez;

— a hazai alapanyagok esetében meg kell határozni azokat a minőségi osztályokat (különösen a tetőszerkezetek gyártásához), amelyek a faház gyártásához megfelelőek;

— új mesterséges szárítási kapacitásokat kell létrehozni, mert a nyárfűrészáru a hazai kitermelési és feldolgozási rendszerben min. 40—50% nedvesen kerül a felhasználóhoz. Az ilyen nedvességű fűrészáru azonban semmiféle szerkezeti alkatrésznek nem használható. Még tetőszerkezethez való beépítés esetén is max. 25% a megengedett nedvességtartalom felső határa, az egyéb szerkezeteknél pedig a szabványban előírt nedvességtartalmat kell biztosítani (általában $10 \pm 2\%$).

E feltételeket csak a nyárfűrészáru mesterséges szárításával lehet biztosítani;

— figyelembe kell venni, hogy a nyárfűrészárut szélezetlenül termelik, ezenkívül a strukturális tulajdonságokból adódóan azonos méretű alkatrészek kihozatalához nagyobb mennyiségű nyárfűrészáru szükséges, mint fenyő;

— szintén a strukturális tulajdonságokból kiindulva figyelembe kell venni a nyárfa megmunkálási lehetőségeit is (lassúbb előtolások a gépeken, más szerszámkiképzések stb.), mely a termelékenység rovására megy.

Az előzőekben felsorolt ráfordítási többletek ellenére a helyettesítés szükségsszerű és az import alapanyag megtakarítása miatt gazdaságos is.

Első lépcsőben csupán a tetőszerkezet és néhány alárendeltebb célú alkatrész helyettesítése látszik célszerűnek, mely egy-egy faházegységre vonatkoztatva több mint 50%-os helyettesítést tesz lehetővé. A későbbiek folyamán lehetőség van arra, hogy további fejlesztési kutatások és beépítési kísérletek lefolytatásával a hazai alapanyagok felhasználását 70—75%-ra emeljük.

2.1 Helyettesítés a tetőszerkezetek előállításánál

Az ERDÉRT által gyártott E típusú faházak anyagmennyiségének vizsgálatából az is kiténik, hogy a helyettesítést célszerű a tetőszerkezeteknél kezdeni, mert a tetőszerkezet anyagmennyisége az össz-anyagfelhasználáshoz viszonyítva a legjelentősebb.

Az E típusú faházakra az 1. táblázatban összeállítottuk az összanyagmennyiséget, a tetőszerkezethez szükséges anyagot, valamint a tető anyaghányadát százalékban az összes anyaghoz viszonyítva. A táblázatból jól látható, hogy a tetőanyaghányad százalékos értéke — az egyes alaptípusoktól és annak variációitól függően — az 58%-ot elérheti (min. 18%, max. 58%, átlag 38%).

Mіндеzen előnyök ellenére a helyettesítés jelen esetben nem lehetséges úgy, hogy az új alapanyagból leszabjuk az alkatrészeket az eddigi fenyőből készült méretekkel. Miután a tetőszerkezetnél teherviselő alkatrészekről van szó, melyek statikus és dinamikus (önsúly, meteorológiai igénybevételek stb.) terheket viselnek, az új anyagokból készült elemeket előbb a kö-

telező méretezési eljárásokkal méretezni, illetve ellenőrizni kell, továbbá figyelembe kell venni a két fajfaj közötti strukturális és egyéb tulajdonságok különbségét is.

A méretezési követelményeket szabványok tartalmazzák, melyek az egyes fafajokra meghatározzák a határfeszültségeket. Alkalmazásuk 1974. január 1-től kötelező.

A méretezés során figyelembe kell venni a nyárfélék szabványos fűrészáruméreteit is, ellenkező esetben speciális méretű fűrészarut kell bevágnatni a tetőszerkezetekhez.

2.2 Helyettesítés az egyéb faházelemek esetében

Fenyő helyettesítésére az egyéb faházelelemnél csak abban az esetben kerülhet sor, ha azok terhet nem viselnek, nem önálló keretszerkezetek (pl. ajtólapok) és alárendeltebb célú belső alkatrészek.

A helyettesítés lehetőségei:

- lemezelt keretszerkezetek belső bordáinál,
- belső hézagtakaró- és falléceknél,
- padlóburkolatoknál,
- légrést biztosító lécekhez.

A nyárfűrészáru alkalmazásának két legfontosabb feltétele, hogy az előírt szárazságú és a fenyővel egyenértékű minőségű legyen (még festett felületek alá is).

3. A FELHASZNÁLHATÓ HELYETTESÍTŐ ANYAGOK MINŐSÉGI ELŐÍRÁSAI

Az építőiparban felhasznált faanyagok, az ún. *építőfák* minőségét és fajtáit a szabványok határozzák meg. Ezek szerint építőfaként az alábbi fafajok használhatók fel:

- a) Puhafák: jegenye-, luc-, erdei- és vörösfenyő, a lágy lombos fák közül a nyárfa.
- b) Keményfák: tölgy, bükk, akác.

A fentiekől eltérő fafaj, csak az építető külön engedélyével, megfelelő vizsgálatok alapján használható fel.

3.1 Faminőség

Az építéshez alkalmas faanyagokat különböző keresztmetszetű erdei választékok (szálfa, állványfa, bányafa stb.) és ipari választékok (deszka, palló, lécs stb.) alakjában hozzák forgalomba, melyek osztályozását az ide vonatkozó szabványok tartalmazzák.

Ezek szerint az építőgyakorlatban felhasználható faanyagok 0—IV. minőségi osztályba

1. táblázat

Sorszám	Alaptípusok és variációk	Össz. anyag-szükséglet m ³	Tető-szerkezet anyag-szükséglete m ³	Tető-szerkezet anyag-hányada %
1	E 16—1	0,77	0,207	27
2	E 16—2	1,03	0,207	20
3	E 16—3	1,11	0,207	18
4	E 24—1	1,70	0,620	36
5	E 24—2	1,65	0,620	27
6	E 24—3	1,07	0,620	58
7	E 24—4	1,67	0,620	27
8	E 32—2	2,13	0,760	36
9	E 32—3	2,03	0,760	38
10	E 32—4	1,99	0,760	38
11	E 43—1	3,06	1,31	43
12	E 43—2	3,10	1,31	42
13	E 43—3	3,19	1,31	41
14	E 43—4	3,27	1,31	40
15	Összesen	27,77	10,621	—
16	Átlag	1,980	0,760	38

sorolhatók a keresztmetszeti méreteltérés, növés (egyenes, görbe vagy hullámos), szálirány (esetleg csavarodottság), benőtt göcsök száma és legnagyobb mérete, kieső göcsök száma és legnagyobb mérete, esetleges felületi repedések, rovarrágás, korhadás, fülledés stb. szempontjai szerint.

A teherhordó faszerkezetek építéséhez felhasználható faanyagokat az MSZ 15025 szabvány szilárdsági kategóriákba sorolja (I—III). A 2. táblázat tájékoztató adatokat tartalmaz, amelyekből következtetni lehet arra, hogy a szabványok szerinti minőségi osztályokba tartozó faanyagok milyen szilárdsági kategóriáknak felelnek meg.

2. táblázat

Építőfák szilárdsági kategóriáinak, minőségi osztályainak, illetve választékainak összefüggése

Szilárdsági kategória	Fűrészelt fa					Faragott gerenda, tülevelű és lombos MSZ 46	Cölöpfa és állványfa MSZ 6798
	Tülevelű és lágy lombos fűrészáru				Kemény lombos fűrészáru MSZ 20318		
	Deszka és palló	Léc	Záróléc	Gerenda			
	minőségi osztálya, ill. választéka						
I.	0 és I.	I.	—	—	I.	—	Az előírt minőségű
II.	II.	—	asztalos-áru	I.	II.	I.	
III.	III. és IV.	lécáru	—	—	II.	—	II.

3.2 Megengedett hibák

A teherhordó szerkezetekhez felhasználható faanyagokat — mint említettük — a szabványok szilárdsági kategóriákba sorolják. Ugyancsak a szilárdsági besorolás alapján állapítják meg a megengedett fahibákat és azok mértékét is.

A 3. táblázatban közöljük a megengedett és a meg nem engedett fahibákat a szilárdsági kategóriák függvényében.

3.3 Nedvességtartalom

A fa általában 30% nedvességtartalommal építhető be, de az anyag továbbszáradásának lehetőségét a szerkezetben biztosítani kell.

Alárendelt jelentőségű, ideiglenes építmények faszerkezeteihez nagyobb nedvességtartalmú anyag is megengedhető. Betétekkel, csavarozással vagy szegezéssel kapcsolt faszerkezetekben — ahol a kötések elmozdulásából származó alakváltozásokkal is számolni kell — a legnagyobb megengedett nedvességtartalom általában legfeljebb 23%. A ragasztott szerkezetekhez max. 18% nedvességtartalmú fát szabad felhasználni.

3. táblázat

Építőfák minőségi követelményei

Sorszám	Szilárdsági kategória	I.	II.	III.				
1.	Keresztmetszeti méreteltérés hengeres fán átmérőn, négyszögkeresztmetszetű fán oldalhosszon mérve max.	2%	3%	4%				
2.	Csavárodottság, ferdeszálúság, hengeres fán az elméleti alkotó, szögletes fán a rostirányú és a felületi repedés, ill. rostirány által bezárt szög tangense göcsmentes helyen mérve legfeljebb	0,1	0,15	0,25				
3.	Görbeség, hullámos növés ivmagassága a legíveltebb szakaszon mérve legfeljebb: nyomott rúdon a teljes l hosszra vonatkoztatva max.	3 mm/m $\frac{1}{350}$	4 mm/m $\frac{1}{250}$	6 mm/m $\frac{1}{200}$				
4.	Benőtt göcs darabszáma, mérete legfeljebb a nagyobbik keresztmetszeti oldalnézet százalékában és a legnagyobb mérete	8 db/m 20% 5 cm	12 db/m 30% 7 cm	16 db/m 40% 9 cm				
5.	Kieső göcs legnagyobb mérete	0	2 cm	3 cm				
6.	Felületi repedés mélysége max.	10 mm	15 mm	25 mm				
7.	Átvágott, elvált bél (gesztválás)	nem lehet	lehet	lehet				
8.	Zárt bél 5 cm-nél vékonyabb elemekben	nem lehet	nem lehet	lehet				
9.	Egy helyen több irányban átnőtt göcs	nem lehet	nem lehet	lehet				
10.	Fülledés, korhadás Felületi elszíneződés Rovarrágás	nem lehet	nem lehet	nem lehet kisebb mértékben lehet				
11.	Nyomószilárdság rostokkal párhuzamos irányban, telítetlen fa esetében, a fa nedvességtartalmától függően legalább	Nedvességtartalom esetén	Ke-mény-	Puha-	Ke-mény-	Puha-	Ke-mény-	Puha-
		%	fa esetén kp/cm ²					
		15	140	380	370	320	310	260
		20	380	320	320	270	270	220
		25	330	270	280	230	230	190
30	320	260	260	220	220	180		

4. táblázat

Alkalmazható nedvességtartalom

Általában	$u \leq 30\%$
Szegezéssel kapcsolt szerkezetek esetében	$u \leq 23\%$
Ragasztott szerkezetek esetén	$u \leq 18\%$
Alárendelt jelentőségű, ideiglenes szerkezetek esetében megengedhető	$u \leq 30\%$

4. A FAHÁZ ALKATRÉSZGYÁRTÁSÁNAK ÜZEMI TECHNOLÓGIÁJA

A fából készült hétvégi házak és különböző rendeltetésű épületek (raktár, iroda, munkásszállás stb.) iránti kereslet igen megnőtt az országban és külföldön egyaránt. Megkezdődött a fával és a fa alapanyagú lemezekkel való építés alkalmazási területeinek kutatása. A faházak vonalán a számba jöhető széles skálából a választás kezdetben a hétvégi házakra, nyaralókra, kempingépületekre, később felvonulási és állattartási épületekre esett. A választás céltudatos volt, hiszen a „tanulást” nem a legigényesebb épületeken kell kezdeni, ezenfelül a következő lépésben az időszakosan használt nyaralóépület lakóépületté, a nem magas igényű, nem hosszú élettartamra szánt felvonulási épület kis közösségi épületté (óvoda, bölcsőde, kereskedelem), az állattartási épület pedig változatos rendeltetésű csarnoképületté fejleszthető.

4.1 A legfejlettebb nagyüzemi gyártási módszerek rövid áttekintése

Külföldön az előzőekben említett igények és kapacitások széles körű kielégítésére modern faházgyártó üzemeket hoztak létre, melyek nagy sorozatban termelik a faházelemeket, a legkülönbözőbb célokra épülő házakhoz. A fejlesztés során racionalizálták az egyes alkatrészek összeépítési módozatait, a hagyományos ragasztott fakötések és szegezett kötések helyett ún. szöglemezt préselnek a két összeépítendő alkatrészbe. A szöglemezes megoldással mind tetőszerkezeteket, mind falelemeket lehet nagy sorozatban gazdaságosan gyártani. E modern gyártó bázisok főleg azokban az országokban alakultak ki, ahol a faház építésének évszázados hagyományai vannak.

Az alkatrészek szöglemezzel való egyesítésére (bepréselésére) többféle présberendezést fejlesztettek ki, melyekkel a szerkezetek összeépítési ideje jelentősen lecsökkent. Különösen a tetőszerkezetek gyártásában fejlődött sokat az ipar. A szerkezetek statikai méretezését számítógépre vitték, mely a feszítávolság és a tető hajlásszögének ismeretében szinte pillanatok alatt számítja ki a többi szükséges adatot.

4.2 Kisüzemi gyártás, a fejlesztés irányai

Hazánkban ez ideig még nem alakultak ki a nagyüzemi gyártás feltételei. A forgalomban levő épülettípusokat 3-4 vállalat gyártja műhelyszerű termeléssel, ill. kooperációban. Az eddigi fejlődés (kb. 20 év alatt) látszólag nagy. Ha azonban a különböző épületfajták mennyiségét nézzük, rájövünk, hogy tulajdonképpen sok hétvégi házat és nyaralót építettünk, a fejlesztés területén pedig az eredmény kevés.

Nem oldottuk meg még az elemek teljes készregyártottságát, nem fejlesztettük ki a helyszíni munka csökkentése végett az elemkapcsoló szerkezeteket. A gyártó üzemekben nincs megoldva a faanyag károsítók elleni védelme és a felületek végleges kezelése. Hiányzik a vizesblokk gyártmány, elhanyagolt terület az elektromos és vizes szerelvények helyének és szerel-

sének üzemi előkészítése. Elemeket gyártanak, amelyekből egy- vagy többféle épület állítható össze meglehetősen sok helyszíni munkával, sok funkciónak (főzés, fürdés, W. C.) csak helyet biztosítanak, mindent az építetőre bízva, hogyan és miből oldja meg azt.

E hiányosságok megoldatlanságának alapvető okai vannak, ilyenek pl:

- nincs speciális, faházak előállítására szervezett és csak azzal foglalkozó üzem,
- a mesterséges szárítókapacitás kevés,
- az üzemek technológiai berendezése nem nagyipari jellegű, alkalmatlan a szalagszerű termelésre,
- az üzemeken belüli anyag- és elemmozgatás kézi, így meg sem lehet kísérelni nagy vagy térelemek gyártását,
- az alkalmazott lemeztérmekek bútortipari minőségűek, ezért éghető vagy könnyen éghető besorolásúak, vízfelvételük nagy.

A fejlesztés során a fentieket kell megoldani. Elsősorban ki kell alakítani azt a szerkezeti-gyártási rendszert — az új lágylombos fafajokat is figyelembe véve —, amellyel dolgozni akarunk, és erre szervezett üzemet kell létrehozni.

Meg kell oldani az építőipari laptermék (pl. cementkötésű forgácsolapok) gyártását, melyekből megfelelő tűzállósági határértékű nagypanelek állíthatók elő. Megfelelő kooperációkkal — az épület komplexitását megteremtve — gondoskodni kell az elem szakszerű helyszíni összeszerelését végző szervezetről, akár gyártóművön belül, akár azon kívül.

Feltétlenül törekedni kell az épületek (lakó) telepszerű felépítésére, mert csak így oldható meg gazdaságosan a szállítás és a szerelés.

5. táblázat

ERDÉRT-faházaknál kiváltható fenyőfa-mennyiségek, E-típusok

Típus	Alapterület		Régi anyag-szükséglet fenyő m ³	Új anyag-szükséglet fenyő m ³	Új anyagszükséglet				Többlet anyag-szükséglet régi norma szerint m ³
	Beépített m ²	Beépített terasz m ²			Fenyő		Nyár		
					m ³	%	m ³	%	
E 16—1	10,6	5,1	0,7693	0,9553	0,4849	51	0,4704	49	0,1860
E 16—2	12,80	2,56	1,0260	1,1518	0,6237	54	0,5281	46	0,1258
E 16—3	15,36	—	1,1122	1,2378	0,6526	53	0,5852	47	0,1256
E 24—1	24,0	—	1,7020	1,7230	0,7580	44	0,9650	56	0,0210
E 24—2	15,36	7,68	1,6530	1,6741	0,7651	45	0,9090	55	0,0211
E 24—3	12,80	5,12	1,7080	1,7301	0,8021	46	0,9280	54	0,0221
E 24—4	12,80	7,68	1,6680	1,6891	0,7801	47	0,9090	53	0,0211
E 32—2	25,60	5,12	2,1330	2,2742	1,0242	45	1,1540	55	0,0451
E 32—3	20,48	7,68	2,0350	2,0813	0,9313	45	1,1500	55	0,0463
E 32—4	20,48	10,24	1,9940	2,0403	0,9093	49	1,1310	51	0,0469
E 43—1	35,84	5,12	3,0650	3,3700	1,2730	38	2,0970	62	0,3050
E 43—2	35,84	5,12	3,0990	3,4048	1,2762	37	2,1286	63	0,3058
E 43—3	35,84	5,12	3,1860	3,4918	1,3189	38	2,1729	62	0,3058
E 43—4	35,84	5,12	3,2700	3,5758	1,4194	40	2,1564	60	0,3058

5. GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK

A tetőszerkezeteknél és egyéb faházelemeknél javasolt fenyőhelyettesítés egy-egy faházegységre vonatkoztatva (*E* típusok esetében) 47—63%-os anyagkiváltást tesz lehetővé. A régi anyagszükséglethez viszonyítva azonban az új fenyő—nyár vegyes anyagnorma effektíven nagyobb mennyiségű, amely egyrészt a tetőszerkezetek keresztmetszeti méreteinek növeléséből, másrészt abból ered, hogy a nyárfűrészáru széleztelen, s itt természetesen nagyobb a hulladék-százalék a szélezett fenyő alapanyaghoz viszonyítva.

Az *E* 16, 24, 32 és 43 típusú faházaknál kiváltható fenyőfa-mennyiségeket, valamint az új anyagnorma összetételét és a többletanyag-szükségletet az 5. táblázatban állítottuk össze.

A beépített faanyagok költségalakulását (szintén az *E* típusú házaknál) a 6. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a fenyőhelyettesítéssel a fajlagos faanyagköltség mintegy 40,— Ft-tal csökken az alapterület egy négyzetméterére vonatkoztatva.

6. táblázat

A beépített faanyagok költségalakulása

Faháztypus és variációk	Alapterület m ²	Anyagnorma szerinti faanyagköltség		Fajlagos faanyagköltség	
		fenyő (régí) Ft	fenyő és nyár (új) Ft	fenyő (régí) Ft/m ²	fenyő és nyár (új) Ft/m ²
<i>E</i> 16—1	15,70	2193,—	2163,—	140,—	138,—
<i>E</i> 16—2	15,36	2924,—	2655,—	191,—	173,—
<i>E</i> 16—3	15,36	3170,—	2831,—	204,—	184,—
<i>E</i> 24—1	24,00	4851,—	3762,—	203,—	157,—
<i>E</i> 24—2	22,04	4711,—	3689,—	204,—	167,—
<i>E</i> 24—3	17,92	4868,—	3826,—	272,—	214,—
<i>E</i> 24—4	20,48	4754,—	3732,—	232,—	182,—
<i>E</i> 32—2	30,72	6079,—	4835,—	198,—	158,—
<i>E</i> 32—3	28,16	5800,—	4563,—	206,—	162,—
<i>E</i> 32—4	30,72	5683,—	4469,—	185,—	145,—
<i>E</i> 43—1	40,96	8735,—	7109,—	213,—	173,—
<i>E</i> 43—2	40,96	8832,—	7170,—	215,—	175,—
<i>E</i> 43—3	40,96	9080,—	7366,—	222,—	180,—
<i>E</i> 43—4	40,96	9320,—	7625,—	227,—	187,—
Átlag	27,42	5800,—	4800,—	210,—	175,—

Megjegyzés: fenyő átlagár 2850,— Ft/m²

nyár átlagár 1660,— Ft/m²

Összefoglalás, javaslatok

A kutatás célkitűzése volt, hogy az ERDÉRT-nél és a kooperáló partnereknél gyártott faháztypusoknál a fenyő alapanyagot minél nagyobb százalékban lehessen helyettesíteni hazai lágy lombos anyagokkal, elsősorban nyárfélékkel.

A feladatot két részre bontottuk. Elsősorban vizsgáltuk, hogy a tetőszerkezetek teljes egészében

nyár alapanyagokból való gyártásának melyek a műszaki és technológiai feltételei. Továbbiakban pedig az egyéb faházelemek különféle alkatrészeinek helyettesítésére tettünk javaslatot.

1. Megvizsgáltuk a jelenleg gyártott, fenyőből készült tetőszerkezetek gyártástechnológiáját és statikai méretezését.

2. Kiválasztottuk a helyettesítő lágy lombos anyagokat, és azok fiziko-mechanikai jellemzőit összehasonlítottuk a jelenlegi alapanyagokéval.

3. Ezek alapján a tetőszerkezeteket átterveztuk, és legyártottuk az új alapanyagokból (a kísérleti tetőszerkezetek korai nyárból készültek).

4. A 4,80 és 6,40 m fesztávú tartókból 2-2 db-ot gyártottunk le, melyeket azután az *ÉMI Tartó-szerkezeti Osztályval* megvizsgáltattunk. A terhelési kísérletek igazolták, hogy a tartók teljes mértékben megfelelnek a szabvány szerinti statikus és esetleges terheknek.

5. Az *ÉMI* vizsgálati jegyzőkönyv alapján meghatároztuk a tetőszerkezetek végleges keresztmetszeit.

6. Az általunk áttervezett és nyárfából kivitelezett, valamint megvizsgált tetőszerkezetekből új keresztmetszetekkel 100 db legyártását javasoljuk (25-25 db-ot az egyes fesztávú tartókból).

7. A legyártott szaruállásokból — a 3,2 m és 8,0 m-es fesztávúakból — 2-2 db-ot az *ÉMI* vizsgálati jegyzőkönyvben leírt módszerrel a gyártás helyszínén terhelési próbának kell alávetni.

A vizsgálatok alapján e szerkezeteken is meghatározhatók a minimális keresztmetszetek.

8. A szaruállásból készülő oromfalak összeépítésére kétféle megoldást javasolunk:

a) a szaruállásnak csupán az egyik oldalát kell a csomópontoknál rétegelt lemezekkel rögzíteni, a másik oldalon a szerkezet felvastagítása elmaradhat,

b) a csomópontok rögzítésére szintén csak az egyik oldalon *GANG—NAIL*-féle szöglemezeket kell alkalmazni.

9. A gazdaságos anyagkihozatal céljából javasoljuk, hogy a faházgyártáshoz (vagy csak a tetőszerkezetekhez) a végleges méretek, vagy méretvariációk birtokában már az erdőgazdaságokban (optimális rönkméretek meghatározása), ill. vállalaton belül közvetlenül termeljék a nyár alapanyagot, szélézetten vagy pontos keresztmetszeti méretre munkálva, mint a fenyőfűrészárut.

A hosszúsági méretek vonatkozásában a 3,5—4 m-es anyag a legmegfelelőbb.

10. A fejlesztés további irányaként jelölhető meg az egyéb faházelemek esetén a falpaneleken (teherhordó keretszerkezet, külső borítás stb.) a helyettesítés lehetőségeinek felülvizsgálata, nyílászáró szerkezeteken a ragasztott fenyő-nyár alkatrészek kimunkálása, továbbá a tetőszerkezeteken a tető hajlásszögek felülvizsgálata, amely anyagmegtakarítást eredményezne.

11. A kutatás bevezetése az *ERDÉRT*-nél lehetővé teszi, hogy már az első lépcsőben 1975-től a kiskereskedelmi forgalomba kerülő — mintegy 30 millió Ft értékben előállított faházelemekhez nyár alapanyagú tetőszerkezetet gyártsanak, amely 1200 m³ fenyőfűrészáru helyettesítését teszi lehetővé.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ ТОПОЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ

ИШТВАН ХАРШАНИ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, научный сотрудник

В ВНР за последнее десятилетие увеличился спрос на деревянные дома, расширилось отечественное производство и возрос ассортимент деревянных домов.

В основном этот тип деревянных домов изготавливают из сосновых пиломатериалов. (Относительная потребность в пиломатериалах — 0,06—0,09 м³/м².) Трудности, возникающие при импорте соснового пиломатериала, создают необходимость исследования возможностей замены сосны.

Целью исследования является испытание возможностей и технических предпосылок замены отдельных сосновых деталей отечественными мягколиственными материалами, в первую очередь из древесины тополя.

Испытания, проведенные во время исследования, показывают, что 30—50% соснового пиломатериала, служащего для изготовления деревянных домов — в зависимости от типа — можно заменить отечественными мягколиственными материалами (тополь, ольха).

UTILIZATION OF THE WOOD OF POPLAR IN THE MANUFACTURE OF TIMBER HOUSES

ISTVÁN HARSÁNYI

Graduate of the University of Woodworking Industry, scientific research worker

In Hungary the settlement of the timber houses has kept spreading, the national manufacturing base extended, the assortment of the types of timber houses enlarged in the last ten years.

The greater part of these types was fabricated from timber of fir almost in full. (The specific demand of timber is 0.03—0.09 m³/m².) In consequence of the difficulties gradually arising in the importation of the timber of fir, it became necessary to examine the possibilities of substituting the fir on this field, too.

The purpose of the investigation was to examine at what rate and at what kind of technical conditions the fir-wooden components of the respective timber houses should be substituted by the home grown soft deciduous woods, mainly by the species of poplar.

The experiments and examinations carried out in the course of the investigation proved that the 30—50% of the fir timber so far utilized for a timber house can be substituted with certainty by the home grown soft deciduous trees (i.e. poplar, alder).

DIE ANWENDUNG VON PAPPEL-ROHSTOFF BEI DER HERSTELLUNG VON HOLZHÄUSERN

ISTVÁN HARSÁNYI

Dipl.-Ingenieur der Holzverarbeitenden Industrie, wiss. Mitarbeiter

Die Nachfrage nach Holzhäusern hat sich im letzten Jahrzehnt immer mehr gesteigert, die Herstellerbase hat zugenommen, die Auswahl von Holzhausertypen ist grösser geworden.

Der grössere Teil von Holzhausertypen wird fast nur aus Nadelholzsägeware hergestellt. (Die spezifische Sägewarenaufwand beträgt 0,03—0,09 m³/m².) Es mussten die Möglichkeiten der Substitution von Nadelholz wegen der immer grösser gewordenen Importschwierigkeiten von Nadelholzsägeware auch auf dem Gebiet der Holzhausproduktion untersucht werden.

Der Zweck der Forschung war festzustellen, in welchem Ausmasse und unter welchen technischen Bedingungen können die aus Nadelholz angefertigten Teile von Holzhäusern durch heimische Weichlaubhölzer, in erster Linie durch Pappelholz ersetzt werden.

Durch Untersuchungen und Versuche wurde bewiesen, dass die zur Holzhausherstellung Nadelholzsägeware um 30—50%, abhängig vom Haustyp, mit Sicherheit durch heimische Weichlaubhölzer (Pappel, Erle) ersetzt werden kann.

A CÉLFORGÁCS-ELŐÁLLÍTÁS ÉS -FRAKCIONÁLÁS MŰSZAKI FELTÉTELEINEK VIZSGÁLATA

VAMOS RÓBERT

okl. gépészmérnök, tudományos főmunkatárs

BEVEZETŐ

Az építőipar — mind a termelési volumen, mind pedig az épületek konstrukciós és funkcionális jellemzői tekintetében — rendkívül intenzív fejlődése, s az ennek kapcsán — ugyancsak mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt — megnövekedett és egyre nehezebben kielégíthető alapanyagigény világszerte számottevő lehetőségeket tár fel a forgácslapipar előtt. A forgácslapok építőipari felhasználásában már eddig elért eredmények egyértelműen utalnak arra, hogy e lehetőségekkel hazai szinten is élni kell. Ami a kapcsolódó igényeket illeti, kétségtelen, hogy az építőipari felhasználás egyes korlátozottabb területeinek követelményeit a szokványos, ún. bútorigipari forgácslapok standard műszaki jellemzői is kielégítik, sőt, esetenként meg is haladják. Az e tény általánosításán alapuló szemlélet érvényesülése azonban mind a gyártókra, mind a felhasználókra nézve hosszú időre kiható, káros következményekkel járna. A külföldi tapasztalatok alapján bizonyítottnak vehető ugyanis, hogy a felhasználás körülményeként differenciált és meghatározott igényeivel egyeztetett minőségű forgácslap az építőipar több szempontból is ideális anyagát, s ugyanakkor az ilyen termékek gyártása a forgácslapipar fejlesztésének egyik legfontosabb irányát (és lehetőségét) is képezi.

Az építőipari forgácslapok gyártásának, ill. felhasználásának érdemleges mértékű és szintű realizálása olyan — a felhasználási területek függvényében ma már kellően körülhatárolt — követelmények gazdaságos módon és eszközökkel való kielégítését igényli, melyek több tekintetben (pl. nedvességgel, biológiai károsítókkal, tűzzel szembeni ellenállás) meghaladják a termékjellemzők szokványos értékeit. Mindez elsődlegesen kémiai és alkalmazástechnikai jellegű problémákat vet fel (új típusú kötő- és adalékanyagok, felületkezelési eljárások, konstrukciós megoldások stb. kidolgozása és bevezetése), de szükségszerűen kihat a forgácslapgyártás teljes technológiai folyamatának minden fázisára, az egyes műveletek sorrendiségének, az alkalmazott berendezések konstrukciós és üzemelési jellemzőinek meghatározására is. Ez utóbbi feladatkörbe illeszkedik „*A hazai lombos faanyag korszerű mechanikai és kémiai feldolgozásának fejlesztése*” című tárcaszintű középtávú kutatási feladat 2. témacsoportja, melynek első — 1971—72-ben kidolgozott — témája keretében az anyag-előkészítés módja és jellemzői (a tárolás körülményei, nedvességtartalom, anyaghőfok, kéreghányad) által az előkészítést közvetlenül követő műveleteket, s egyben a teljes gyártás műszaki és gazdasági mutatóira gyakorolt hatást vizsgáltuk, és meghatároztuk e vizsgálatok alapján a műveletsor érintett szakasza kialakításának építőipari lapok gyártásakor optimális eredményt adó feltételeit.

A vizsgálatok jellegét s a célkitűzést tekintve hasonlóak a témacsoport második (2.2) témájának munkái, melyek az aprításra, az utóaprításra, valamint a forgácsok frakcionálására irányultak. Jelen közleményben a téma 1973. évi feladatai keretében lefolytatott vizsgálatokat ismertetjük.

1. AZ ÉPÍTŐIPARI CÉLÚ FORGÁCSLAPOKKAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK ÉS EZEK JELENTŐSÉGE A GYÁRTÁSTECHNOLÓGIA VIZSGÁLT SZAKASZÁNAK KIALAKÍTÁSÁBAN

1.1 Az építőipari célú lapok választékai

A forgácslapok építőipari felhasználásának rendkívül sokrétű lehetőségeit mérlegelve megállapítható, hogy az „építőipari forgácslap” termékjelölés lényegében gyűjtőfogalom, mely — a rendeltetés közelebbi körülhatárolása nélkül — érdemleges utalást nem tartalmaz az így jelölt termék egyik (dimenzionális, szerkezeti, fiziko-mechanikai stb.) jellemzőjére nézve sem. Az építőipari felhasználás különböző változatai által meghatározott, eltérő követelményszintek egyféle építőipari laptípussal nem elégíthetők ki. A számításba vehető termékváltozatok között legalább olyan eltérések vannak, mint az „általában” építőipari és az „általában” bútorigipari lapok között. Az „építőipari forgácslap” definíció — gyakran tapasztalható — egysíkú, egy-egy kiemelt termékváltozatra redukált értelmezése minden esetben csak adott helyen és időpontban fennálló gyártási (vagy értékesítési) lehetőségekre vezethető vissza.

Az építőipari felhasználás kellően differenciált igényeivel egyeztetett választékstruktúra s a vonatkozó követelményszintek meghatározása (végső célkitűzéseként *KGST*-szabványajánlás kidolgozása) céljából intézetünk 1972-ben a 3.3.49 számú téma keretében folytatott átfogó, nemzetközi viszonylatban is kezdeményező jellegű vizsgálatokat. E munkánk során a lehetséges termékválasztékok körülhatárolásából és rendszerezéséből indultunk ki, a következő felosztásoknak megfelelően:

Építőipari lapok választékai:

a) alkalmazási terület szerint

- szerkezeti lapok
- belső használatra
tartószerkezetekhez,
tételhatároló szerkezetekhez,
burkolatokhoz,
- külső használatra
falszerkezetekhez,
tetőszerkezetekhez,
egyéb szerkezeti célra,
- szigetelő lapok
külső, belső falak és födémek kitöltő rétegeihez,
padlóburkolatokhoz,
- zsaluzólapok;

b) lapszerkezet szerint

- síkpréselt lapok
homogén,
háromrétegű,
sokrétégű (frakcionált terítésű),
orientált forgácselrendezésű,
- extrudált lapok
tömör,
üreges,
mindkét változaton belül különböző (furnér, farostlemez, műanyag stb.) borító-
rétegekkel;

c) tulajdonságok szerint

- általános célra alkalmas lapok,
- különleges célra alkalmas lapok
fokozottan vízálló,
víz- és időjárásálló,
lángmentesített, nehezen égő,
gomba- és rovarálló (biológiailag védett),
vegyszerálló,
- különleges felületképzésű (különlegesen sima és kemény felületű) lapok,
valamint a fenti tulajdonságok kombinációinak megfelelő lapok.

A vázolt felosztások alapján a lehetséges típusok igen nagyszámú variációja képezhető. Ezek közül azonban a gyakorlat szempontjából figyelembe vehető típusvariánsok számát erősen leeredukálja az, hogy az alkalmazás egyes változataihoz körülhatároltabb lapszerkezet és tulajdonságok kapcsolódnak. A forgácslapok építőipari felhasználása terén eddig elért eredmények, a fennálló igények s a gyártás lehetőségeinek figyelembevételével rendszerbe foglaltuk azokat a főbb termékvariációkat, melyekkel az építőipari alkalmazás követelményei megfelelő szinten kielégíthetők. A kapott eredményt bizonyos egyszerűsítésekkel táblázatos formában közöljük.

1. táblázat

Laptípus		Síkpréselt		Extrudált	
		homogén	rétegezett	tömör	üreges
Szerkezeti lapok	külső használatra		X		X
	belső használatra		X		X
Burkolólapok	belső használatra	X	X		
Szigetelőlapok	falakhoz, födémekhez	X	X	X	X
	padlóburkolatokhoz	X			
Zsaluzólapok			X		

Az építőipari célú lapok megjelölt 12 főbb választéka közül a téma metodikájának kidolgozásakor a síkpréselt (homogén és rétegezett) szerkezeti és burkolólapok gyártásának feltételeit tekintettük irányadónak, s a továbbiakban tárgyaltak is elsődlegesen e választékok előállítására vonatkoznak. Extrudált lapokat forgácslapiparunk nem gyárt, s jelenleg nincs tudomásunk ilyen irányú fejlesztési tervekről. Hasonló a helyzet a kifejezetten szigetelő

célú — kis térfogatsúlyú, vastag — forgácslapok előállítása terén is. A zsaluzólapok esetében a gyártás műszaki feltételei nem csupán hiányzanak, de jelenleg még nagyrészt tisztázatlanok. Az ilyen lapokkal szemben támasztott különleges, igen magas követelmények gazdaságos kielégítése több olyan problémát vet fel, melynek megoldása meghaladja a jelen téma kereteit.

1.2 Síkpréselt szerkezeti és burkolólapok követelményszintjei

Építőipari célú forgácslapok minőségi követelményeit rögzítő hazai szabvány még nincs érvényben. A címben jelölt építőipari laptípusok fontosabb fiziko-mechanikai jellemzőire vonatkozóan, az előzőekben említett kutatási téma keretében meghatározott követelményszinteket a 2. táblázatban közöljük. Az összehasonlítás céljából a táblázatban feltüntetjük a jelenleg érvényben levő MSZ 6784—67 (Faforgácslap) szabvány analóg előírásait.

2. táblázat

		Építőipari síkpréselt lapok			MSZ 6784—67	
		szerkezeti		burkoló	I. oszt.	II. oszt.
		külső	belső			
Térfogatsúly (irányérték)	kp/m ³	650—850	550—750	550—750	550—750	500—800
Hajlítószilárdság $v = 13$ mm-ig 13—20 mm	kp/cm ² min.	250 220	200 180	180 150	180	100
Hajlító rugalmassági modulus	kp/cm ² min.	40 000	35 000	30 000	—	—
Lapleemelő szilárdság	kp/cm ² min.	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5
Vastagsági dagadás	% max.	5,0	8,0	—	12	20

A forgácslapok építőipari felhasználásakor olyan követelményekkel is számolni kell, melyek a kész szerkezetekkel, ill. az utólag kezelt, bevonattal ellátott lapokkal szemben érvényesítendőek, de gazdaságos kielégítésük a forgácslappal mint alanyaggal szemben is bizonyos igényeket támaszt. Így a lapok tűzzel szembeni ellenállására vonatkozóan az 1,5 Ws/cm²-es tűzállósági határ, a biológiai ellenállásra vonatkozóan a maximum 3 százalékgig terjedő súlyvesztés tekinthető irányadónak.

A lapok megkívánt felületminőségét a már hivatkozott KGST-szabványajánlás-tervezet, ill. ennek hazai megfelelője, a jelenleg kidolgozás alatt álló, MSZ 6784/4 T Faforgácslapok építőipari célra szabvány numerikusan nem határolja be. Ilyen kritériumként múlt évi vonatkozó vizsgálatunk a maximum 40 μ m-es átlagos felületi érdességet jelölte meg, belső felhasználásra kerülő síkpréselt szerkezeti lapok esetében.

A felsorolt követelményszintek természetesen még nem tekinthetők a hazai gyártású építőipari forgácslapok véglegesített, számszerű minőségi kritériumainak. Bár meghatározásukat a felhasználás igényeinek s a gyártás lehetőségeinek körültekintő felmérése előzte meg, a vonatkozó szabvány hatálybalépéséig nem zárhatók ki bizonyos értelmű változtatások. Mindezek figyelembevételével sem vitatható azonban, hogy a síkpréselt szerkezeti és burkoló

típusú építőipari lapok gyártástechnológiájának kidolgozásakor a szokványos (bútoripari) lap típusokhoz viszonyítva magas (több tekintetben egyértelműen magasabb) követelményekkel kell számolnunk. Nem közömbös e helyen annak megemlítése, hogy hasonló tendencia érvényesül más országok szabványosítási törekvéseiben is. Ezt tükrözi pl. az *ISO/TC 151 4E* szabványtervezet *Forgácslapok. Síkpréslt lapok építőipari célokra*, mely 13 mm-es lapvastagságig a hajlítószilárdságra 200, a laplelemelő szilárdságra 4,0 kp/cm², míg 13—20 mm-ig 180, ill. 3,5 kp/cm² értéket ír elő. E követelmények némileg enyhébbek az előzőekben megadottaknál, de még így is meghaladják a jelenleg érvényben levő hazai faforgácslap-termékszabvány analóg előírásait.

1.3 Az építőipari forgácslapok követelményszintjeiből a gyártástechnológia vizsgált szakaszára vonatkoztatható szempontok

Az aprítás, az utóaprítás (valamint a frakcionálás) műszaki-gazdasági feltételeinek vizsgálatában és optimalizálásában az építőipari célú forgácslapokkal szemben támasztott követelmények közül döntően — és csaknem kizárólagosan — a szilárdsági jellemzők irányadóak. Ezek alapján értelemszerűen levonható az a következtetés, hogy az érintett berendezések, ill. műveletek jellemzőinek meghatározásakor törekedni kell mindazon lehetőségek gyakorlatilag maximális kihasználására, melyek révén a késztermék (elsősorban hajlító- és laplelemelő) szilárdsági jellemzői a szükséges szinten biztosíthatók.

Fentiek nem csupán a jelenlegi szabványértékeket meghaladó követelmények esetében érvényesek (ahol kézenfekvőek), hanem olyan építőipari lapválasztékok előállításakor is, melyek megkívánt szilárdsági jellemzői a hazai gyakorlatban már elért, vagy akár annál alacsonyabb szintnek felelnek meg. Megállapításunk a következőkben vázoltakból adódik.

Nem tekinthető új, az építőipari alkalmazás igényeiből adódó speciális követelménynek az, hogy a technológiai folyamat kezdeti szakaszában (csakúgy, mint a továbbiakban), már az alapanyag tárolásától kezdődően is törekedni kell a késztermék előírt szilárdsági jellemzőinek kellő biztonsággal való betartását elősegítő aprítékminőség (átlagvastagság, szemesenagyság szerinti összetétel, alakosság stb.) elérésére. A szükséges eszközök és módszerek többségükben már viszonylag hosszabb ideje ismertek, s a gyakorlatban is alkalmazást nyertek bizonyos, az adott műszaki, főként gazdasági feltételek által behatárolt mértékig. Ez a határ — műveletsorokra és műveletekre vonatkoztatva — lényegében ott van, ahol az aprítékminőség javításával elérhető előnyöket már kiegyensúlyozzák a kapcsolódó negatívumok. Így pl. 60—70 százalék körüli nedvességtartalmú anyagból minden tekintetben jobb minőségű apríték állítható elő, mint a tároláskor 25—30 százalékig leszáradt — s közben többnyire degradálódott — anyagból, de ugyanakkor a szárítás energiaigénye, s a szárítók leterhelése (ill. a szükséges szárítókapacitás) lényegesen nagyobb. Hasonlóan előnyös az aprítékminőség szempontjából a késcsere gyakoriságának növelése, de ennek ellentétele a növekvő szerszámköltség, s a csökkenő aprítókapacitás. Az aprítékminőség tekintetében optimális eredményt biztosító aprító-, utóaprító- és osztályozóberendezések alkalmazásához többnyire — de nem törvényszerűen — nagyobb beruházási és üzemeltetési költség kapcsolódik. A hasonló példák sora még hosszan folytatható.

Az aprítékjellemzők javításával elérhető előnyök kihasználásának fentiekben vázolt határait a hazai forgácslapipar — bútoripari lapok gyártásakor — több tekintetben már megközelítette. Elsősorban e határoknak az építőipari célú lapok gyártásakor jelentkező eltolódása az, ami indokolja vizsgálatainkat. Ha ugyanis az építőipari lapok magas szilárdsági követelményein túlmenően figyelembe vesszük a szükséges kötőanyagok (és egyes választékoknál a védőszerek) árát, valamint az alkalmazásukhoz kapcsolódó technológiai problémákat, csak-

nem minden olyan műszaki intézkedés lényegesnek és szükségesnek minősül, melynek várt hatása mindaddig a térfogatsúly, a kötőanyag-tartalom, vagy akár a présidő kisebb fokú növelése útján is gazdaságosan elérhető volt.

Az építőipari felhasználás követelményei egy tekintetben jelentenek a lapok gazdaságos gyárthatósága szempontjából a szokványosnál kedvezőbb feltételeket. A felületminőség — bár a tömör, zárt felület e téren is követelmény — egyes lapválasztékok esetében a jelenlegi átlagosnál gyengébb is lehet. Eddigi ismereteink szerint, még a felületi simaságra nézve legmagasabb igényt támaztó építőipari felhasználási módozatok sem követelik meg — a forgácsolóiparban, a bútóripar növekvő igényeinek megfelelően egyre inkább tért hódító — különlegesen finom felületkiképzést, az ún. *mikroforgács*, *rostforgács* fedőrétegeket.

2. AZ APRÍTÁS ÉS UTÓAPRÍTÁS, VALAMINT AZ APRÍTÉK JELLEMZŐI

2.1 A hazai és külföldi forgácsolóüzemekben alkalmazott aprítási és utóaprítási módozatok és berendezések

A jobb áttekinthetőség végett — annak elismerésével, hogy egy művelet sem vizsgálható a teljesség igényével a gyártásfolyamat egészének figyelembevételével — a címben jelöltek tárgyalásakor a forgácsolóüzemekben aprításra, ill. utóaprításra kerülő anyagok méret-, ill. alakjellemezők szerinti felosztásából indulunk ki. Az így megkülönböztethető főbb alapanyag-választékok:

- a) bútóri- vagy épületasztalos-ipari hulladékforgács,
- b) fűrészüzemi, vagy ún. erdei (ágfa-) apríték,
- c) különböző méretű darabos (hossztolási, szélezési stb.) hulladékok, furnérhulladék,
- d) gallyfa (vékonyfa),
- e) hosszolt, vagy hossztolatlan forgácsfa (vastagfa).

A felsorolt alapanyag-választékok mindegyikének aprítására, ill. utóaprítására ma már kialakultak a kapcsolódó típustechnológiák, s az ezeknek megfelelő berendezések. Az ismert fontosabb feldolgozási variánsok és géptípusok továbbiakban következő rövid áttekintésében az igen finom aprítékszemesék előállítására, s a használatos gépekre (finom őrlők, rostosítók) — figyelembe véve az építőipari lapok felületminőségével kapcsolatban az előző fejezetben leírtakat — nem térünk ki.

A hulladékforgácsok feldolgozásának jellegzetes gépei — a lökészerű terhelésekkel, a bejuttatott anyag filcelődésével, valamint a forgácsok közé keveredő darabos hulladékokkal szemben leginkább érzéketlen — kalapácsos őrlők (malmok). Az ezekben képzett aprítékok vagy a már eleve rövid, apróbb szemesékből álló hulladékforgácsok közvetlen felhasználásra vagy — elsősorban az ún. centrifugálórlőkben (pl. *Pallmann PP6*) — a célforgácsokhoz hasonlóan utóaprításra kerülnek.

A durva apríték (hackschnitzel) feldolgozásakor is használatosak a kalapácsos, valamint az ún. ütőkeresztes, ütőcsillagos és egyéb őrlők, de tekintettel az előállítható apríték kedvezőbb minőségi jellemzőire, az e téren leginkább elterjedt gépek a késyűrűs centrifugálóforgácsolólok (pl. *Pallmann PZ8*). A kapott forgácsok továbbfeldolgozása a fentiekhez hasonló.

A különböző darabos hulladékok feldolgozására vonatkozóan, ezek erősen eltérő jellemzőinek megfelelően, a főbb aprítógép-konstrukciók csaknem mindegyike említhető. A rövid hulladékok centrifugálóforgácsolókon is feldolgozhatók, a nagyobb méretű, hossztolatlan

vagy hosszított, kötegelt — főleg szélezési — hulladékok feldolgozása hasonló a további két pontban leírtakhoz.

A furnérhulladékok aprításának legelterjedtebb gépei a következő pontban is említett késtárcsás vagy késdobos előaprítók, alsó—felső láncos vagy szalagos beadagoló szerkezettel ellátva (pl. *Bemai II/1200*).

A vékonyfa-választékok forgácslapüzemi feldolgozásának leginkább használatos alapgépei a késtárcsás (pl. *Pallmann PH12*) vagy késdobos (pl. *Klöckner H—11 WT*) előaprítók. A kapott durva apríték továbbfeldolgozása megegyezik az erdei aprítékkal kapcsolatban leírtakkal.

A hosszított vagy hosszítottalan forgácsfa- (vastagfa-) választékok aprításának és utóaprításának kétféle — egyaránt elterjedten alkalmazott — variánsa alakult ki:

— durva apríték előállítása, majd a megfelelő továbbfeldolgozás (forgácsolás);

— közvetlen forgácsképzés, majd a célforgácsok utóaprítása a később részletesebben tárgyalt berendezésekkel.

A két változat egyikét sem lehet kategorikusan kedvezőbbnek vagy kevésbé kedvezőnek nyilvánítani a gyártás konkrét adottságainak — elsősorban a feldolgozott alapanyag választék szerinti összetételének — figyelmen kívül hagyásával. Az első változat előnye — az, hogy már az első művelet mintegy homogenizálja, könnyebben kezelhetővé teszi a gyártás alapanyagát — ott érvényesül, ahol a vastagfa mellett nagyobb részarányban kerül feldolgozásra egyébként is előaprítást igénylő hulladék- vagy gallyfa, ill. külső forrásból származó (fűrészüzemi vagy erdei) durva apríték. A második variáns ugyanakkor mind az aprítás műszaki jellemzői, mind az apríték minősége tekintetében kedvezőbb feltételeket nyújt.

Az e kutatási téma keretében lefolytatott vizsgálataink érdemben az utóbb említett aprítási, ill. utóaprítási változatra irányultak, a következőkben vázolt megfontolások alapján.

1. A felsorolt alapanyag-választékok s a kapcsolódó feldolgozási módok közül a hazai forgácslapiparban egyértelműen ez a változat dominál.

2. A közvetlen forgácsképzés (elsősorban vastagfa-választékokból) ad lehetőséget az összes ismert feldolgozási változat közül — a forgácslapgyártás technológiájának és berendezéseinek mai fejlettségi fokán — a késztermék fiziko-mechanikai jellemzői szempontjából legkedvezőbb aprítékminőség előállítására.

3. A hazai fafeldolgozás várható alakulásának figyelembevételével az apríték-előállítás eddigiekben kialakult gyakorlata mellett a közeli vagy távolabbi jövőre nézve még számításba vehető változatok — elsősorban fűrészüzemi és erdei durva apríték előállítása és forgácslapüzemi továbbfeldolgozása — széles körű előkészítő munkát igényelnek. A kapcsolódó feladatok csak részben érintik, s messze meghaladják jelen vizsgálataink tárgykörét. A külföldi tapasztalatokat tekintve megemlítendő még, hogy a fűrészüzemi és erdei apríték, valamint az alacsonyabb rendű vékony választékok elsődleges — a legtöbb országban kizárólagos — felhasználója a cellulóz-, valamint a farostlemező-ipar.

2.2 Az aprító- (forgácsoló-) gépek és az aprítás jellemzői

1969-ben, a 3.2.1 számú *KGST* téma keretében, négy ország (NDK, LNK, CSSZSZK, RSZK) folytatott le — összehangolt metodika alapján — az alkalmazott aprítógépek fontosabb alaptípusaira vonatkozóan több szempontra (termelékenység, üzembiztoság, idő-alap-kihasználás, fajlagos energiaigény, aprítékjellemzők) kiterjedő, komplex összehasonlító vizsgálatot. Ennek során összesen kilenc berendezésen végeztek üzemi méréseket: két késtárcsás (*Bezner S 30/33* és *DNRA—33*), három késtengelyes (*Hombak Z 112*, *Hombak Z 114* és *MZM 10*), két késfejes (*Hombak U* és *TRS—100*), egy késgyűrűs (*Krenzler UF 3*), vala-

mint egy a többitől erősen eltérő rendeltetésű és alapkonstrukciójú, centrifugál (*DNSA*) forgácsolón.

A vizsgálatok fontosabb eredményeit a következőkben foglaljuk össze:

— A legkisebb fajlagos forgácsolási energiaigényt az *MZM 10* és a *Hombak Z 112* típus gépeknél határozták meg.

— A minimális állásidőket a *Hombak Z 112* és a *Hombak U* típusú gépeknél mérték.

— Az alkalmazás főbb szempontjainak egyidejű figyelembevételével, egész és hasított vastagfa-választékok feldolgozására a vizsgált gépek közül a késtengelyes forgácsolók (*Hombak* és *MZM 10*), míg szélanyagok esetében a *Krenzler UF 3* (késgyűrűs) és a *Hombak U* (késfejes) gépek bizonyultak a leginkább megfelelőeknek.

Az említett volumenében és jellegében komparálható vizsgálatokról nincs tudomásunk, s ilyen a jelen téma terveiben sem szerepel. Az egyes aprítógép-alapkonstrukciók, s az ezeket reprezentáló elterjedtebb géptípusok értékelése tekintetében nem kevésbé megbízható, s a következtetésekre nézve hasonló eredményt ad az aprítógépek kifejlesztésére, jelenlegi műszaki színvonalára, hazai és külföldi alkalmazására vonatkozóan rendelkezésre álló (s az elvégzett üzemi mérésekkel kiegészített) tapasztalatok elemzése is.

A forgácslapüzemi aprítók (pontosabban a forgácsolók) ismertebb — de korántsem összes — konstrukciós alaptípusait az 1. ábrán szemléltetjük.

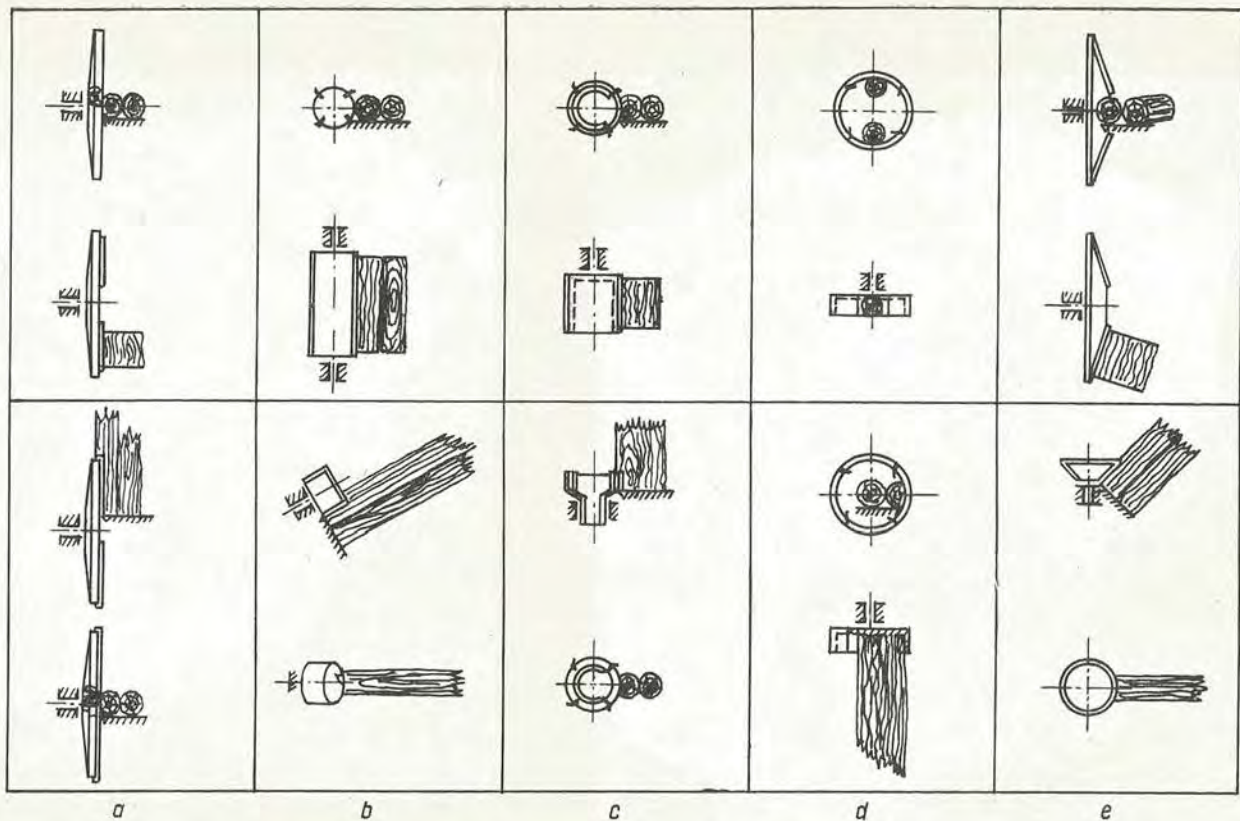
Az ábra kb. a 60-as évek elejéig létrehozott típusokat tartalmazza. Az alapkonstrukciók tekintetében különösebb újdonság az ezt követő időszakban sem említhető, legfeljebb a késfejes aprítókat reprezentáló ábrát (*Hombak PRZ*) kellene a korszerűbb típusok (pl. *Hombak U*) vázlatával helyettesíteni.

Az ábra természetesen nem érzékelteti egyben az egyes konstrukciós változatok jelentőségét, elterjedtségét, mely már az 50-es években lényegében két irányban polarizálódott. A világ forgácslapüzemeiben működő aprítók zömét a késtárcsás forgácsolók (hossztolt anyagok feldolgozásakor) s a hengeres, késfejes és késtengelyes forgácsolók alkották. A késtárcsás forgácsolók máig sem vitatott előnyét, egyben elterjedtségük kizárólagos magyarázatát az egyenletes, igen jó forgácsminőség indokolja. Ez az előny ma már csaknem elvi jelentőségű. A forgácslapgyártás technológiájának és gyártóberendezéseinek fejlődésével — elsősorban a légsodrásos frakcionálás, a frakcionált kötőanyag-felhordás és az ún. sokrétegű terítés elterjedésével — párhuzamosan lecsökkent a vastagsági méretszórás jelentősége az aprítóberendezések összehasonlító értékelésekor. Közrejátszott ebben az is, hogy a korszerű, kiforrott gépkonstrukciók a forgácsminőség tekintetében — a feldolgozás egy-egy adott alapanyag és technológia szerinti változatán belül — a korábbiánál lényegesen kevesebb eltérést mutatnak.

Fentiekkel egyidejűleg előtérbe kerültek a berendezések megítélésének egyéb szempontjai, így a kapacitásra vonatkoztatott helyigény, a kiszolgálás módja, gépesíthetősége, az üzemeltetés fajlagos energia-, szerszám- és élőmunka-ráfordításai stb.

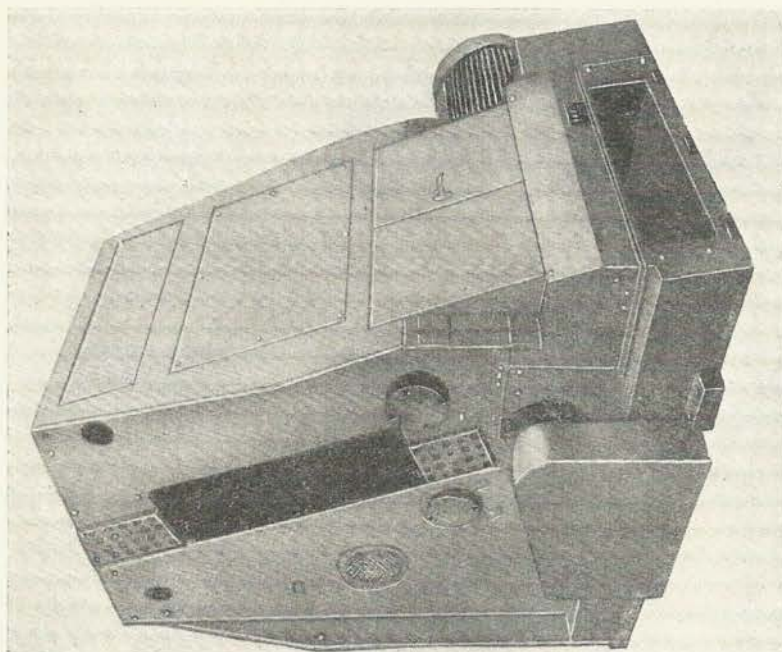
Az említettek figyelembevételével nem kívánt különösebb magyarázatot, hogy a hatalmas — 3 m-es szerszámtest-átmérőkkel (pl. *Bezner S 20/100*) teljesítőképességük felső határát elért — tárcsás forgácsolókat ma már a hosszolt vastagfa-választékok feldolgozása terén is kiszorítják a korszerű, nagy kapacitású, a műveletsorba optimális feltételekkel beilleszthető késtengelyes forgácsolók. Napjainkban ezek képezik a hosszolt vastagfa-választékok magas színvonalú forgácslapüzemi feldolgozásának jellemző gépeit (lásd 2. ábra).

A hosszoltatlan, ill. eltérő hosszúságú (vastagfa, ágfa, szélanyag) választékok feldolgozására kialakított konstrukciók (*Grupp, John Z III.* stb.) közül kezdetben — 1957—58-tól — a *Hombak* cég *ZOA* típus lengővályús késfejes forgácsolóit alkalmazták nagyobb számban, majd (1960-tól) ezek továbbfejlesztett — emelővályús — változatát, a *PRZ 28-at*.

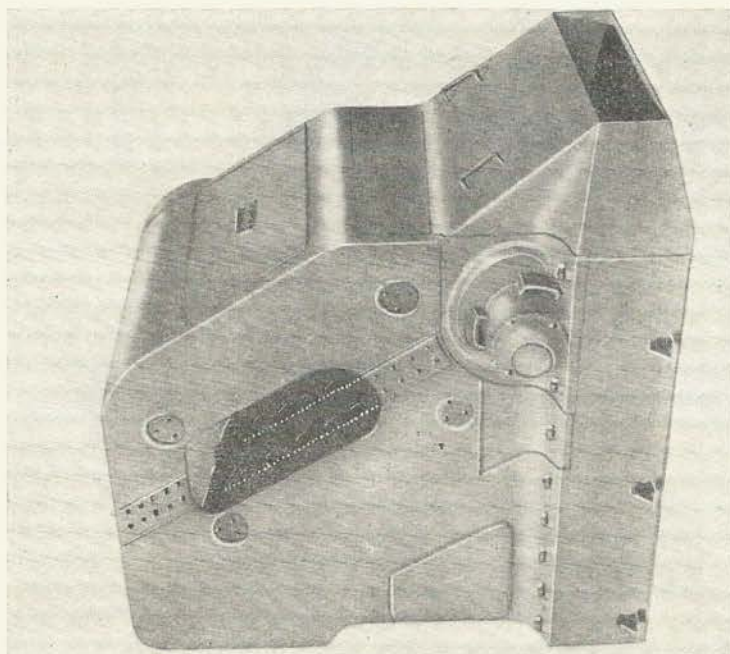


1. ábra. A hosszolt (felső sor) és hosszolatlan anyagok (alsó sor) aprítására alkalmazott forgácsológ főbb konstrukciós változatai (W. Schmutzler után)

a = késtárcsás, b = késtengelyes, ill. késfejes, c = külső és d = belső forgácsolású késdobos, ill. késgyűrűs, e = kúpos késtárcsás, ill. késfejes forgácsológ



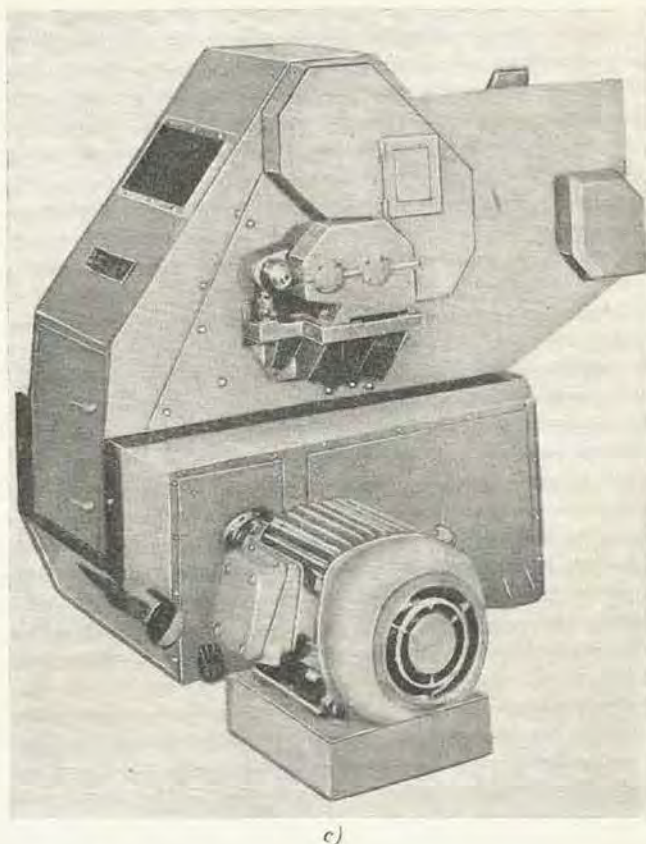
b)



a)

2. ábra. Késtengelyes
forgácsológ.

a=Hombak Z 111, b=Bezner
MW-30/100, c=Bürener
MW-75/9

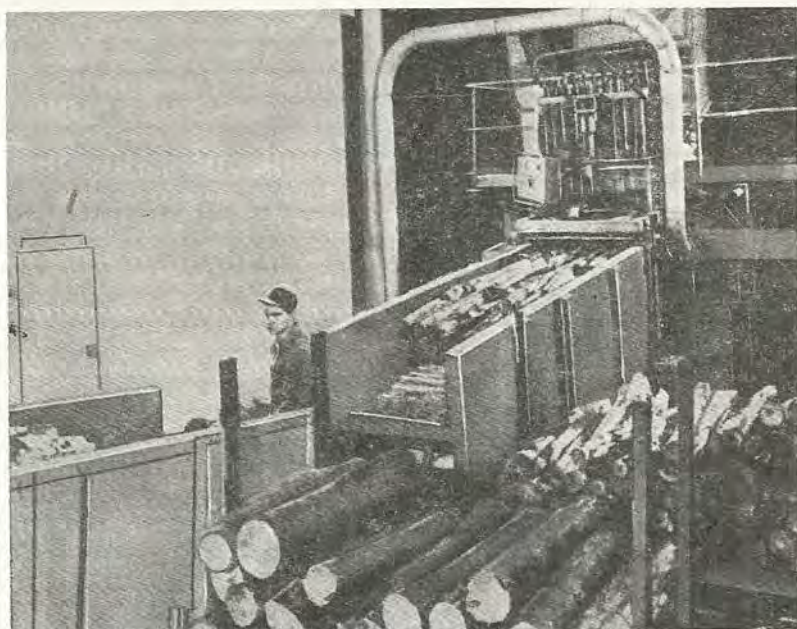


Miután rövidesen bebizonyosodott, hogy e kis kapacitású, nehézkes kiszolgálású gépek nem elégítik ki a forgácslapgyártás intenzíven növekvő igényeit, a Hombak cég kifejlesztette az U (Universal) sorozat első géptípusát, az általában csak U jelzéssel ismert, U 28 típ. késfejes forgácsológ (1961.). Ezt a nagyobb kapacitású típusok, az U 56, s az ún. szálfaforgácsológ U 100, U 64 és U 74 követték (lásd 3—4. ábra). A típusszámok a késfej cm-ben mért aktív hosszát jelzik.

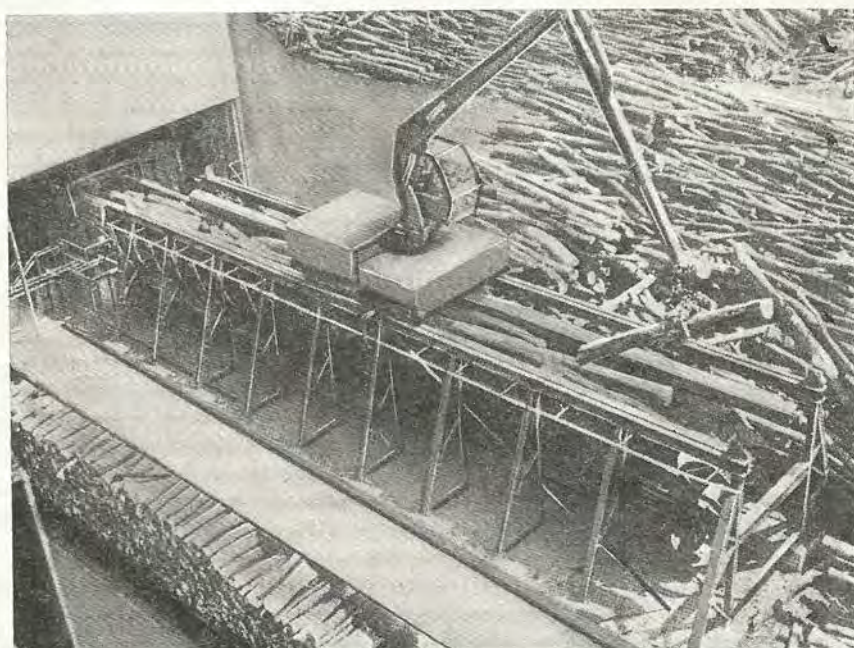
Az U 100 típ. gépek kapacitása — kb. 10 t/h atro fenyő középforgács — már eléri a nagy teljesítményű késtengelyes forgácsológét (az etetőgarat magassága 750, szélessége 1500 mm).

A Hombak U sorozat gépeinek közös alapkoncepciója kedvezőbbnek bizonyult a ma már nem gyártott PRZ 28, s a még ismert néhány, hasonló rendeltetésű, kisebb darabszám-ban üzemelő géptípusokénál. Az, hogy a késfej (és nem az anyag) végez vízszintes irányú, hosszú löketű mellémozgást, kedvező feltételeket jelent mind a geometriai kapacitás kihasználása, mind pedig a — több választék esetében teljesen gépesíthető — kiszolgálás szempont-jából.

A Hombak U 28 s az U 56 típ. forgácsológból egyaránt ma már több mint 100 üzemel. A szálfaforgácsolás még kevésbé terjedt el. Az, hogy a forgácslapipar ezt a feldolgozási módozatot bizonyos — nem egészen alaptalan — tartózkodással fogadja, részben a döntési



3. ábra. Hombak U 28. típusú késefes forgácsoló



4. ábra. Hombak U 100 típusú szálfaforgácsoló kiszolgálása

hosszban való anyagmozgatás nehézségére vezethető vissza, de nagyrészt arra is, hogy a berendezések kapacitása kielégítő mértékben csak kellően egyenes, minimális sudarlósságot, tövstagodást mutató — azaz értékesebb, pl. fenyő — anyaggal használható ki.

A fentebb említettek nem csupán a szálforgácsolás, hanem általában a vastagfa-választékok feldolgozásakor, a kisebb géptípusok (*U 28*, *U 56*) esetében is lényegesek. Mindez megmutatkozik abban, hogy az ilyen választékokat többnyire hossztolva, és pedig az egyszerűbb konstrukciójú és üzemű, a kapacitásra vonatkoztatva olcsóbb, késtengelyes gépeken is feldolgozható, 1 m körüli hosszban forgácsolják (lásd pl. 3. ábra).

Összegezve az eddigieket megállapítható, hogy a közvetlen forgácsolással való apríték-előállításban a *Hombak Universal* sorozat gépei optimális megoldást jelentenek ott, ahol a szükséges berendezés univerzális jellegét a felhasznált alapanyagok választék szerinti összetétele és mennyisége egyértelműen igényli.

A késtengelyes gépeken is forgácsolható, hosszolt anyagok feldolgozásakor a késfejes gépek sokoldalúsága műszaki és gazdasági szempontból egyaránt csak hátrányt jelent. Ilyen alapon azonban a kétféle forgácsoló alaptípus érdemben természetesen nem komparálható. A késfejes forgácsolók rendeltetésszerű alkalmazásának reális alternatívája a durva apríték előállításán alapuló feldolgozás. Az aprítékok minőségének összehasonlítása ma még vitathatatlanul az előbbi változat előnyére utal, de ez az előny az utóaprító berendezések tökéletesítésével párhuzamosan egyre inkább csökken.

A hosszolt és hosszoltatlan anyagok közvetlen forgácsolással való feldolgozásával, s az alkalmazott fontosabb gépkonstrukciókkal kapcsolatban, az eddigiekben leírtakból egyben a hazai forgácslapgyártás adottságainak értékelését is kapjuk, miután üzemünk forgácsoló-gép-állományát a *Hombak PRZ*, *U* és *Z* típusú gépek alkotják.

A tárgyalt késtengelyes, ill. késfejes konstrukciós alaptípusok a mellékmozgások tekintetében erősen eltérőek (*Hombak PRZ*: az anyag tengelyirányú szakaszos és harántirányú alternáló, *Hombak U*: az anyag tengelyirányú szakaszos, a szerszám harántirányú alternáló, *Hombak Z*: az anyag harántirányú folyamatos mellékmozgást végez), ugyanakkor forgácsképzésük mechanikája azonos. A forgácsolás az anyag hossztekével párhuzamos, hengeres szerszámtest palástján elhelyezett késekkel, az adott célt tekintve optimális *C* főirányban, az élkör kb. $\frac{1}{4}$ -ére kiterjedő zónában történik. A forgácsoló főmozgás és a mellékmozgás iránya által bezárt szög a vágás folyamán kb. 150-től 60°-ig változik. A kések metszve váganak, azaz a vágóerőnek élirányú komponense is van.

A forgácsképzés alapvető jellemzőinek azonosságából adódóan közös — és a jelen téma szempontjából különösen lényegesnek bizonyuló — problémái e géptípusok üzemeltetésének a késkopás és ennek kihatásai, amelyekre vonatkozó vizsgálatainkra a következőkben térünk ki.

2.3 Az aprítókések kopásának konstrukciós és üzemeltetési jellegű problémái

A címben jelöltek az aprítók kétféle szerszámára vonatkoztathatók: a tulajdonképpeni forgácsolókésekre, s a késfejes gépeknél, valamint a késtengelyes gépek egy részénél alkalmazott elővágó késekre. Elismerve ez utóbbiak kopásának jelentőségét is (az aprítékminőség szempontjából a gyakorlatban többnyire erősen kopott elővágók hatása egy nagy résbőségű keresztvágó fűrészhöz hasonlítható), ebben a fejezetben csak a forgácsoló késekkel foglalkozunk.

A késkopás hatása — természetesen minden esetben hátrányos módon — az alábbi jellemzőkben, ill. mutatókban jelentkezik:

— a gép leterhelése (teljesítményfelvétele),

- fajlagos energiaigény (ill. -költség),
- a késcsere gyakorisága (szerszám- és az ezzel kapcsolódó költségek),
- időalap-kihasználás (aprítókapacitás),
- az apríték minősége (és ennek műszaki-gazdasági kihatásai).

A felsoroltak közül a következőkben a teljesítményfelvétel alakulására mint a késkopást indikáló tényezőre s a késkopásnak — az aprítékminőség változása szempontjából figyelmet érdemlő — jellegére vonatkozó vizsgálatainkra térünk ki.

Az aprítékminőségnek a késkopás hatására bekövetkező leromlását a 2.5. pontban tárgyaljuk. (A késcsere gyakoriságára s ennek függvényében az aprítókapacitásra a témacsoport korábbi munkái keretében végeztünk vizsgálatokat.) Az aprítókések éltartamát, pontosabban azt, hogy egy késkészlet az élezést követően mennyi ideig, ill. milyen mennyiségű anyag forgácsolására használható, általában kétféle, többé-kevésbé differenciáltan megszabott érték limitálja: egy előírt használati időtartam vagy az aprítógép terhelhetőségének (a főmotor áramfelvételének) egy adott határértéke. Az említettekre vonatkozóan a *Budapesti Falemezművek* Forgácsoláspüzemében, valamint a *Nyugatmagyarországi Fűrészek I. sz.* (75 000 m³/év kapacitású) Forgácsoláspüzemében kérgéletlen nemes nyár forgácsfa *Hombak PRZ 28* típ. késfejes, ill. *Hombak Z 112 S* típ. késtengelyes gépen történt feldolgozásakor folytattunk teljesítményfelvételi méréseket. (Az utóbbi gépen e méréseket, valamint a késkopásértékek és a gépen előállított apríték 7. táblázatban rögzített jellemzőinek a meghatározását — a téma keretében létrejött együttműködési szerződés alapján — az *Erdészeti és Faipari Egyetem* Faipari Géptani Tanszéke végezte.)

A mérések során feldolgozott kérgéletlen nemes nyár forgácsfaanyag főbb jellemzői:
 átlaghossz 1 m,
 átlagátmérő 12,0 (10,8) cm,
 kéreghányad 9—12% atro/atro faanyag.

A *Hombak PRZ* típ. gépen forgácsolt anyag egy kisebb részét a vizsgálat során Szombathelyen is feldolgozott választékból, a többi — zárójelben közölt átlagátmérőjű — anyagot a *Budapesti Falemezművek* Forgácsoláspüzemének anyagteréről vettük. A *PRZ* típ. gépen a teljesítményméréseket az utóbbi anyag feldolgozásakor végeztük (a Szombathelyről szállított forgácsfa aprítékát az apríték- és a lapminőség vizsgálatában használtuk fel).

A két gép fontosabb műszaki jellemzői:

<i>Típus:</i>	<i>PRZ 28</i>	<i>Z 112 S</i>
A késfej, ill. -tengely		
átmérője, mm	435	750
hossza, mm	280	1110 (3 × 370)
fordulatszáma, perc ⁻¹	1475	980
Forgácsolási sebesség, m/s	33,6	38,5
Munkaszélesség, mm	340	445
A kések száma	12	36
A kések száma egy élkörön	12/2	12/2

A méréseket mindkét gépen a tényleges üzemelési paraméterek (késkiállítás, emelési, ill. előtolási sebesség) mellett végeztük. A forgácsok vágásfelület szerint súlyozott átlagvastagsága, azaz a névleges vastagság effektív közelítő értéke a teljesítménymérések alkalmával a *PRZ* típ. gép esetében 0,23—0,26 mm, a *Z* típ. esetében 0,37—0,41 mm volt.

A *PRZ* típ. gép vizsgálatakor, a késcserétől késcseréig terjedő ciklus folyamán az anyagterén egy rakatból kiválasztott, közel azonos méretű és nedvességtartalmú, jellemzőkre és

3. táblázat

Sorszám	Mérésig apritott mennyiség kp	Teljesítmény- felvételi csúcsérték		Fajlagos energiaigény	
		kW	%	kWh/t	%
1	100	39,5	100,0	32,1	100,0
2	200	43,2	109,4	32,7	101,9
3	300	41,4	104,8	30,5	95,0
4	400	50,1	126,8	38,0	118,4
5	500	55,8	141,3	38,3	119,3
6	600	68,5	173,4	37,1	115,6
7	700	61,2	154,9	34,2	106,5
8	800	61,0	154,4	42,6	132,7
9	900	59,8	151,4	46,0	143,3
10	1000	69,8	176,4	45,1	140,5
11	1100	70,5	178,5	48,7	151,7

súlyra (100 kp-os egységekre) előre bemért anyagot forgácsoltunk. Az átlagos nedvességtartalom 44,2% volt.

A mérések folyamán rögzítettük az impulzusszerű teljesítményfelvétel emelővályú-löketenkénti maximumait, és minden 100 kp (nedves súlyú) anyag aprítását követően a főmotor energiafelvételét. A mért értékek alapján meghatároztuk a 3. táblázatban közöljük a késcserétől kezdődően feldolgozott anyagmennyiség függvényében a teljesítményfelvételi csúcsértékek s az atro súlyra vonatkoztatott fajlagos bruttó aprítási energiaigény alakulását (abszolút értékben és a kezdőérték százalékában kifejezve).

A mérési adatok alapján a főmotor leterhelésének mértéke (amit a különböző forgácsoló-típusok többségén a kapcsolótáblán elhelyezett műszer is jelez) kellően megbízható tájékoztatást a kés kopás mértékére nem nyújt. Az éltartam kb. felének elérésekor (lásd 6. sorsz. mérés) a leterhelés már megközelítette a ciklus végén mért értéket, majd — a nyilvánvalóan fokozódó kés kopás ellenére — még újabb kb. 400 kp anyag leforgácsolásáig ez alatt maradt. A kés kopás és a teljesítményfelvétel kapcsolatának lazasága főként az anyag forgácsolási ellenállásának és a geometriai kapacitás kihasználásának (a vályú töltésfokának) ingadozásaira vezethető vissza. A fajlagos energiaigény alakulása — miután ebben az utóbb említett zavaró tényező csak elhanyagolható mértékben érvényesül — már láthatóan szorosabb kapcsolatban áll a késcserétől a mérésig aprított anyagmennyiséggel, azaz lényegében a kés kopással. Ennek gyakorlati kihasználása azonban nem csupán realizálhatóságát, de (a feldolgozott anyagok forgácsolási ellenállásának szórásából adódóan) várható eredményességét tekintve is kétséges.

A vizsgált (és az üzemben alkalmazott többi) PRZ tip. gép kezelésekor kialakult gyakorlat szerint a kés kihasználhatóságának határát az emelővályút működtető hidraulika által biztosított túlterhelés elleni védelem szabja meg. A gép terhelhetőségének ilyen fokú megközelítésekor, sőt, általában már ezt megelőzően is tapasztalható volt a késfej — azaz a főmotor — fordulatszámának csökkenése. Ennek értéke méréseink során 8,5—13,5%-ot ért el.

A *Hombak Z 112* tip. forgácsolón végzett vizsgálatok célja elsősorban a kés kopás, a nedvességtartalom és az aprítékjellemzők kapcsolatának több szempontra kiterjedő, átfogóbb elemzése volt (lásd a későbbiekben). Az aprítás teljesítmény-, ill. energiaigényére vonatkozó, az előbbiekhöz hasonló metodikájú üzemi mérések lefolytatása a két gép üzemeltetési viszonyainak és kapacitásának jelentős eltérése miatt nehézségekbe ütközne, és a téma célkitűzését tekintve nem is volt indokolt.

Az aprítás teljesítményszükségletének a *Z 112* tip. gép esetében — folyamatos regisztrálással, s a regisztrátum 1—5 perces intervallumoknak megfelelő szakaszai értékelésével —

meghatározott, a késcserétől késcseréig terjedő (2 órás) ciklus jellemző fázisaira vonatkozó értékeit a 4. táblázatban közöljük.

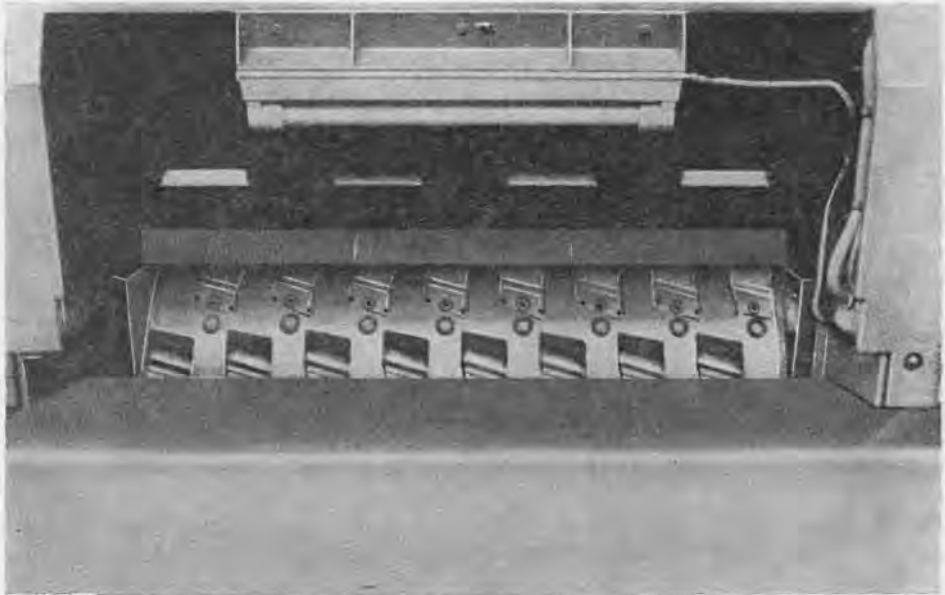
A vizsgált s a hasonló késtengelyes géptípusok esetében — a folyamatos üzemelésből s a nagy kapacitásból adódóan — még viszonylag rövid idejű teljesítményfelvétel-mé-

rések kiegyenlített értékei is lényegesen megbízhatóbb információt nyújtanak a kések elhasználódásának mértékéről, mint a késfejes — PRZ vagy akár U típusú — forgácsolók üzemének ellenőrzésekor. A feldolgozott anyag jellemzőinek ingadozása azonban az ilyen értékekben is kompenzálatlanul — és gyakorlatilag kompenzálhatatlanul — jelentkezik. Az utóbbi mérések folyamán pl. az anyagnedvesség 23 és 73 százalék között változott (lásd 7. táblázat).

Az eddigiekben tárgyalt vizsgálataink a késkopásnak csak mint átlagértéknek a teljesítmény- és energiaigény alakulására gyakorolt hatásáról, s ilyen alapon való (erősen korlátozott) ellenőrizhetőségéről adtak képet. A szerszámköltségeket, az apríték minőségét s a többi érintett műszaki és gazdasági mutatót tekintve figyelmet kell fordítanunk arra is, hogy valójában a késkopás nem csupán átlagában, hanem késenként s az egyes kések élvonalának különböző pontjain is erősen változó mértékben jelentkezik. A késkopás egyenlőtlensége általában a következő tényezők szimultán hatására vezethető vissza. Megjegyezzük, hogy a

4. táblázat

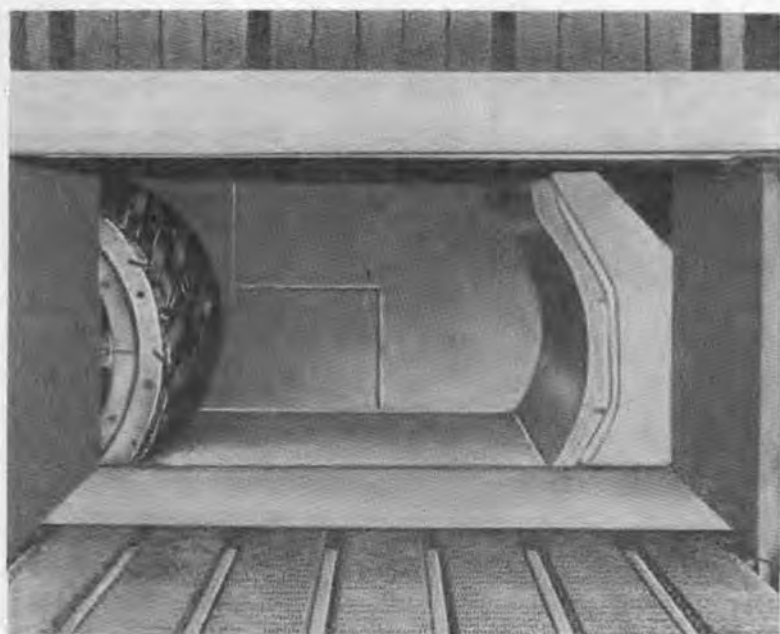
A mérés időpontja	Aprítási teljesítményfelvétel	
	kW	%
Közvetlenül késcsere után	109,0	100,0
A ciklusidő felénél	181,3	166,5
Közvetlenül késcsere előtt	220,5	202,5



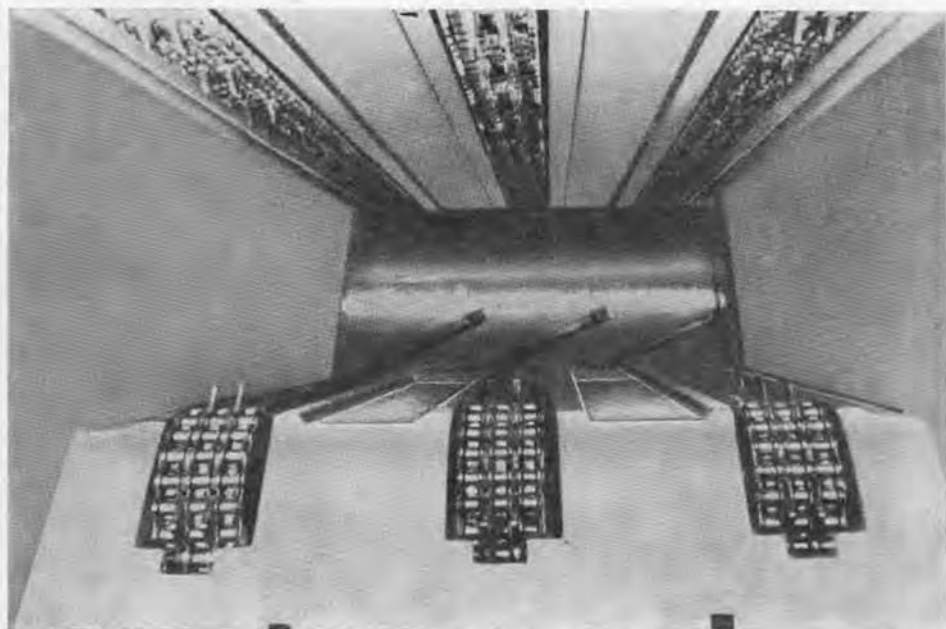
5. ábra. Késtengelyes, ill. késfejes forgácsolók szerszámkiképzései

a)

a = Bezner MW-30/100, b = Hombak U 100, c = Hombak Z 113 S



b)



c)

sorrend csupán kronologikus, és nem a felsoroltak (esetenként változó) jelentőségének felel meg:

- a gép, ill. a szerszámtest konstrukciós jellemzőiből adódó egyenlőtlen igénybevétel,
- gyártási és szerelési pontatlanságok,
- a gép szerkezeti elemeinek (csapágyazások, szerszámtest) kopásából adódó hibák,
- élezési és késbeállítási pontatlanságok.

A téma keretében vizsgált gépekkel kapcsolatosan az *a)* pontban említettekkel tartjuk szükségesnek foglalkozni.

A különböző típusú késfejes és késtengelyes gépek szerszám kiképzése megegyezik abban, hogy a kések élvonala a vágásirányra merőlegestől kisebb-nagyobb szögben eltér. Ez az ún. vágási élférdesség lényeges szerepet játszik a vágásfelület — s így a forgácsok — megfelelő minőségének biztosításában, de ugyanakkor nehezen és csak részben áthidalható problémákat is támaszt:

— a forgácsoló kések (egyenes) élvonala által alkotott forgásfelület nem henger, hanem hiperboloíd. Az élvonal — legkisebb élkört leíró — középső pontjától mért távolság függvényében az élkör egyre nagyobb mértékben haladja meg a (hengeres) szerszámtest átmérőjét;

— a metszőszög a kés hossza mentén változik (az anyaggal először érintkező végponttól a másik felé haladva csökken).

Az említettek annál nagyobb mértékben jelentkeznek, mennél nagyobb az élférdesség és a kés hossz, ill. mennél kisebb a késfej-, ill. késtengelyátmérő. Teljes kiküszöbölésük csak térgörbe (spirális) kések alkalmazásával lenne elérhető. Nem kívánnak azonban különösebb részletezést egy ilyen, elvileg tökéletes megoldás műszaki (és gazdasági) akadályai. A gyakorlatban eddig megvalósított — lényegében kompromisszumos — megoldások (lásd 5. ábra) a következők:

- rövid, egyenes élvonalú kések alkalmazása,
- hosszú, egyenes élvonalú (többnyire 250—350 mm-es, ún. fésűs) kések alkalmazása kisebb élférdesség mellett,
- nagyobb élférdesség, hosszú, görbe élvonalú kések (a görbe az élkörrel megegyező átmérőjű henger és a kés melloldali síkja metsződésének megfelelő ellipszisszakasz).

A hazai forgácslapüzemekben alkalmazott késtengelyes forgácsoló szerszám kiképzése a kések igénybevételének egyenletessége szempontjából leginkább kedvezőtlen, de ugyanakkor a szerszám- és szerszámkarbantartási ráfordítások tekintetében legelőnyösebb *b)* változatnak felel meg.

Az 5. táblázat a vizsgált *Hombak Z 112* típ. gép egy készletéből vett kések élkopás-értékeit tartalmazza. A fésűs kések 6-6 foga élvonalának közepén mért értékek mellett fel-

5. táblázat

Késsorszám	Késkopás, μm						Átlag
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	
1.	99,3	70,0	57,3	62,2	103,2	135,4	87,9
2.	83,3	109,6	10,0	71,9	90,4	84,4	74,9
3.	121,9	82,5	123,0	63,2	70,0	37,6	83,0
Átlag	101,5	87,4	63,4	65,8	87,9	85,8	81,9

tüntetjük azok késenkénti, valamint a három kés azonos pozíciójú (betűjelű) fogaira meghatározott átlagát.

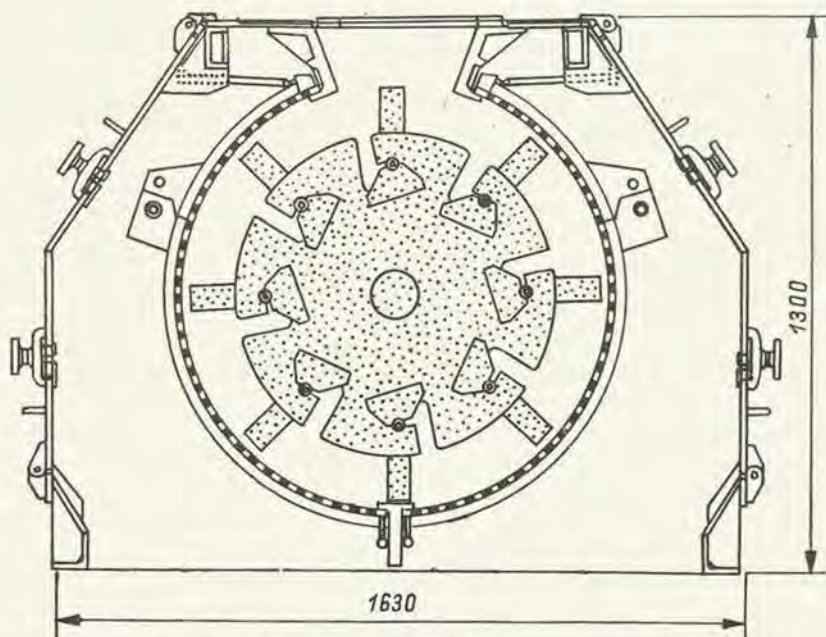
A kapott eredményeket tekintve figyelmet érdemel egyrészt az élkopás átlagának nagysága, másrészt az egyes késeken belüli élkopásértékek nagyfokú szórása (ami meghaladta a késenkénti átlagokét).

Az azonos betűjelű foganként átlagolt kopásértékeknek a kések végei felé megfigyelhető növekedése részben az előzőekben tárgyalt konstrukciós jellegű okokkal magyarázható, de hasonló kopási egyenlőtlenségre vezetnek a késbeállítás szöghibái is.

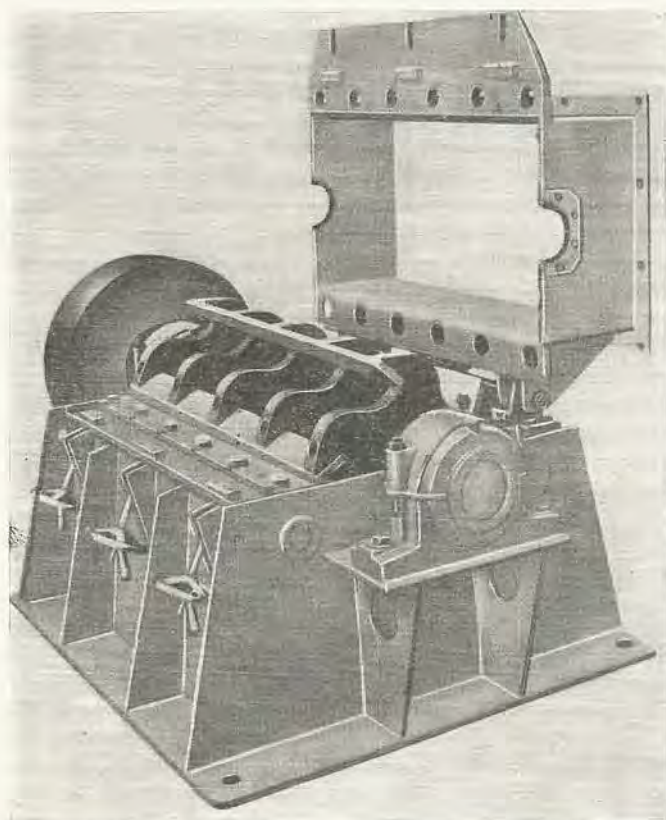
2.4 Az utóaprító gépek s az utóaprítás jellemzői

A forgácslapiparban alkalmazott utóaprító gépek közül a célforgácsok utóaprítására használt, tehát a feldolgozott anyag tekintetében körülhatároltabb rendeltetésű konstrukcióknak is igen nagy — s a gyártás- és gyártmányfejlesztés igényeinek megfelelően napjainkban is növekvő — számú változata ismeretes. Ezek átfogóbb, a jelenlegi összes konstrukciós variánsra kiterjedő rendszerezését rögzítő kül- vagy belföldi szakirodalmi anyagról nincs tudomásunk, sőt, e berendezések egyértelmű némenkletúrája sem alakult még ki. A következőkben csupán az e téma szempontjából leginkább figyelmet érdemlő néhány konstrukciós alaptípusra térünk ki, és pedig az utóaprítás minősége, ill. az elérhető szemcsefinomság szerinti sorrendben. Megjegyezzük, hogy közelítőleg ennek a sorrendnek megfelelően növekszik a gépek azonos átbocsátóképességhez szükséges nagysága és többnyire ára is.

A forgácslapiparban leghosszabb ideje elterjedten alkalmazott utóaprítók a kalapácsos őrlők. Kezdetben lényegében az egyéb iparágakban — ásványi anyagok, szemes termények,



6. ábra. Kalapácsos őrlő (Alpine Omniplex 100/100 VS)



7. ábra. Késes őrlő
(Condux CS 50/100)

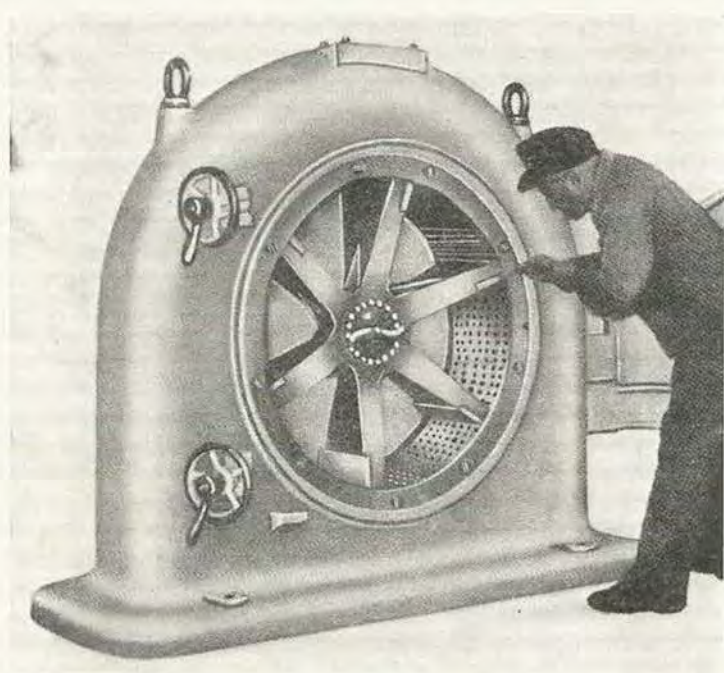
hulladékok stb. őrlésére — is használt gépeket alkalmazták (a célnak leginkább megfelelő szitabetétekkel), majd kialakultak a forgácslapgyártás igényeivel egyeztetett, speciális géptípusok (lásd 6. ábra).

Az ütőelemek ingaszerű felfüggesztése révén a kalapácsos őrlők csaknem érzéketlenek a forgácsok filcelődéséből, összetapadásából adódó terhelésingadozásokkal szemben. Ez a nagyfokú üzembiztosság különösen a szárítást megelőző utóaprítás esetében előnyös, de elterjedten alkalmazzák e gépeket száraz (többnyire közép-) forgácsok utóaprítására is.

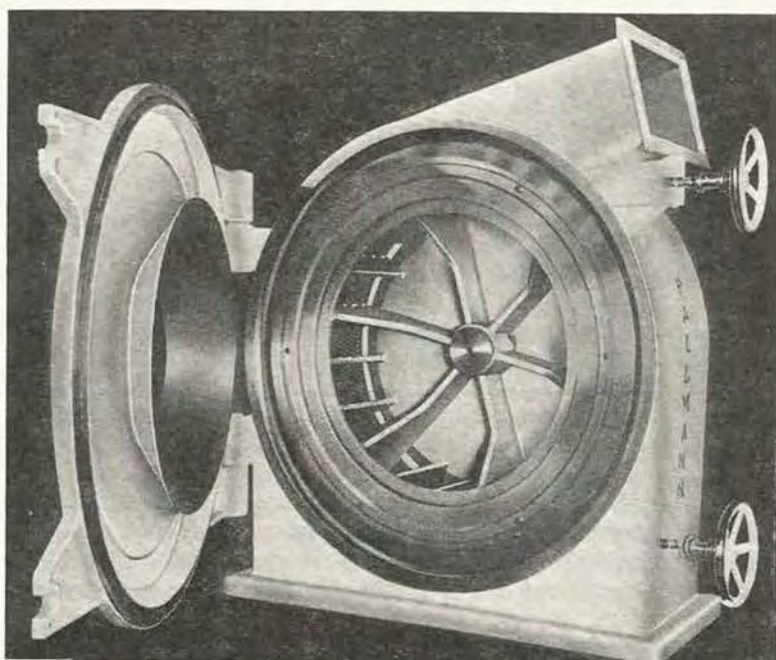
Az utóaprítás minősége szempontjából kedvezőbb, de már igényesebb konstrukciós változatot képviselnek a merev forgórészű, ún. késes őrlők (lásd 7. ábra).

Kialakításuk, amely a kalapácsos őrlőkéhez viszonyítva jobban elősegíti a beadagolt forgácsok előnyös rendeződését, kedvezőbb feltételeket teremt a finomabb és egyenletesebb utóaprításhoz, az alakosság jelentékenyebb mértékű lerontása (azaz a szálirányra merőleges törésfelületek száma, a törmelékfrakció nagyobb arányú növekedése) nélkül.

A késes aprítók viszonylag korlátozottabb elterjedtségének oka, hogy mind a pozitívumok, mind a negatívumok tekintetében átmenetet képeznek a kalapácsos és a velük egyre gyakrabban egy műveletsonon belül üzemeltetett ún. ütőcsillagos őrlők (lásd 8. ábra) vagy egyéb, még finomabban őrlő gépek között. Alkalmazásuk a felületminőségre nézve kevésbé igényes építőipari felhasználásra kerülő laptípusok gyártásában számításba vehető.



8. ábra. Útőcsillagos őrlő
(Condux CSK 900)



9. ábra. Pallmann
PPS Contra-
selector

Az ütöcsillagos őrlőkkel elérhető szemcsefinomság már az építőipari lapok követelményszintjei felső határának minősül. A további — finomőrő, rostosító — géptípusokkal nem foglalkozunk, csupán egy, a szemcsefinomság tekintetében az említett határvonalon mozgó, a forgácslapgyártás igényeivel legjobban egyeztetett korszerű megoldások egyikét képező konstrukciót kívánunk még megemlíteni.

A *Pallmann* cég által kifejlesztett *PPS Contra-selector* típusú gépek (lásd 9. ábra) felépítése és működése lényegében az utóaprítás kétféle módozatát, ill. a finomforgácsok előállításának két fázisát egyesíti, s így a szemcsefinomság, ill. őrlésfok tekintetében tágabb határok közt változó igényeknek is megfelel.

A sokoldalúság nem elsődleges — és mint általában, inkább a gyártónál, mint az üzemeltetőknél érvényesülő — előnye e konstrukcióknak, de a jelen téma szempontjából feltétlenül figyelmet érdemel. Lehetőséget nyújt ugyanis a legkülönbözőbb követelményeknek megfelelő építőipari, sőt, finomforgács borítórétegű bútorigipari lapok gyártásának feltételeivel egyaránt egyeztethető, gyorsan és viszonylag egyszerű úton átállítható apríték-előállító gépsorok kialakítására.

A *PPS* típ. gépek jellemző adatait (lásd 6. táblázat) a gyártó cég a lehetséges kétféle üzemmódra adja meg:

- utóaprítás (az ütöcsillagos gépekéhez hasonló módon és minőségben),
- finom őrlés (a külső szita és őrlőszegmensek behelyezésekor).

A táblázatban az utóbbi üzemmódra vonatkozó értékeket zárójelben közöljük. A kapacitás és a teljesítményigény a jelzett határokon belül a fafaj, a nedvességtartalom, a forgácsvastagság stb., ill. a kívánt őrlésfok (a sziták lyukbőssége) függvényében változik.

6. táblázat

Típus	<i>PPS</i> —8	<i>PPS</i> —10	<i>PPS</i> —12	<i>PPS</i> —16
Max. kapacitás kp ató/óra	1100 (450)	2200 (800)	4500 (1500)	8000 (3000)
Összteljesítmény, kW	37—52 (52—75)	50—75 (85—120)	145—185 (185—250)	250—310 (340—410)
Nettó súly, kp	1000	1500	2800	3500

Az utóaprítás terén alkalmazott fontosabb konstrukciós alaptípusok áttekintésével — az aprítógépekkel kapcsolatban tárgyaltakhoz hasonlóan — lényegében a hazai forgácslapüzemek adottságait is jellemeztük. A hazai üzemekben a forgácsok utóaprítására az eddigiekben említett *Alpine*, *Condux* és *Pallmann* típusú gépeket alkalmazzák.

Ellentétben azonban a forgácsolókcal, e géptípusok összehasonlító értékeléséről, egyféle *optimális* típus kijelöléséről még a felhasználási mód közelebbi körülhatárolásával sem beszélhetünk a teljes gyártástechnológia s az alkalmazott berendezések (köztük a terítők, sőt, bizonyos vonatkozásban a hőprés) jellemzőinek figyelembevétele nélkül.

Az, hogy az utóaprítás — az őrlésfokkal szemben támasztott adott igények betartása mellett — ne vezessen a forgácsalakításnak a késztermék fiziko-mechanikai tulajdonságait jelentősebb mértékben érintő leromlására, a kiforrott géptípusok mindegyikénél megoldottnak tekinthető, legalábbis olyan szinten, hogy a végleges aprítékjellemzők kialakulásában, az alkalmazott utóaprítók alapkoncepciójánál nagyságrendileg nagyobb jelentősége van a feldolgozásra kerülő anyag jellemzőinek, nedvességtartalmának, s az aprítás (forgácsolás) minőségének.

Az építőipari lapok felületminőségével szemben támasztott követelmények — mint azt a következő fejezetben kimutatjuk — az említett, hazai üzemekben is alkalmazott utóaprítók legegyszerűbb konstrukciójú típusaival is kielégíthetők. Ilyen tekintetben tehát a jelen téma keretében különösebb kötöttségekkel nem kell számolnunk. Ugyanakkor a szükséges típusok megválasztásában — mint erre már utaltunk — determináló szerepe van lényegében a teljes gyártósor jellemzőinek. Az apríték-előállítás ilyen szintű vizsgálata a téma célkitűzésében nem szerepelt, s a következőkben csupán az említettek illusztrálása céljából kívánunk az utóaprítás és az azt közvetlen megelőző, ill. követő műveletek kapcsolatának néhány kérdésére kitérni.

A korszerű forgácslapgyártási technológiákat figyelembe véve, a szárítás és az utóaprítás sorrendisége gyakorlatilag eldöntöttnek vehető. Bár a nedves forgácsok utóaprításakor keletkező por-, ill. törmelékfrakció aránya kisebb, az utóaprítókat ma már többnyire a szárítók után alkalmazzák. Ennek elsődleges indokai:

— a nedvességtartalom növekedésével az utóaprítók terhelhetőségének jelentős arányú csökkenése párosul. A kapacitás nem csupán a kisebb kihasználhatóságból, hanem abból adódóan is csökken, hogy nagyobb nedvességtartalmú megközelítések egyre gyakoribbá válnak a szitabetétek — s egyes típusoknál az őrlőelemek — eltömődéséből származó üzemi zavarok. Mindez végső soron a minőség alakulására is visszahat;

— a szárítást megelőzően — a nedves térfogatsúly nagyfokú szórásából s részben a forgácsok összetapadásából adódóan a forgácsvastagság szerinti (légsodrásos) frakcionálás gyakorlatilag megoldhatatlan.

A vázoltakkal kapcsolatban még megemlítünk egy kevésbé elterjedt, áthidaló megoldást: a forgácsok *előszárítása* 30—40 százalék közötti nedvességtartalomra, s a kívánt végnedvesség beállítása az utóaprítás, osztályozás után.

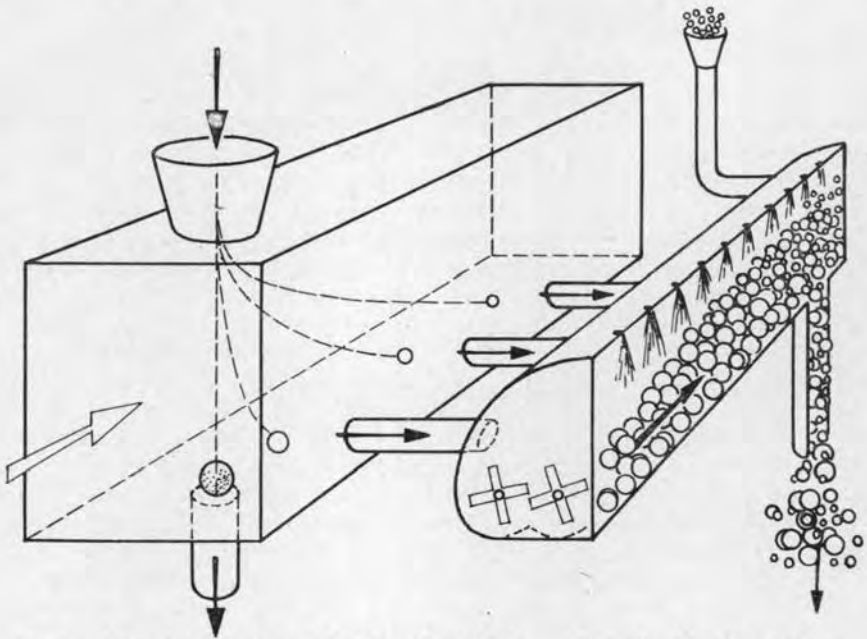
A technológia kezdeti szakaszához képest a gyakorlatban még sok esetben nem tekinthető kellő szinten megoldottnak az utóaprítás és a frakcionálás műveleteinek sorrendisége, a berendezések megválasztásának az alapanyag, a technológia és a késztermék adott jellemzőivel való optimális egyeztetése.

Az ismert és általánosan alkalmazott mechanikus (*Miag, Bezner, Nolte* stb.) osztályozókra nem kívánunk itt kitérni. A gyakorlatban kevésbé kihasználtak az osztályozók másik típusának, a légsodrásos (pneumatikus) osztályozóknak az előbbiektől eltérő sajátosságai: az, hogy a forgácsokat nem befoglaló méreteik (elsősorban felületük), hanem súlyukra vonatkoztatott légellenállásuk (azaz döntően vastagságuk) szerint osztályozzák.

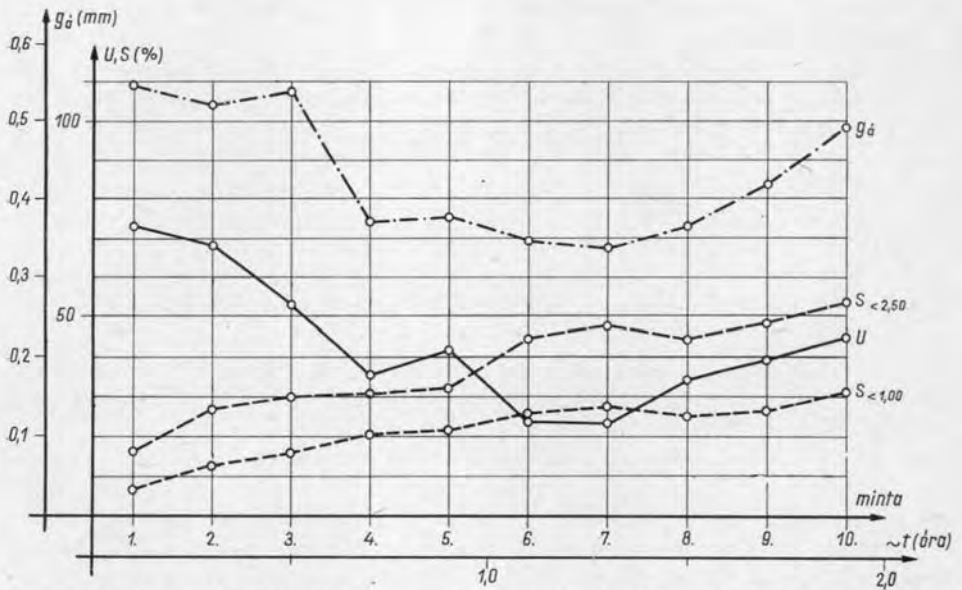
Értelmetlen lenne a két frakcionálási módszer között minőségbeli, fontossági vagy gazdaságossági szempontból párhuzamot vonni. Eltérő hatásuk figyelembevételével mindkettő helye kijelölhető a különböző gyártástechnológiai folyamatokban, és ki is kell jelölni, ha a feladatot — mint e téma esetében is — gyengébb minőségű alapanyagból magas követelményszintet kielégítő késztermék gazdaságos előállítása képezi.

A légsodrásos frakcionálási elv leginkább ismert és elterjedt (a hazai forgácslapiparban is már megvalósult) alkalmazási módja az ún. sokrétegű terítés, ill. a frakcionált kötőanyag-felhordás (lásd 10. ábra).

Ott, ahol a vastagság szerint pontosabban behatárolt frakciókra kell az anyagot osztályozni (pl. finomőrlésre kerülő forgácsok kiválasztásakor), az ábrán vázolt legegyszerűbb konstrukció a szükséges kapacitások mellett irreálisan nagy berendezéseket igényelne. Hasonló felépítésű pl. az intézetünkben kidolgozott és e téma vizsgálataiban is alkalmazott laboratóriumi osztályozó, melynek munkaszélessége 270, ejtési magassága 900, aktív hossza 3600 (30 × 120) mm, ugyanakkor a szükséges frakcionálási pontosság figyelembevételével behatárolt átbocsátóképesség csupán kb. 25 kp/óra.



10. ábra. Légsodrásos frakcionálással kombinált kötőanyagfelhordás elvi vázlata (Bähre)



11. ábra. A 2,5 mm feletti frakció átlagvastagságának (g_a), valamint az apró frakció mennyiségének (S) alakulása a késcserétől késcseréig terjedő ciklus folyamán, változó átlagnedvesség (U) mellett

Az ismert (*Keller, Alpine, Schilde* stb.) légsodrásos osztályozóberendezések kialakításakor a legkülönbözőbb (részben mechanikus elválasztással is kombinált) megoldások alkalmazásával egyeztették a berendezések méreteit a frakcionálás kívánt teljesítményével és hatáskörével.

2.5 Az aprítékjellemzők alakulása

A *Hombak Z 112 S* típusú gépen végzett vizsgálat keretében, a késcserétől késcseréig terjedő ciklus folyamán, közelítőleg egyenlő időközökben vett minták granulometrikus elemzésének eredményeit (a minták nedvességtartalmának feltüntetésével) a 7. táblázatban összesítjük.

A táblázatban közölt aprítékjellemzők meghatározásának metodikája:

1. A $2,5 \times 2,5$ mm lyukbőségű szitán áteső frakció különválasztása.
2. A 2,5 mm feletti frakciót alkotó forgácsok vastagság szerinti (0,1 mm-es lépcsőkben, súlyszázalékban kifejezett) eloszlásának, s ennek alapján átlagvastagságának meghatározása.
3. A 2,5 mm alatti frakció szemcse nagyság szerinti összetételének további (1,5 és 1,0 mm-es) szitafrakcionálással való meghatározása.

A táblázatban szereplő átlagvastagság-értékek (g_a) tehát csak a 2,5 mm feletti frakcióra vonatkoznak. A 2,5 mm alatti frakció összetételét az indexben jelölt lyukbőségű szitákon áteső mennyiségeknek a teljes apríték mennyiségére vonatkoztatott százalékában adjuk meg.

A táblázat alapján is megállapítható pl. mindenekelőtt a 2,5 mm-es szitán áteső frakció mennyiségének feltűnő, éspedig csökkenő szemcseméreteket mellett egyre nagyobb arányú (2,5 mm alatt 3,3, 1,5 mm alatt 3,8 és 1,0 mm alatt már 4,6-szoros) növekedése a vizsgált ciklus folyamán.

Áttekinthetőbb, a késkopás hatásának „dinamikáját” s a nedvességtartalom jelentőségét egyaránt érzékeltető képet kapunk a táblázatban közölt fontosabb aprítékjellemzők időbeni alakulásának grafikus ábrázolásával (lásd 11. ábra).

7. táblázat

Minta-sorszám	U %	g_a mm	$S_{2,5}$ %	$S_{<2,5}$ %	$S_{<1,5}$ %	$S_{1,0}$ %
1.	72,5	0,546	84,0	16,0	12,2	6,6
2.	67,9	0,519	73,8	26,2	21,8	12,4
3.	52,2	0,536	70,7	29,3	23,7	15,7
4.	35,0	0,372	70,0	30,0	27,0	19,8
5.	41,2	0,374	67,8	32,2	29,1	20,3
6.	24,6	0,345	56,3	43,7	38,1	24,8
7.	22,9	0,335	52,8	47,2	41,5	27,2
8.	34,0	0,364	56,1	43,9	39,2	24,9
9.	38,9	0,417	51,9	48,1	41,3	26,1
10.	45,0	0,493	47,0	53,0	46,3	30,5
Átlag	43,4	0,430	63,0	37,0	32,0	20,8

Kétségtelen, hogy a mérések — szükségszerűen — kevésbé előnyös feltételek mellett történtek, mint ahogyan a laboratóriumi vagy más, lényegesen kisebb kapacitású üzemi berendezéseken elvégezhetőek.

A kapott értékek a késcserétől eltelt idő (azaz a késkopás) és az erősen változó nedvességtartalom szimultánhatását tükrözik. E két hatás azonban kellően differenciálható, s így a vizsgálat eredményei a

numerikus adatokon túlmenően, több vonatkozásban általánosabb érvényű tapasztalatokkal is szolgálnak:

a) megfigyelhető a 2,5 mm feletti frakció (azaz a nagyobb forgácsok) átlagvastagsága alakulásának szoros kapcsolata a nedvességtartalommal. Bár a teljes aprítékmennyiséget tekintve ez a kapcsolat (a témacsoport előző témája keretében, a nedvességtartalom hatására vonatkozóan lefolytatott vizsgálataink szerint) nem minden esetben és kevésbé egyértelműen jelentkezik, a kapott görbék jól érzékeltetik a nedvességtartalom hatásának jelentőségét a rosttelítettségi határ feletti tartományban is.

Az összefüggés magyarázatát abban látjuk, hogy — különösen a nyár esetében — a nagy nedvességtartalom miatt igen lágy anyag a késél elől könnyen kitér, s ekkor a következő kés már vastagabb forgácsot választ le;

b) a grafikonon szereplő mindkét szitafrakció növekedésében a késkopás hatása a nedvességtartalomtól jól elkülöníthetően jelentkezik. Itt elég csupán az *U*, ill. *S* görbék alakjának eltérésére, vagy a közel azonos nedvességtartalmakhoz tartozó *S* értékek különbségére (lásd pl. 5. és 9. sorsz. mérés) utalnunk;

c) figyelmet érdemel az *S* értékek (különösen a 2,5 mm alatti frakció) növekedésében a 6. és 7. sorsz. méréseknél jelentkező ugrás, ami egyeztethető az *U* görbe rosttelítettségi határ alá eső szakaszával. Ebben nem pusztán a nedvességtartalom csekély értékének, hanem az anyag többnyire ezzel párosuló előrehaladottabb degradációjának (fülledésének) is szerepe van.

A *Hombak Z* 112 tip. gépen végzett vizsgálatok — az összefüggések jelentőségének és részben jellegének tekintetében is — igazolták a nedvességtartalom (s a degradáció), valamint a késkopás hatására vonatkozóan (eltérő, *PRZ* 28 tip. gépen) a témacsoport előző munkái keretében folytatott méréseink eredményeit.

A fülledékeny — s köztük a nemes nyár — választékok tárolásakor a nedvességvesztéssel párosuló degradáció kisebb (a rosttelítettségi határt megközelítő) nedvességértékek esetén, a feldolgozáskor már egyértelműen kimutatható minőségromlásra vezet. A kapott eredmények alátámasztják azt, hogy a természetes száradásból adódó előnyök maximális kihasználása — a kapcsolódó negatívumok gazdaságilag hátrányos mértékű jelentkezése nélkül — a tárolt anyag minőségének rendszeres ellenőrzését, a beszállítások technológiailag megalapozottabb ütemezését és rugalmasabb kezelését, s nem utolsósorban a kitermelők és a felhasználók szorosabb együttműködését igényli.

Az egyes berendezéseken adott anyagból, adott üzemelési paraméterek mellett előállított forgácsok vastagság szerinti eloszlásával, méretszórásával jelentőségében legalábbis egyenrangúnak tekinthetők e jellemzők időbeni módosulásai. Ezek különösen akkor kompenzálhatók nehezen — s így a késztermék jellemzőinek szórására vezetnek —, ha az eloszlást módosító tényezők változása csak korlátozott mértékben ellenőrizhető, ill. befolyásolható. A késkopás az ilyen tényezők egyikét képezi. Így pl. a *Hombak PRZ* tip. gép esetében kimutatott, a késkopás előrehaladtával egyre gyakoribbá váló fordulatszám-csökkenés önmagában is 9,3—15,6 százalék átlagvastagság-növekedésre vezet, ugyanakkor az emelővályú-löket végén — ugyancsak a késkopástól függő, változó mértékben — nő a törmelékfrakció aránya.

Különösen a kisebb forgácsolási ellenállású, pl. nyárananyagok forgácsolásakor, nem tekinthető elfogadhatónak az, hogy az aprítókések kihasználását a gépek terhelhetőségének egy adott, kategorikus értéke, vagy egy nem kevésbé kategorikusan megszabott időtartam határolja be. Eddigi tapasztalataink arra utalnak, hogy megoldást kell keresnünk az e téren kialakult gyakorlat tökéletesítésére, ill. a késkopás előrehaladottságának megbízhatóbb indikálására.

Az üzemi mérések alkalmával a *Hombak Z 112*, valamint *PRZ 28* típ. gépeken előállított, majd különböző — a későbbiekben tárgyalt — módon utóapritott forgácsok jellemzőinek meghatározását (intézetünk műfai laboratóriumában) a következő vizsgálati módszerek alkalmazásával végeztük:

- a) légsodrásos frakcionálás, s ennek alapján a frakciók szerinti eloszlás meghatározása;
- b) a jellemző (4., 7., 10., 13—14. és 17—18) frakciókon belül a vastagság szerinti megoszlás, s ennek alapján az átlagvastagság meghatározása, majd a kapott értékekből a vastagság és a repülési távolság kapcsolatának meghatározása az adott aprítékokra vonatkozóan;
- c) az átlagos repülési távolságok meghatározása, s ezek, valamint a fentiek szerinti kalibrálás alapján a teljes aprítékmenyiségeket jellemző átlagvastagságok megállapítása;
- d) a 2×2 mm lyukbőségű szitán áteső frakció kiválasztása, majd e frakció szemcse-nagyság szerinti összetételének további (1,40, 1,00, 0,63, 0,32 és 0,10 mm-es) szitaosztályozással való meghatározása;
- e) a hosszúság szerinti eloszlás, az átlaghossz, valamint a kéreghányad (atro/atro forgács) meghatározása az egyes szitafrakciókon belül.

A vizsgálatok metodikájára vonatkozóan megemlítjük a következőket:

— a vizsgálatokat megelőzően az aprítékokat (fűtgázüzemű laboratóriumi szárítón) egységes, 9 ± 1 százalékos nedvességtartalomra szárítottuk le. A kísérleti lapok előállításához felhasznált egyes frakciókat a vizsgálatokat követően szárítottuk a szükséges (4 százalékos) nedvességtartalomra. E kétlépcsős szárítást az indokolta, hogy az aprítékjellemzők vizsgálata megkövetelte a különböző minták nedvességtartalmának azonosságát, de az említett végnedvesség esetén már számolnunk kellett volna a forgácsok — mérési hibákra vezető — fokozatos visszanedvedésével a vizsgálatok folyamán;

— az elvégzett légsodrásos és szitaosztályozások egyben a kísérleti lapokhoz felhasznált különböző frakciók kinyerését is szolgálták;

— az alkalmazott vizsgálati módszerek előbbi felsorolása nem jelzi egyben azok egységes sorrendiségét. E módszereket — a továbbiakban közölteknek megfelelően — változtatva, a minták egy részénél pl. ismételt alkalmaztuk;

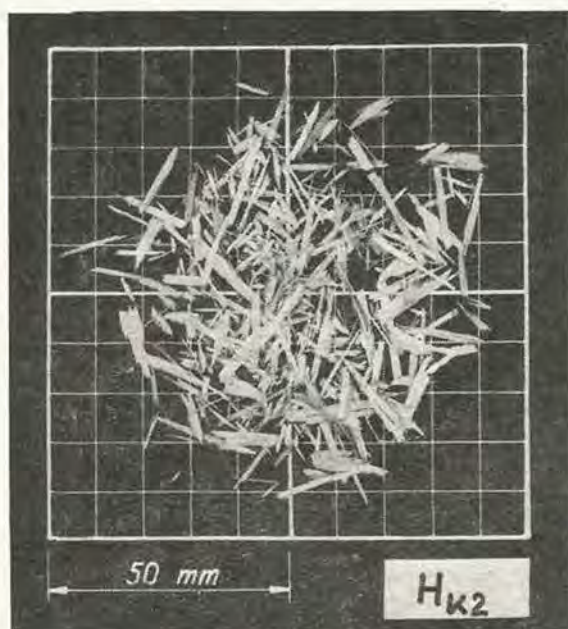
— az utóapritás minőségére vonatkozó vizsgálataink során először az üzemi apríték jellemzőit határoztuk meg, majd egy, az intézetben használt laboratóriumi kalapácsos őrlőt úgy alakítottunk át (a szitaabét és az ütőelemek módosítása, laposacél terelő-, ill. őrlőelemek be-



12. ábra. Utóapritott üzemi (fedő-) forgácsok

a = *Hombak PRZ* — *Alpine*, b = *Hombak PRZ*
— laborőrő

a)



b)

lási irányban mért 120 mm-es osztásközök (rekeszek) sorszámai. A berendezés jellemző méreteit az előző fejezetben közöltük. A légsebesség értéke 1,8 m/s volt.

Az átlagos forgácsvastagságot adott vastagság szerinti eloszlású forgácshalmaz esetében általában a frakciósúly szerint súlyozott átlag képezi:

$$g_a = \frac{\sum G_i g_i}{\sum G_i}, \text{ mm.}$$

ahol:

G = az egyes frakciók súlya, p vagy %,

g = az egyes frakciók közepes vastagsága, mm.

A témacsoport előző munkái (2.1) keretében kimutattuk, hogy a közölt képlettel meghatározott érték minden esetben — és pedig a vastagsági szórástól függő mértékben — szükségszerűen meghaladja a forgácsoló szerszám fordulatszámát, az egy élkörön elhelyezett kések száma, az előtolósebesség, ill. a késkiállítás alapján számítható (névleges) vastagságot.

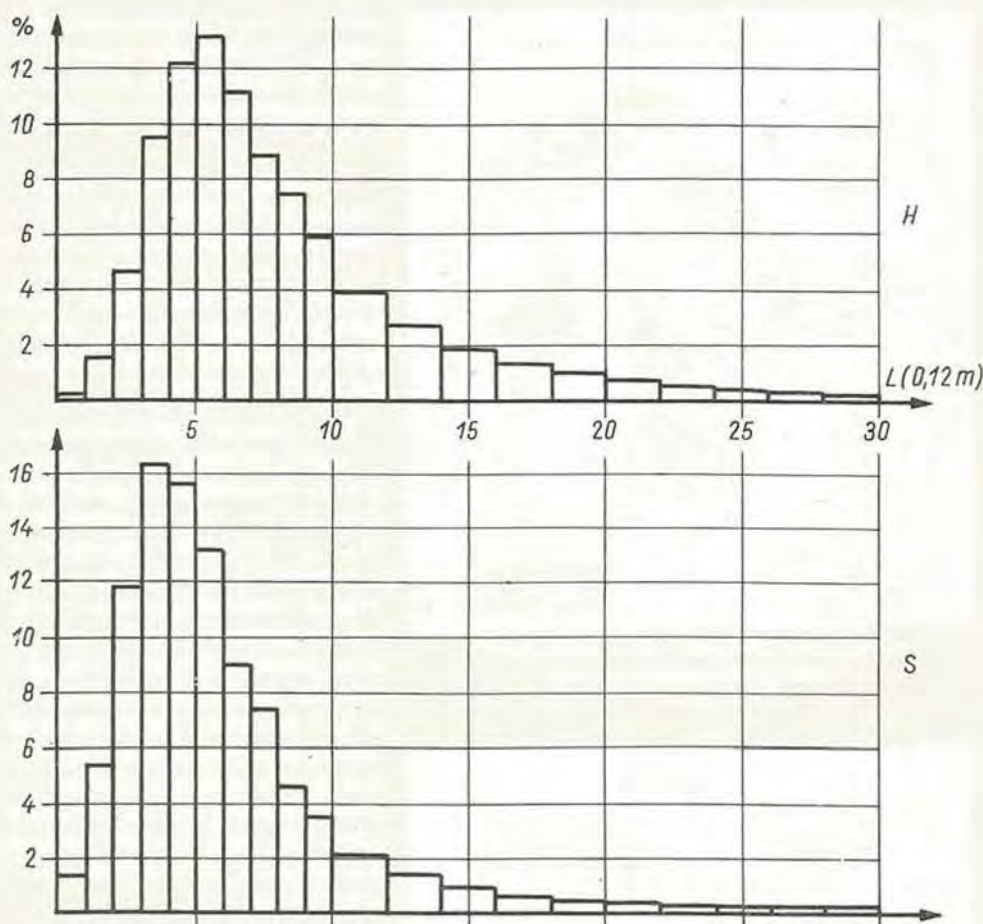
helyezése útján), hogy az utóaprítás minősége — azonos üzemi apríték feldolgozásakor — az előbbivel közelítőleg megegyező legyen. Ezt az utóaprítási és frakcionálási változatokra vonatkozó vizsgálatok reprodukálhatóságának (és részben elvégezhetőségének) biztosítása tette szükségessé.

A *Hombak PRZ 28*, valamint *Z 112* típ. gépen — az üzemi vizsgálatokra vonatkozóan az előbbieken megadottak szerint — azonos, 30 százalék körüli kezdőnedvességű anyagból előállított (a továbbiakban H , ill. S betűjelű) aprítékok légsodrásos frakciók szerinti eloszlását a 8. táblázatban, ill. a 13. ábrán közöljük, s az egyes jellemzőbb légsodrásos frakciókat a 14. ábrán szemléltetjük.

A táblázatban, valamint az ábrákon feltüntetett sorszárok az osztályozó aktív hosszában, az áram-

8. táblázat

Sorszám	Légsodrásos frakció, %		Sorszám	Légsodrásos frakció, %	
	H	S		H	S
1.	0,16	1,29	11—12.	7,77	4,20
2.	1,51	5,35	13—14.	5,40	2,80
3.	4,61	11,80	15—16.	3,60	1,77
4.	9,48	16,30	17—18.	2,53	1,24
5.	12,17	15,60	19—20.	1,90	0,88
6.	13,18	13,09	21—22.	1,41	0,70
7.	11,12	0,93	23—24.	1,11	0,54
8.	8,85	6,38	25—26.	0,71	0,35
9.	7,46	4,61	27—28.	0,75	0,41
10.	5,88	3,50	29—30.	0,38	0,18



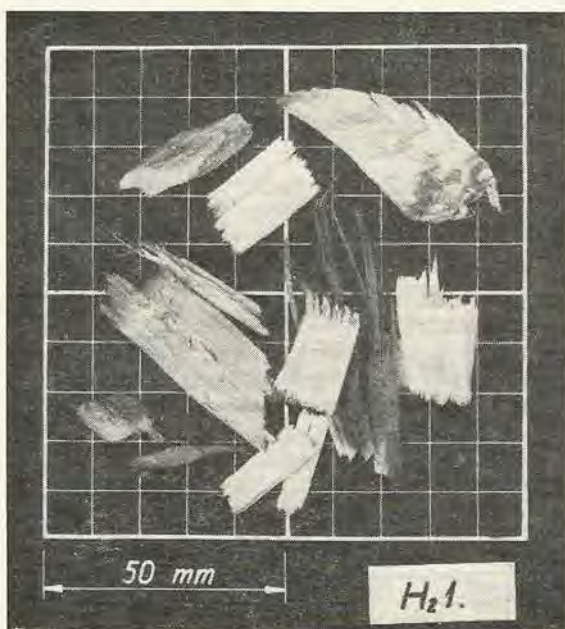
13. ábra. A H és S jelű aprítékok légsodrásos frakciók szerinti eloszlása

Szükségesnek tartottuk ezért a vizsgált aprítékokat olyan értékkel is jellemezni, mely döntően a névleges vastagságtól függ, s csak kevésbé a tényleges vastagsági értékek szórásától. Ilyen értéket kapunk a vágásfelület (F) szerint súlyozott átlagolással, amihez ugyanazon adatok ismerete szükséges, mint a szokásos képlet alkalmazásához:

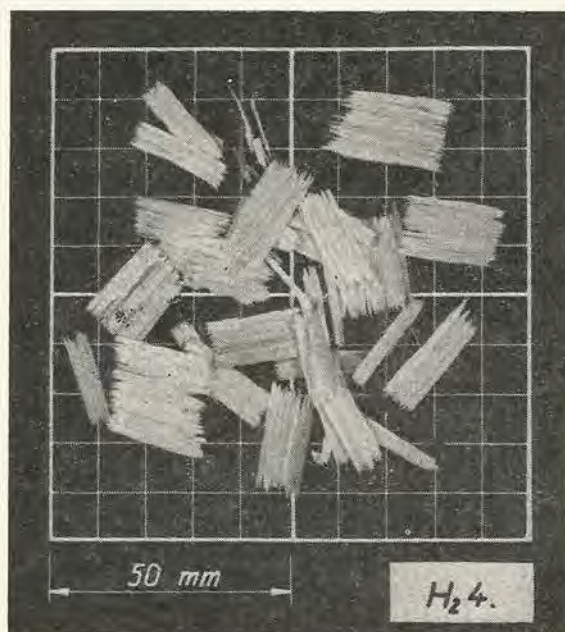
$$g_{\text{ál}} = \frac{\sum F_i g_i}{F_i} = \frac{\sum \frac{G_i}{g_i \gamma} g_i}{\sum \frac{G_i}{g_i \gamma}} = \frac{\sum G_i}{\sum \frac{G_i}{g_i}} \text{ mm.}$$

A légsodrásos frakcionálással végzett vizsgálatok során is kétféle számítással határoztuk meg az átlagos repülési távolságot, a következő képletek alapján:

$$L_{\text{á}} = \frac{\sum G_i}{\sum \frac{G_i}{L_i}} \text{ és } L_{\text{ál}} = \frac{\sum G_i L_i}{\sum G_i},$$



14. ábra. A H jelű apríték (üzemi fedőforgács) jellemző légsodrásos frakciói
a)



b)

ahol L és G a (8. táblázatban megadott) 120 mm-es egységekben kifejezett repülési távolság, ill. az adott távolságoknak megfelelő frakciósúly (%).

A légsodrásos frakciók átlagvastagsága és a repülési távok kapcsolatát rögzítő kalibrálási görbék (lásd 15. ábra) alapján — grafikusán — meghatároztuk a két képlet szerint számított átlagos repülési távolságoknak megfelelő átlagvastagságokat (lásd 9. táblázat).

A 15. ábra két görbéjének eltérése — azonos anyagok azonos nedveségtartalomra leszártított aprítékairól lévén szó, — csak az osztályozott szemcsék súlyukra vonatkoztatott léghellenállását a vastagságon túlmenően még befolyásoló tényezőkkel magyarázható. Itt két ilyen tényező játszott szerepet: a forgácsok érdessége és görbülete. Mindkettő a Z 112 típ. gépen előállított forgácsok esetében volt szemmel láthatóan nagyobb. A levonható következtetés elsősorban az, hogy a forgácsolás minőségét károsan befolyásoló tényezők ilyen kihatásával is számolni kell.

A vizsgált aprítékoknak az utóapritást megelőzően, majd azt követően meghatározott, szitafrakciók szerinti összetételét a 10. és 11. táblázatban közöljük. A táblázatban a jelölt lyukbőségű szitákon áthulló mennyiségeket a minták 2 mm alatti frakciójára (f), valamint a teljes (H_1 , ill. S jelű) aprítékmenyiségre vonatkoztatva (e) százalékban adjuk meg.

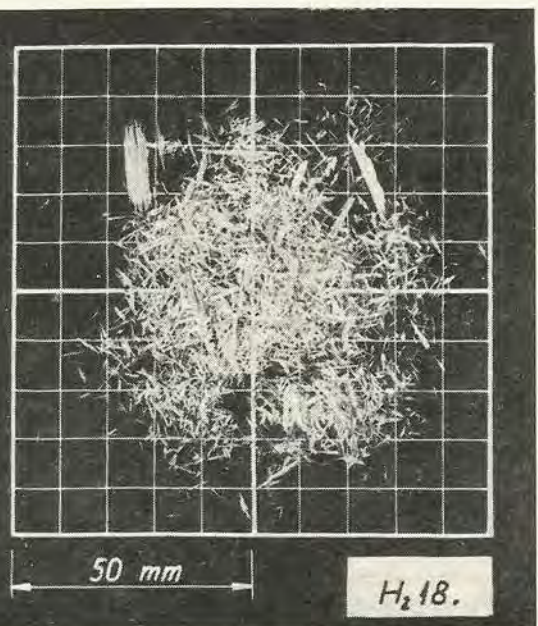
A H jelű apríték felhasználásával végzett vizsgálatok során az utóapritás és a frakcionálás sorrendiségének két változatát alkalmaztuk (lásd 16. ábra).



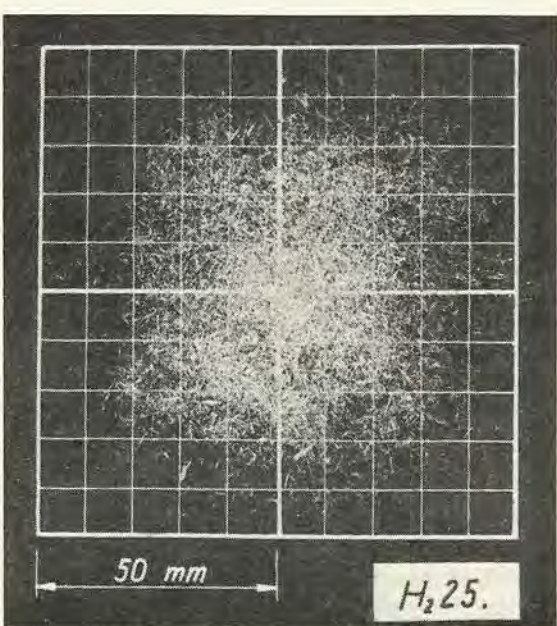
c)



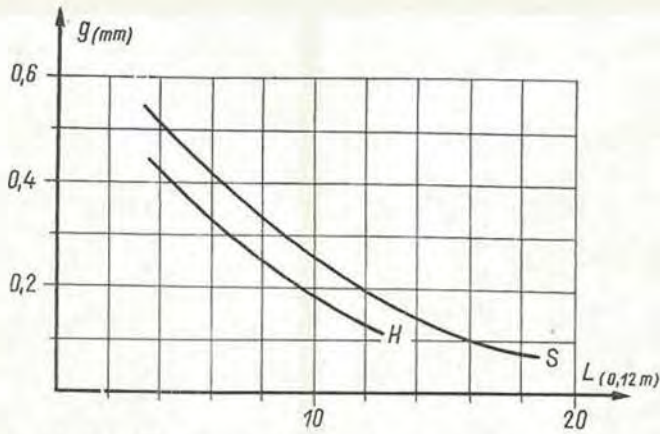
d)



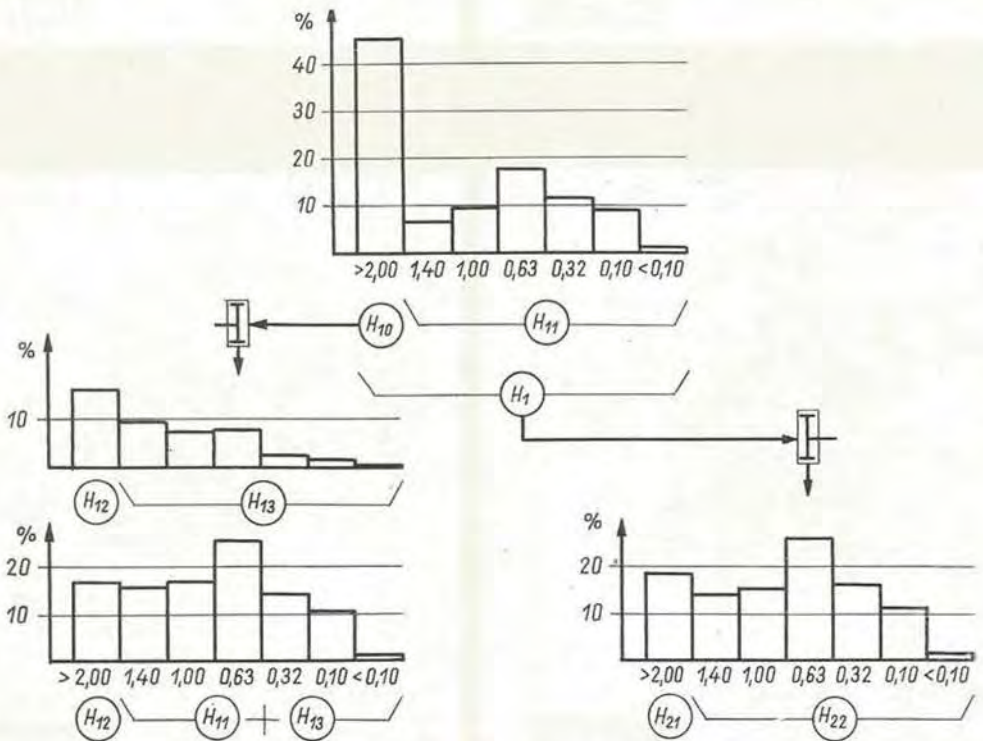
e)



f)



15. ábra. A repülési távolság és a forgácsvastagság kapcsolata



16. ábra. A szitafrakciók szerinti eloszlás alakulása a 2 mm alatti szemcsék előzetes leválasztásával, valamint e nélkül végzett utóapítás esetén

9. táblázat

Az apríték jele	$L_{\dot{a}}$	$L_{\dot{a}l}$	$g_{\dot{a}}$ mm	$g_{\dot{a}l}$ mm
<i>H</i>	6,54	8,75	0,31—0,34	0,23—0,26
<i>S</i>	4,74	6,65	0,45—0,48	0,37—0,41

10. táblázat

Minta	H_{11}		H_{12}		H_{12}	
	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>e</i>
2,00	100,00	54,60	100,00	28,80	100,00	81,20
1,40	88,45	48,29	68,13	19,62	83,39	67,71
1,00	71,91	39,26	41,99	12,09	65,06	52,83
0,63	39,11	21,35	15,09	4,35	33,63	27,31
0,32	18,08	9,87	6,37	1,84	14,29	11,61
0,10	1,68	0,92	0,68	0,19	1,08	0,87

11. táblázat

Minta	<i>S</i>		S_k	
	<i>f</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>e</i>
2,00	—	62,60	—	30,40
2,00	100,00	37,40	100,00	69,60
1,40	77,57	29,01	81,80	56,93
1,00	56,43	21,11	62,12	43,23
0,63	24,87	9,30	31,52	21,94
0,32	10,81	4,04	14,38	10,01
0,10	0,92	0,35	0,87	0,61

a) A teljes aprítékmenyiség 54,6%-át kitevő 2 mm alatti frakció (H_{11}) különválasztása a nagyobb méretű anyagtól (H_{10}) és csak az utóbbi utóaprítása,

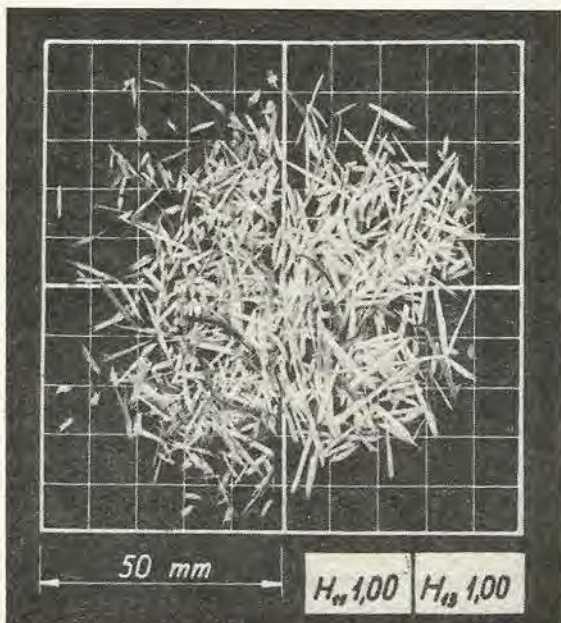
b) a teljes apríték (H_1) utóaprítása.

E két variáns összehasonlításának célja lényegében annak vizsgálata volt, hogy — a kalapácsos őrlő leterhelésének bizonyos fokú csökkenésén túlmenően — mennyiben jelenthet előnyt a méretüknél fogva utóaprítást nem igénylő, finomabb szemcsék leválasztása az őrlés előtt.

A kérdésre, a kapott aprítékok szitafrakciók szerinti összetételét tekintve, választ kaphatunk, ha az a) változat szerint utóaprított anyagot (H_{12} és H_{13}) és a kezdetben leválasztott finomabb frakciókat (H_{11}) összegezzük, s az így kapott eloszlásképet hasonlítjuk össze a b) változat szerinti — azaz előzetes frakcionálás nélküli — utóaprítással előállított (H_{21} és H_{22}) anyagéval.



a)



b)

17. ábra. A H_{11} és H_{13} jelű minták szitafrakciói

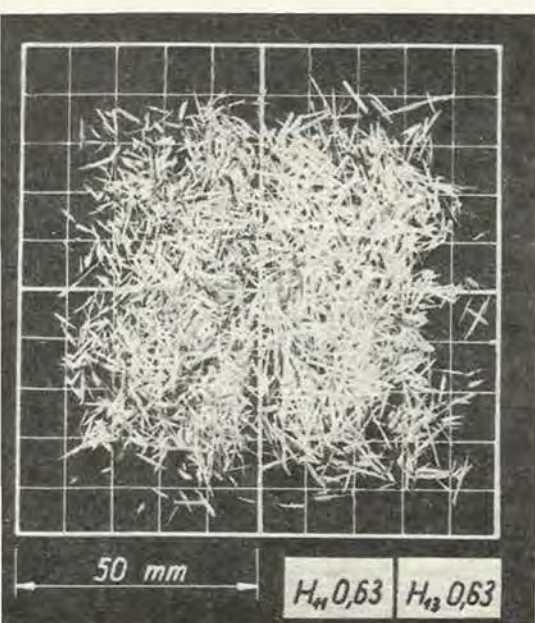
Ez az összehasonlítás a vizsgált esetben különösebb eltérésre nem utal. Az utóaprítás a 2 mm feletti szemcsék (H_{10}) kedvező eloszlásképet adó felaprózódására vezetett (lásd H_{13}), és csaknem ugyanez történt a teljes aprítékmenyiség utóaprításakor is. Az őrlés gyakorlatilag ez utóbbi esetben is a nagyobb szemcsékre korlátozódott, s az eleve finomabb szemcsék további roncsolódást nem szenvedtek.

A kapott eloszlások összehasonlításával ellentétben eltérő eredményekre vezet a két utóaprítási módokat értékelése, ha az egyes frakciókat alkotó forgácsok minőségét is figyelembe vesszük.

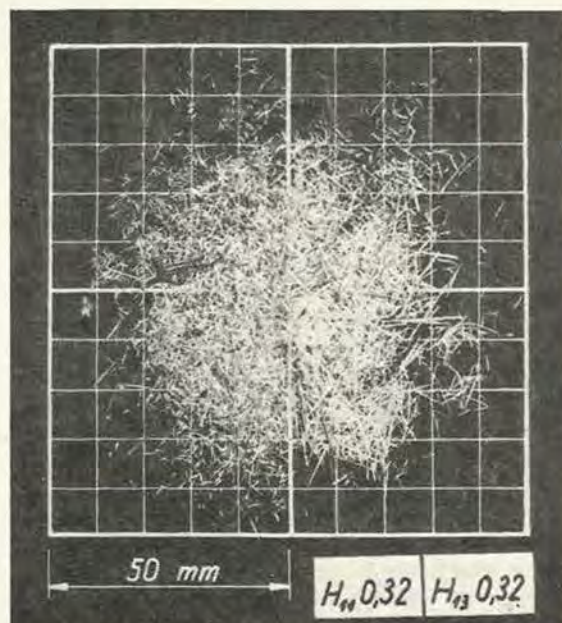
A forgácsoláskor keletkezett apróbb (pontosabban törmelék-) frakció minősége minden tekintetben rosszabbnak bizonyul, mint a nagyobb forgácsokból az utóaprításakor kapott azonos szitafrakcióké. Ez a H_{11} és H_{13} jelű minták adott szitafrakcióit alkotó szemcsék egyszerű összehasonlításából is kitűnik (lásd 17. ábra).

A szemcsék hosszúság szerinti eloszlásának, s ennek alapján átlaghosszának, valamint az adott frakcióban a kéreg részarányának meghatározásával a minőségbeli eltérés számszerűen is egyértelműen kimutatható (lásd 12. táblázat).

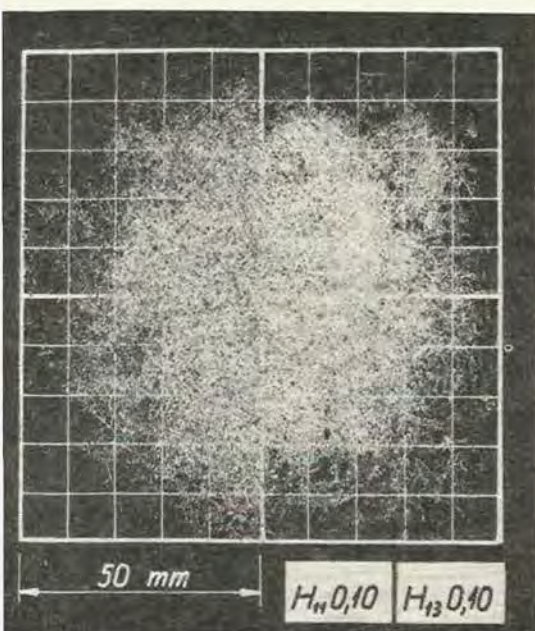
A táblázatban szereplő két jellemző mérettartományt tekintve, a 2 mm-es szitán fennmaradó forgácsok utóaprításakor kapott anyaghoz viszonyítva, a forgácsoláskor képződő azonos szitafrakciókban az átlaghossz 35,7, ill. 32,9 százalékkal kisebb, ugyanakkor a kéregtartalom 150, ill. 246 százalékkal nagyobb.



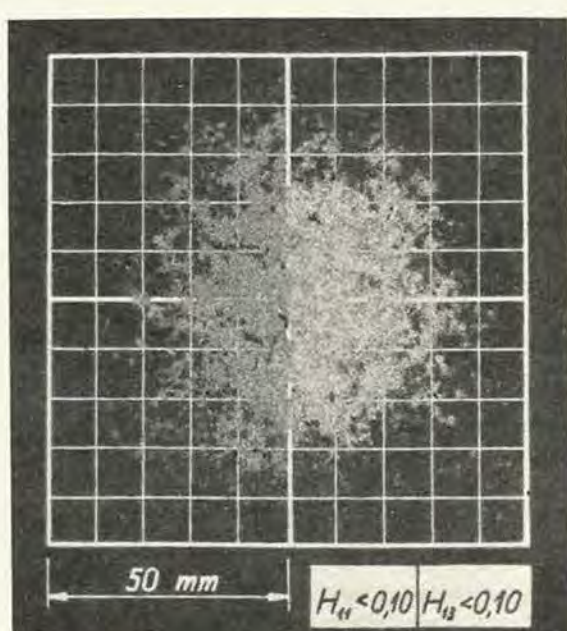
c)



d)



e)



f)

12. táblázat

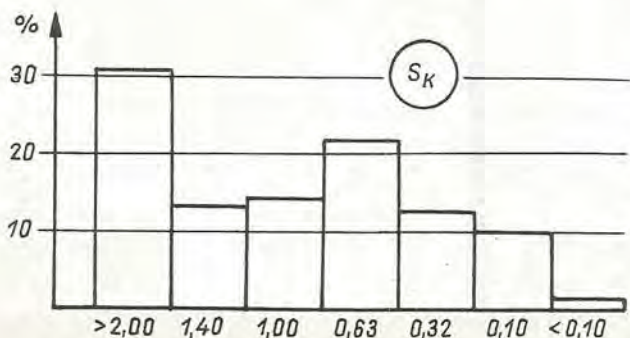
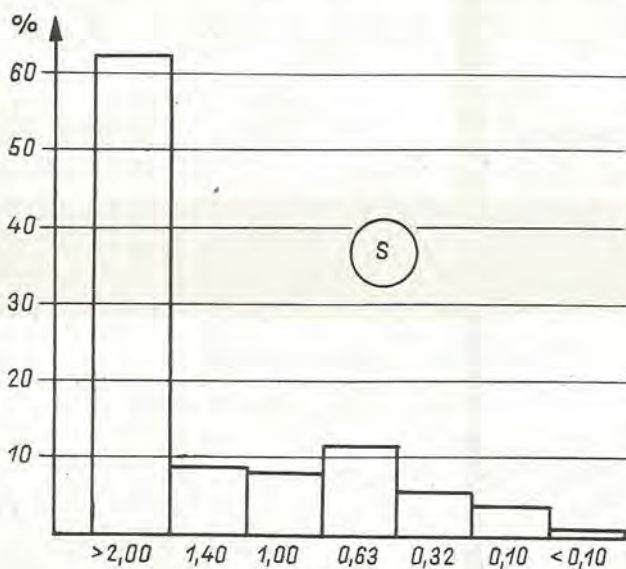
Szitafrakció, mm A minta jele	0,63			1,00		
	H_{11}	H_{12}	S	H_{11}	H_{12}	S
Átlaghossz, mm	5,27	8,20	3,74	3,90	5,81	3,88
Kéreghányad, %	9,55	3,84	22,85	13,35	3,86	22,72

Míndez arra utal, hogy az utóáprítást megelőzően mód nyílt egy adott szitaméret alatti, kedvezőtlen alakiságú, törmelékes, az összkéregtartalom nagy részét hordozó frakció leválasztására, mely egyébként az utóáprítást követően már elválaszthatatlanul összekeveredik a finom szemcseméretű anyaggal, s végül — a késztermék jellemzőinek többségét determináló — felületi rétegbe jut.

Az említettek érdemleges kihasználtságáról természetesen csak a gyengébb minőségű alapanyag-választékok felhasználása terén más tekintetben is több lehetőséget biztosító háromrétegű — akár mechanikus, akár légsodrással kombinált (*Bähre*-rendszerű) — terítésen alapuló technológiák esetében beszélhetünk.

A Z 112 típusú forgácsolón előállított (S) apríték szitafrakció szerinti eloszlására az utóáprítás a H anyagéhoz viszonyítva eltérő hatással volt (lásd 18. ábra).

A táblázatokban, ill. az ábrákon közölt értékek alapján megfigyelhető az utóbbi esetben a finomabb (0,32 és 0,10 mm-es) frakció nagyobb arányú növekedése. Ez a nagyobb névleges vastagságon (és a minták legkörülményesebb kiválasztásával sem kiküszöbölhető anyagminőségbeli eltérése) túlmenően, az aprítókések nagyobb fokú kopásával, a forgácsok már említett roncsolódásával, érdességével magyarázható.



18. ábra. Az S jelű apríték eloszlásának módosulása az utóáprítás során

A légsodrásos és a szitafrakcionálás jellegbeli eltéréseivel kapcsolatban az előző fejezetben említettek jól illusztrálják a kétféle módon képzett frakciók képei (lásd 14., ill. 17. ábra). A kétféle frakcionálás hatása csak a 0,10 mm-es szitafrakció (ill. az adott esetben a 25—26. légsodrásos frakció) körüli és alatti mérettartományban található, azaz csak itt kezelhető a két módszer vagyilagosan.

Összefoglalás

A hazai lombosfaanyag mechanikai és kémiai feldolgozásának fejlesztésére irányuló komplex kutatás munkái keretében üzemi és laboratóriumi kísérletekkel vizsgáltuk a célforgács-előállítás műszaki feltételeit. A fontosabb forgácsoló és utóaprító típusok konstrukciós és üzemelési jellemzőit az építőipari lapok előállítására követelményeinek figyelembevételével értékeltük.

Irodalom

- Kollmann, F.*: Holzspanwerkstoffe, Berlin, 1966.
- Fahulladékok feldolgozása forgácslapok gyártásához* 3.1.1.3. sz. KGST-jelentés, Bratislava, 1969.
- Pahlitzsch, G.—Mehrdorf, J.*: Einfluss von Spannungsdicke und Holzfeuchtigkeit auf die Erzeugung von Holzspänen. Holz als Roh- und Werkstoff, 1962. 8. sz.
- The utilization of wood residues for pulp chips. Texas Forest Service bulletin, 1956. 49. sz.
- Blackford, J.*: Separating bark from wood chips. Forest Products Journal, 1961. 11. sz.
- Alpár T.—Joó I.*: Az apróforgácsstartalom hatása a faforgácslapok fiziko-mechanikai tulajdonságaira. Faipar, 1965. 6. sz.
- Alpár T.—Joó I.*: Célforgács halmaz fizikai vizsgálata. Faipar, 1965. 7. sz.
- Alpár T.*: Forgácslapipari kutatások többféle fafaj együttes felhasználásával kapcsolatosan. Faipar, 1971. 8. sz.
- Forgácsalakosság szerepének vizsgálata. 55.15.21. sz. FKI Zárójelentés, Budapest, 1961.
- Plath, L.*: Anforderung an Spanplatten für die Beschichtung mit Kunststoffen. Holz als Roh- und Werkstoff, 1971. 10. sz.
- Deppe, H.*: Untersuchungen über den aktuellen Problemen der Spanplattenherstellung. Holz-Zentralblatt, 1966. 92. sz.
- Deppe, H.—Ernst, K.*: Technologie der Spanplatten. Stuttgart, 1964.
- Lázár L.*: Faforgács- és pozdorjalapok. Budapest, 1969.
- Scheidert, W.*: Spanplatten. Leipzig, 1958.
- A felhasználási területtől függő műszaki mutatókkal rendelkező faforgács- és farostlemezek gyártástechnológiájának kidolgozása. 3.3.49. (KGST 3.1.3.) sz. FKI-részjelentés, Budapest, 1972.
- A forgácslapok gyártástechnológiájának tökéletesítése. KGST 3.2.1. sz. INCEF-zárójelentés, Bukarest, 1969.
- Radulescu, V.*: Procedee si utilaje moderne de maruntire. Industria Lennului 1972. 11. sz.
- Himmelheber, H.—Trutter, G.*: Die moderne Spanplattenfertigung. Holz als Roh- und Werkstoff, 1970. 3. sz.
- Steiner, K.*: Langholz-Zerspaner für die Spanplattenindustrie. Holz als Roh- und Werkstoff, 1972. 6. sz.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ И ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ СТРУЖКИ

РОБЕРТ ВАМОШ

дипл. инженер-механик, старший научный сотрудник

В рамках комплексных исследований, направленных на развитие механической и химической переработки отечественных лиственных древесных материалов, производственными и лабораторными опытами испытали технические условия получения специальной стружки. Оценивали конструкционные и производственные характеристики более важных типов режущих и дополнительно измельчающих стружку станков, учитывая требования, связанные с получением строительных плит.

EXAMINATION OF THE TECHNICAL CONDITIONS FOR MANUFACTURING AND FRACTIONATING OF CHIPS

RÓBERT VÁMOS

Graduate of the University of Technical sciences, scientific research worker

The technical conditions for manufacturing of chips were examined with working and laboratory experiments in course of a complex investigation carried out to develop the mechanical and chemical processing of the home grown broadleaved wood. The technical and working characteristics of the more important types of the chippers and afterchippers were evaluated considering the requirements related to the production of the building boards.

UNTERSUCHUNG DER TECHNISCHEN VORAUSSETZUNGEN DER HERSTELLUNG UND FRAKTIONIERUNG DES SPANES

RÓBERT VÁMOS

Dipl. Maschineningenieur, wissenschaftlicher Hauptmitarbeiter

Im Rahmen der komplexen Forschung für die mechanische und chemische Verarbeitung der einheimischen Laubhölzer wurden die technischen Voraussetzungen der Spanherstellung mit Hilfe der Betriebs- und Laborversuche untersucht. Die Konstruktion und Funktionierung der wichtigeren Typen der Zerspanungs- und Nachzerkleinerungsmaschinen wurde mit Berücksichtigung auf die Anforderungen der Bauplatten bewertet.

AZ AKÁCFATÖMEG OPTIMÁLIS HASZNÁLATA

STROBL KÁLMÁN
okl. faipari mérnök, igazgató

BEVEZETŐ

Az elsődleges fafeldolgozó ipar perspektivikus feladatai

- a rendelkezésre álló hazai fanyersanyag optimális ipari feldolgozása,
- export-import mérlegünk passzívájának minimumra csökkentése azáltal, hogy műszakilag megalapozott fenyőhelyettesítést biztosítsunk, illetve a lehető legnagyobb volumenű termékkel jelenjünk meg a nemzetközi piacokon.

Ismeretes, hogy hazánk erdőállománya fafajösszetételénél fogva nem alkalmas arra, hogy fenyőfűrészáru-szükségletünket fedezze. Ugyanez a helyzet a bükkfűrészáru-szükségletünket illetően is. Ugyanakkor iparilag jól feldolgozható, kiváló műszaki paraméterekkel rendelkező fafajainkat be kell mutatnunk, meg kell ismertetnünk a feldolgozókkal, mert különben hazai erdőgazdaságaink a kitermelt fatömeg hasznosításáról nem tudnak gondoskodni.

1. táblázat

Az 1985-ben kitermelhető fatömeg várható erdőgazdasági választékai

M.e.: e. m³

Akácválaszték	Összesen	Átmérő szerinti mennyiségi megoszlás			
		6—7	18—24	25—34	35—
		cm			
1. Iparifa	640,0	330,0	240,0	64,0	6,0
ebből:					
— rönk	116,9	—	65,5	47,4	4,0
— feldolgozási fa	189,9	93,1	85,2	9,6	2,0
— bányászati faanyag	106,3	93,1	13,2	—	—
— papírfa	67,8	51,5	16,3	—	—
— rostfa, forgácsfa	36,5	25,7	10,8	—	—
— egyéb iparifa	122,6	66,6	49,0	7,0	—
2. Vastag tűzifa	430,0				
3. Vastag fa össz. (1+2)	1 070,0				
4. Vékony tűzifa	160,0				
5. Nettó föld fölötti (3+4)	1 230,0				
6. Termelési apadék	213,0				
7. Bruttó fatömeg (5+6)	1 443,0				

2. táblázat

Az 1985-ben kitermelhető fatömeg várható erdőgazdasági választékainak százalékos megoszlása

M.e.: %

Akácválaszték	Összesen 1000 m ³	Átmérő szerinti százalékos megoszlás			
		6—17	18—24	25—34	35—
		cm			
Iparifa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ebből:					
— rönk	18,3	—	27,3	74,0	67,0
— feldolgozási fa	29,7	28,2	35,5	15,5	33,0
— bányászati faanyagok	16,6	28,2	5,5	—	—
— papírfa	10,6	15,6	6,8	—	—
— rostfa, forgácsfa	5,7	7,8	4,5	—	—
— egyéb iparifa	19,1	20,2	20,4	11,0	—

Ilyen nagy volumenben kitermelésre kerülő fatömegünk az akác.

1980-ban a kitermelésre kerülő bruttó fatömeg 1 360 000 m³ lesz, 1985-ben ez a mennyiség már 1 443 000 m³-re emelkedik.

Ezzel az akácfa mennyiséggel kapcsolatban még a szakemberek véleménye is megoszlik. Egyesek úgy vélik, hogy az akác méreténél (átmérőjénél) fogva hagyományos ipari feldolgozásra alig alkalmas.

Ezzel a problémával kapcsolatban az *Erdészeti Tudományos Intézet* mélyreható számításokat végzett, s az üzemtervek által megadott átlagátmérő ($d_{1,3}$) függvényében meghatározta a kitermelésre kerülő akácfa tömeg méretcsoportjait, optimális erdőgazdasági választékait. Ezt mutatja be az 1. és 2. táblázat.

A táblázat tanúsága szerint az iparifa 18,3%-a rönk, aminek átmérő szerinti megoszlása

18—24 cm	56%
25—34 cm	40%
35 cm feletti	4%

Mennyiségben ezek

65 000 m ³ -t,
47 000 m ³ -t és
4 000 m ³ -t reprezentálnak.

A rönkmennyiség mellett nem hanyagolható el a 312 500 m³ feldolgozási fa, illetve az egyéb iparifa sem, annál is inkább, mert ennek méretmegoszlása:

6—17 cm Ø-ig	159 700 m ³ ,
18—24 cm Ø-ig	134 200 m ³ ,
25—34 cm Ø-ig	16 600 m ³ .

Látható, hogy ezek az átmérőtartományok már alkalmasak arra, hogy ipari feldolgozásuk műszaki fejlesztésével behatóan foglalkozzunk, annak koncepcióját kidolgozzuk.

1. AZ AKÁC MŰSZAKI TULAJDONSÁGAI ÉS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI

Valamely fafaj ipari hasznosításának lehetőségeit és módját döntően a faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságai határozzák meg. Az akác műszaki tulajdonságai röviden a következők szerint jellemezhetők.

Fizikai-mechanikai tulajdonságait illetően a nagyon kemény, középnehéz fák közé sorolható. Kiemelkedően jók a szilárdsági tulajdonságai.

Térfogatsúlya (Q_{15}) 0,75—0,77 kp/dm³.

Szakitószilárdsága — $u = 15\%$ nedvességtartalom esetén — a rostokkal párhuzamosan 1340—1600 kp/cm². Hajlítószilárdsága 1300—1600 kp/cm².

Keményisége (K_B) a rostokkal párhuzamosan 7,4—8,8 kp/mm², a rostokra merőlegesen 4—4,8 kp/mm². Fája rugalmas, a dinamikus igénybevételekkel szemben ellenálló. Rugalmassági tényezője (hajlító) 122 000—136 000 kp/mm².

A zsugorodás—dagadás mértékét illetően közel áll a tölgyhöz. Térfogati zsugorodása 10,1—11,4 százalék.

Fájának nagy gesztaránya, illetve a gesztesedés folyamán lerakódó egyéb anyagok — fagumi, csersav, festékek, ásványi sók stb. — hatására rendkívül tartós. Tartósságát fokozza az ún. töltősejtek (thylliszek) kialakulása, valamint gesztjének aránylag nagy (5,3%) robinetin- és dihidro-robinetin-tartalma.

Ez utóbbiak a farontó gombákra nézve toxikus hatásúak. Fáját több gombafaj (*Pleurotus*, *Pholiota*, *Polyporus*, *Phyllinus*, *Auricularia* stb.) megtámadja ugyan, de az előzőekben felsoroltak miatt az ezekkel szemben tanúsított ellenállóképessége nagy.

A faanyag — hengeresfa — alaki tulajdonságait nagymértékben befolyásolja a fajváltatok — pl. árbockac — előfordulása, a termőhely és a kezelési mód (sarjerdő, szálerdő).

Hazánkban a jelenlegi összetételben alaki tulajdonságai kevésbé kedvezőek. A választék-összetételben nagy a rövid választékok (2 m alatti), az úgynevezett fagyártmányfa-kivágás részaránya.

A fűrészrönknek kb. 50—60%-a 2—2,5 m hosszúságú, s csupán mintegy 15—20%-a éri el, illetve haladja meg a 3 m-t. Vastagsági összetételben 18—27 cm átmérőjű kb. 65—70%-a, s csupán néhány százalékban haladja meg a 30—35 cm-t.

Alkalmazási lehetőségei — hagyományos feldolgozási módok mellett is — széles körűek. Használják a bányászatban (bányafa, bányadorong, bányabélspalló stb.), vezetékoszlop-ként, vasúti talpfa, szőlőkaró céljaira, cölöpként földmunkáknál és vízi építkezési célra. De felhasználható parketta-, torna- és sporteszköz-, valamint bútorgyártás területén is. Az igényesebb választékok gyártása szempontjából döntő jelentőségű a megfelelő szárító- és gőzőlőkapacitás.

Ipari hasznosításának mértéke nincs arányban kedvező fizikai és mechanikai tulajdonságaival. Felhasználási területének gyakorlati meghatározása során, a hasznosítás műszaki és gazdasági határfokának javítása végett, a faanyag két alapvető tulajdonságát — nagy szilárdságát és rendkívüli tartósságát — célszerű figyelembe venni. E két tulajdonsága olyan területeken használható ki, ahol a terméket erős mechanikai igénybevételek érik, vagy extrém kitétségi körülmények között kerül felhasználásra.

A *Faipari Kutató Intézet* mintegy 20 éve foglalkozik az akác hasznosításának műszaki és gazdasági kérdéseivel.

Munkatársaink széles körű laboratóriumi és üzemi vizsgálatokkal igazolták, hogy az akác faanyag hidrotermikus úton — normál nyomású, ill. 1—4 atmoszféra túlnyomású gőzben végzett kezeléssel — nemesíthető. A kezelés során az anyag egyes esetekben hátrányt jelentő zöldessárga színe az aransárgától a mélybarnáig változtatható. Egyidejűleg a hig-

roszkóposság és az aszási-dagadási tulajdonságok is mérséklődnek, de a hőkezelési paraméterek függvényében a szilárdsági értékek is csökkennek. A részletesen kidolgozott és mindenki számára elérhető üzemi technológia bevezetése elsősorban magas esztétikai igényeket kielégítő asztalos és épületasztalos-ipari termékek (pl. bútoralkatrészek, padló- és falburkolatok) esetében alkalmazható sikeresen.

Kidolgozta intézetünk az akác mesterséges szárítási technológiáját is. A különböző vastagságú anyagokra, különböző kezdő- és végnedvességekre meghatározott szárítási menetrendek lehetővé teszik a faanyag kíméletes és pontos szárítását.

Megítélésünk szerint kiemelkedő eredményeket értek el kutatóink az akác építészeti hasznosításának kibővítésében.

E területen lehet legjobban kihasználni az anyag rendkívüli szilárdságát és tartósságát. Nehézséget jelentett azonban, hogy az akácronkók dimenzionális tulajdonságai miatt a termelhető fűrészáru méretei erősen korlátozottak. A probléma a korszerű műgyantarasztók felhasználásával oldható meg. Elsősorban a fenol- és fenol-rezorcín-formaldehid alapú műgyanták segítségével a viszonylag kis méretű szelvényekből hosszban, szélességben és vastagságban tetszőleges méretű — egyenes vagy íves kiképzésű — termékek alakíthatók ki. Így lehetőség van bármilyen méretű és alakú gerenda, illetve tartószerkezet gyártására. A faanyaggal és a ragasztókkal végzett laboratóriumi kísérleteken túlmenően az Intézet gyakorlati kísérleteket is végzett a szerkezetek alkalmazásának bizonyítására. Egyes építményeinkkel már 5 éves kedvező tapasztalataink vannak, ezek teljes mértékben igazolták a kutatók feltevéseit.



1. ábra. Akácfelhasználás Harkányfürdőben, erősen korrozív környezetben



2. ábra. Rövid fűrészáruból készített ragasztott szerkezet (hajtatóház)

A kutatási eredmények bevezetése folyamatban van. Az üzemi gyártás megkezdődött, s elsősorban a mezőgazdaságban (azon belül az állattartó épületek esetében) várható előrelépés.

Megemlítem, hogy másutt is várható a ragasztott akácszerkezetek elterjedése. Egyik meleg vizű fürdőnkben pl. — elsősorban a korróziós problémák elhárítására — 1974-ben cseréltük ki a fedett medence acélszerkezetét rétegelt-ragasztott akácgerendákra.

2. AZ AKÁCBÓL GYÁRTHATÓ OPTIMÁLIS TERMÉKSTRUKTÚRA

Az 1980-ban rendelkezésre álló 70 000 m³ rönk és 147 500 m³ egyéb iparifa mennyiségéből kiindulva, az optimális termékösszetétel — a 3. táblázatban szereplő alapadatok felhasználásával — a következő:

fűrészáru	35 400 m ³ ,
gerenda	500 m ³ ,
talpfa	3 000 m ³ ,
bányászati anyag	36 000 m ³ ,
parkettaléc	27 000 m ³ ,
borosdonga	3 600 m ³ ,
egyéb	10 000 m ³ .

3. táblázat

Az optimális termékválasztékra felhasznált alapanyag és a fajlagos normák

Termék	Felhasznált alapanyag, m ³		Anyagnorma	
	rönk	egyéb iparifa	rönk	egyéb iparifa
Fűrészáru	15 700	43 100	1,527	1,721
Gerendára	600	—	1,139	—
Talpfára	5 100	—	1,701	—
Bányászédeszkára	6 500	35 700	1,100	1,185
Parkettalécre	23 200	55 000	2,796	2,996
Borosdongára	8 900	1 700	2,896	3,396
Egyéb fűrészipari termékre	10 000	12 000	2,000	2,500
Összesen	70 000	147 500	—	—

Ugyanakkor az 1985-ben feldolgozandó akácanyagból gyártható optimális, elsődleges termékstruktúra a következők szerint számszerűsíthető:

fűrészáru	88 900 m ³ ,
gerenda	1 500 m ³ ,
talpfa	4 700 m ³ ,
bányászati anyag	36 000 m ³ ,
parkettaléc	16 600 m ³ ,
borosdonga	3 600 m ³ ,
egyéb	10 000 m ³ .

Az akác elsődleges feldolgozásából nyert termékek méretükben és minőségükben megfelelnek ugyan az érvényben levő szabvány előírásainak, méreteik azonban sok esetben szokatlanok a továbbfeldolgozás számára. Ezért az elsődleges fafeldolgozó ipari gyakorlat akkor jár el helyesen, ha a termékek készütségi fokát a lehetőségekhez képest a maximumra fokozza, szem előtt tartva azt, hogy a gyártás tömegszerűségét a gazdaságos termelés céljából mindenkor biztosítani kell.

A termelés készütségi fokának növelésére a legjobb mód a továbbfeldolgozó ipari ágazatok részére végzendő alkatrészgyártás, főleg akkor, ha az egyes termelők a gyártást szakosítani tudják.

Az alkatrészgyártás előnye elsősorban abban jelentkezik, hogy a fűrészáru termelése során viszonylag kis többletráfordítással lehet az alkatrészt legyártani. A többletráfordítás lényegesen kisebb, mint a feldolgozó ipar ráfordítása ugyanazon végtermék, alkatrész, illetve félkész termék mellett, tehát a fűrészipar úgy tehet szert többletnyereségre, hogy közben többletráfordításai nem növekednek arányosan.

Az alkatrészgyártás megvalósítása népgazdasági szinten is gazdaságos, mert a fűrészipari vállalatok a visszamaradó eselékből olyan egyéb termékeket termelhetnek (hagyományos parkettaléc, mozaikparketta, láda stb.), melyek egyébként is tevékenységi körüket képezik, és szabási eselék hiányában ezen termékeket zömében fűrészáruból termelnék.

A fűrészipari rekonstrukció koncepciók tervében, valamint a perspektivikusan kitermelésre kerülő hazai fanyersanyag optimális feldolgozása címet viselő, eddigi kutatásainkat szintetizáló tanulmányainkban a továbbfeldolgozás mértékét a következőkben határoztuk meg.

1980-ban

Továbbfeldolgozásra előirányzott elsődleges termékek:

akácfűrészáru	15 600 m ³ ,
parkettaléc	12 000 m ³ ,
borosdonga	3 600 m ³ .

A gyártandó másodlagos termékek:

bútoralkatrész	5 000 m ³	anyagnorma 2 m ³ /m ³ ,
tartószerkezet	3 000 m ³	anyagnorma 2 m ³ /m ³ ,
boroshordó	100 000 hl	anyagnorma 0,0356 m ³ /hl,
normál parketta	245 000 m ²	anyagnorma 0,0286 m ³ /m ² ,
panelparketta koptató	480 000 m ²	anyagnorma 0,0104 m ³ /m ²

1985-ben

akácfűrészáru	78 000 m ³ ,
parkettaléc	12 000 m ³ ,
borosdonga	3 600 m ³ .

A gyártandó másodlagos termékek:

bútoralkatrész	34 000 m ³ ,
tartószerkezet	5 000 m ³ ,
boroshordó	100 000 hl,
normál parketta	245 000 m ² ,
panelparketta koptató	480 000 m ² .

A számok világosan mutatják azt az utat, melyet az akác faanyag ipari feldolgozásánál mind mennyiségben, mind a továbbfeldolgozás mértékében kívánunk megtenni.

2.1 Az egyes termékek gyártási és értékesítési lehetőségei

2.11 Elsődleges termékek

A fűrészelt gerenda termelése igen gazdaságos. Értékesítési lehetősége távlatokban is megvan. Sajnos, a termelési lehetőség elég korlátozott, és főleg csak a rövidebb méretekre szorítkozhat. Termelése — az importfenyő-megtakarítás céljából — népgazdasági érdek.

A borosdonga termelése szintén igen gazdaságos. Felhasználását azonban korlátozza, hogy belőle főleg csak szállítóhordó készíthető, s ebből az igény csökken. A termelés csökkenése következtében felszabaduló anyagmennyiségből az egyre növekvő bútoralkatrész-igényt célszerű kielégíteni.

A talpfaértékesítés szintén lehetséges, termelését sajnos, főleg a rendelkezésre álló hengeres-fa mérete korlátozza.

Jelentős mennyiségű rakodólap termelhető, mert ehhez — viszonylag — gyenge minőségű, rövid alapanyag szükséges, az iránta jelentkező igény tartós, s termelése gazdaságos.

A fűrészáru termelése — közvetlenül — nem gazdaságos. Ha az üzem adottsága lehetővé teszi ennek késztermékké való feldolgozását — főleg kész bútoralkatrésszé —, ez olyan nye-

reséget biztosít, mely a fűrészáru-termelés veszteségének fedezése után is még mindig a maximális nyereséget biztosítja. A parkettaléc termelése gazdaságos. Ezért, valamint a jelentős mennyiségű szabási eselék miatt e termékből már nagyobb részarány gyártása javasolható, annál is inkább, mert az iránta jelentkező kereslet tartós.

2.12 Másodlagos termékek

Az elsődleges fűrészipari termékek készütségi fokának növelése

- elősegíti az alapanyag jobb kihasználását;
- csökkenti a szállítási költséget (csak a készterméket kell szállítani, és kisebb a nedvesgéptartalma is);
- folyamatosabbá teszi a termelést (az üzemek kooperálnak, s így a munkaerő is át-csoportosítható).

Az ismertetett szempontok közvetlenül csökkentik az önköltséget. Ezenkívül közvetett nyereségnövelő tényező

- a nagyobb árbevétel nagyobb nyereséget involvál (az áraknál általában az önköltség százalékában veszik figyelembe a nyereséget),
- a kisebb állóeszköz vonzalmai is kisebbek (a felhasználók eszközértékei általában magasabbak, így pl. az eszközlektetés, amortizáció, tmk stb. is lényegesen magasabb).

A fogyasztói igények állandó változása, esetleges helyi speciális igények esetenkénti felmerülése következtében a távlati termelési prognózisok kialakítása nem terjedhet ki a termelési volumen egészére. Ezen okok következtében a javasolható termelési koncepció is csak az elsődleges fa alapanyag mintegy kétharmadára tér ki, a maradék $\frac{1}{3}$ alapanyagot konkrét megrendelések alapján javasoljuk felhasználni.

2.13 A továbbfeldolgozás

A továbbfeldolgozás útján nyerhető, a piaci igényeket kielégítő cikkek:

a) falburkolat

A jó minőségű akác faanyagból gőzölés után magas esztétikai igényeket kielégítő, különböző színű falburkolatok gyárthatók. A gőzölés paramétereinek változtatásával a kívánt színárnyalat szabályozható, falburkolatoknál lehetőség van a színhatások kombinálására is. Kalkulációnk szerint II. és III. osztályú fűrészáruból 250—300 Ft/m² áron állítható elő;

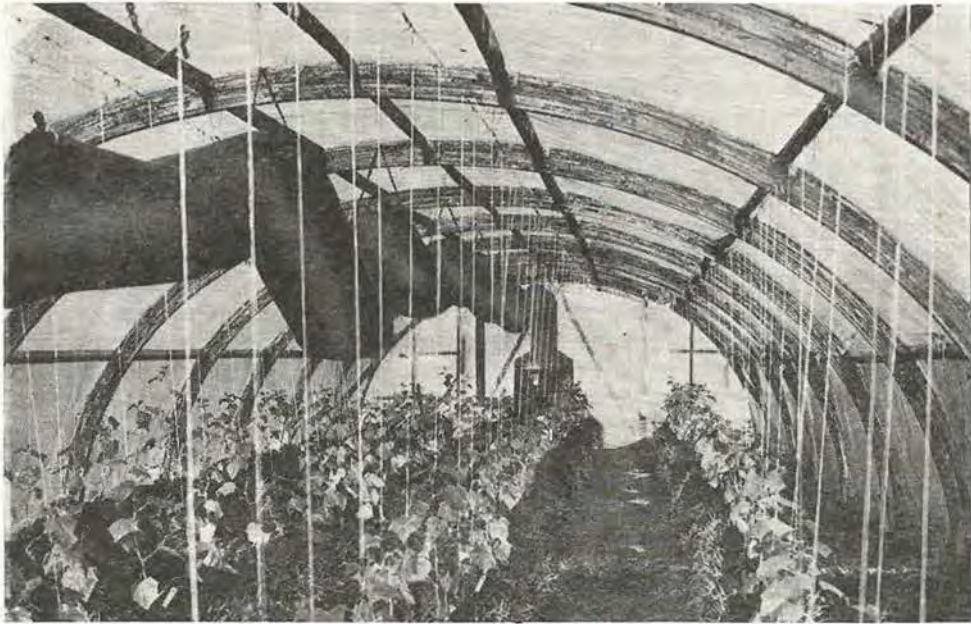
b) bútoralkatrészek

Az akác fűrészáruból bútoralkatrészek gyártására már számtalan példa van iparunkban. Ennek gazdaságossága kétségen kívüli, a hatékony gyártáshoz azonban nagyon szoros kooperáció szükséges a felhasználóval.

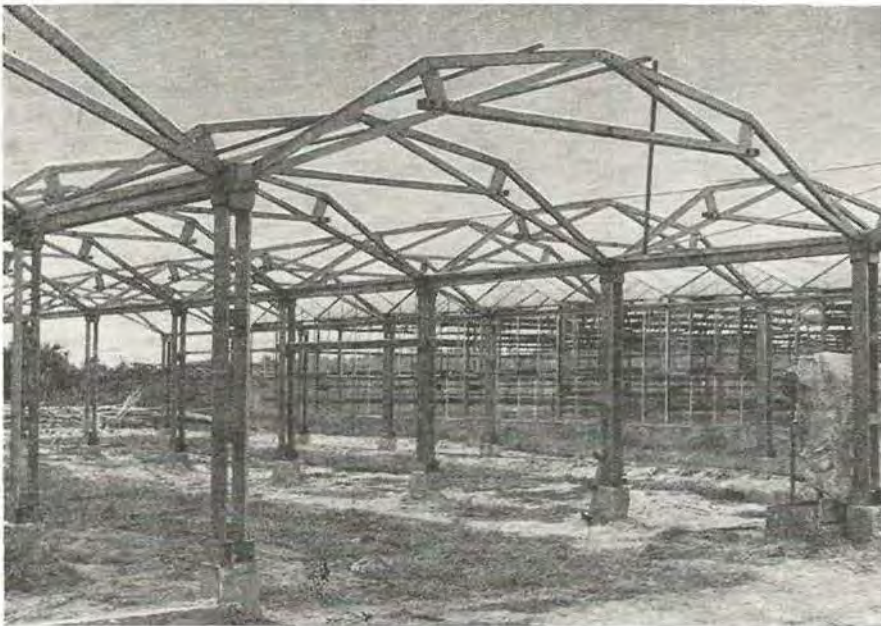
A sok példa közül ki kell emelnünk a *Nagykunsági Állami Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság* és a *BUBIV* eredményes kooperációját;

c) építőipari termékek

Általános szabály az építészetben, hogy a keményfákat — elsősorban magasabb árúak miatt — csak különleges esztétikai vagy funkcionális követelmények kielégítésére célszerű alkalmazni. Az akác esetében a fa tartóssága és nagy szilárdsága az a két tulajdonság, melyre támaszkodva a célszerű és gazdaságos felhasználás területei kijelölhetők. Intézetünk közel egy évtizedes kutatással, kísérleti épületek megvalósításával és folyamatos megfigyelésével igazolta, hogy a faanyagból olyan tartók készíthetők, amelyek rendkívüli kitérési viszonyok



3. ábra. Akácfelhasználás kertészeti területen (rétegelt-ragasztott tartók)



4. ábra. Akácfelhasználás ragasztott szerkezetű üvegháznál

között (párateltség, hőmérséklet, biológiai és vegyi hatások) is időállóak. E kísérleti termékekből mutat be néhányat a mellékelt képanyag. A kutatási eredmények bevezetése a gyakorlatban is megkezdődött. Együttműködésünk eredményeként az *AGROKOMPLEX Vállalat* állattartó épületek és mezőgazdasági műtrágyatárolók (agrokémiai épületek) tartóit gyártja akácból. Nyilvánvaló az is, hogy termálfürdőink fejlesztésében figyelembe kell venni az akácból előállítható rétegelt-ragasztott tartókat, de pl. az országúti felüljárók is a legváltozatosabb formában, előre gyártva készíthetők akácból.

Itt szeretnénk javaslatot tenni az akácűrészáru továbbfelhasználásával kapcsolatosan egy olyan termékre — nevezetesen a növényház vázszerkezetek gyártására —, amelynek gyártási technológiáját ugyancsak intézetünk dolgozta ki. E termék előállítására az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* megbízása alapján, több együttműködő szervvel karöltve, végeztünk kísérleteket. Megállapítottuk, hogy az akác faanyagot mind szívóssága, keménysége, szilárdsága és tartóssága, mind természetes korrózióállósága alkalmassá teszi növényházak vázszerkezetének kialakítására és ilyen irányú felhasználására. A szerkezetek ki-

alakításakormesszemenően figyelembe vettük a gazdaságos, egyszerű gyártás lehetőségét és a rendelkezésre álló rövid anyagok felhasználhatóságát. Javasoljuk, hogy az egyes fagazdaságok az érdekelt felekkel és a felhasználókkal folytatott konzultációk útján végezzenek felmérést az irányban, hogy várhatólag milyen kereslet mutatkozna e termék iránt.

A járódeszka iránt a kereslet jelentős, az akác alapanyagból készített jelenleg azonban még nincs szabványosítva. Ennek szabványosítása 1980-ig várható. Feltehető azonban, hogy az állami építőiparon kívül más — tanácsi, szövetkezeti stb. — vállalatok addig is felhasználják.

Úgy gondoljuk, sikerült bemutatni az ipari feldolgozásra alkalmas, rendelkezésre álló akácfatömeg műszaki tulajdonságait s a termékek továbbfeldolgozásának módját, illetve azokat az új termékeket, melyek főleg a fenyőűrészáru helyettesítését hivatottak szolgálni.



5. ábra. Rétegelt-ragasztott akácgerendák Harkányfürdőben

ОПТИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ АКАЦИИ

КАЛМАН ШТРОБЛ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, директор

Уменьшение до минимума импорта соснового пиломатериала оптимальной переработкой отечественного сырья — главным образом акации — является заданием деревообрабатывающей промышленности.

В статье дается обзор распределения эксплуатационного количества акации по размеру и качеству до 1985 года, а также возможности использования акации. Учитывая физико-механические свойства акации, институт добился значительных успехов в области применения акации в строительной промышленности; можем получить строительные конструкции разных размеров, склеиванием искусственной смолой, по применению таких конструкций имеем многолетний опыт.

THE OPTIMUM UTILIZATION OF THE WOOD OF THE HOME GROWN ACACIA

KÁLMÁN STROBL

Graduate of the University of Woodworking Industry, director

The purpose of the woodworking industry is to minimize the importation of fir sawn wood by an optimum industrial processing of the exploitable home grown materials, mainly by acacia.

The study deals with the distribution of the exploitable quantities of acacia according to sizes and qualities, as well as with the possibilities of the utilization. Our Research Institute achieved significant results on the field of the architectural application which is based upon the convenient physical-mechanical properties of the acacia. Building structures at any sizes can be constructed with the application of the synthetic resins; there are many favourable experiences of several years related to the usability of these structures.

DIE OPTIMALE VERWERTUNG DES EINHEIMISCHEN AKAZIENVORRATES

KÁLMÁN STROBL

Dipl. Ing. der Holzverarbeitenden Industrie, Direktor

Die Holzverarbeitende Industrie hat die Aufgabe, den Einfuhr der Nadelschnittholzwaren durch die optimale industrielle Aufarbeitung des auszubeutenden einheimischen Holzgrundstoffes — grösstenteils durch Akazie — aufs Minimum zu vermindern.

In der Abhandlung werden die bis zum 1985 auszubeutenden Akazien nach Mass und Qualität, sowie nach Anwendungsmöglichkeiten diskutiert.

Bei der Forschung der physisch-mechanischen Eigenschaften der Akazie konnte unser Institut beachtenswerte Ergebnisse auf dem Gebiet deren Anwendung in der Bauindustrie erreichen. Es ist möglich, Gebäudekonstruktionen in beliebigen Massen mit Anwendung von Kunstharzleimen aufzubauen. Über die vorteilhafte Anwendbarkeit dieser Konstruktionen hat unser Institut mehrjährige Erfahrungen.

AZ ELSŐDLEGES FAFELDOLGOZÓ IPAR TERMÉKEINEK RANGSORA

(Kandidátusi disszertáció részlete)

DR. SZABÓ KÁROLY

okl. faipari mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető

1. AZ OPTIMÁLIS TERMÉKÖSSZETÉTEL MEGHATÁROZÁSÁNAK LEHETŐSÉGE

Az elsődleges fafeldolgozó iparra jellemző, hogy a technológiai lehetőségek határain belül a legtöbb rendelkezésre álló fa alapanyagból (főleg rönkből) egyidejűleg többféle terméket állíthatunk elő.

Az optimális termékösszetétel a

— minimális ráfordítással,

— maximális áron értékesíthető és

— tartós szükségletet kielégítő, hazai felhasználású, vagy külföldi piacon elhelyezhető áru.

A jövőben kitermelésre kerülő hazai fanyersanyagból a fenti szempontokat figyelembe vevő optimális termékstruktúra az ipari gyakorlat adta információk alapján nem határozható meg, mert

— a jelenleg alkalmazott gyártmánykalkulációs módszer nem megfelelő (az üzemi költségeket a közvetlen bér arányában osztják fel, holott az azzal inkább fordítottan arányos);

— az egyes gyártmányokra nem a szükségletnek megfelelő differenciált minőségű fanyersanyagot számolnak el, hanem attól független átlagminőséget;

— a lekötött állóeszközök bruttó értéke nem tükrözi a valóságos értéket, s így a termékönköltségben a termelőszervezetek legtöbbjénél irreálisan csekély amortizációt és eszközlekötési járulékot számolnak el;

— az 1968-ban életbe lépett új fűrészipari termékárak az akkori állami fűrészipari vállalatok önköltségeire épültek, melyek rönköt dolgoztak fel. Az árak kialakításakor nem vették figyelembe a szükségszerű, de rosszabb kihozattal dolgozó, a termékekre nagyobb élőmunkát fordító, úgynevezett fagyártmánytelepek termelési s önköltségi adatait. (A begyűjtött adatokból megállapítottam, hogy 1964-ben az erdőgazdaságoktól független fűrész- és lemezipari vállalatok — az új árrendszer bázisában — például $109\,379\text{ m}^3$ tölgyrönköt dolgoztak fel, 55,1%-os átlagkihasználással, 1971-ben pedig az erdő- és fafeldolgozó gazdaságok és az önálló fűrészipari vállalatok együttesen $199\,999\text{ m}^3$ tölgy hengeres fát fűrészelték fel, 49,5%-os kihasználással. Az 1 m^3 fanyersanyag-feldolgozásra fordított többletköltség 44,76 Ft volt.)

Az optimális termékstruktúra azért nem határozható meg, mert az ipari gyakorlatban még nem honosodott meg a számítástechnikai programozás, melynek révén absztrakt módon számítható ki s adható meg előre a felhasználók választékigényeit kielégítő, minimális rönkfelhasználást igénylő optimális vágaskombinációs program.

Az előbbi hiányosságok megszüntetése céljából a „Gyártmányköltség-számítás műszaki alapjai a fűrész- és lemeziparban” című tanulmányunkban kidolgoztuk a reális önköltség-számítás módszerét. „A termelés lineáris programozása” című tanulmányban pedig ismer-

tettük azt a számítási módszert, amelynek alapján kiválasztható adott felhasználói feltételek és feldolgozandó fanyersanyag függvényében, az optimális pengebeosztású fűrészelési program. E két tanulmányomra támaszkodva határozom meg az 1985-ben kitermelhető hazai fanyersanyagból gyártható optimális termékstruktúrát. Az első tanulmány alapján módomban van a termékek reális önköltségét számba venni, s ennek alapján megismerni az elérhető eredményt. A második módot nyújt arra, hogy a fajlagos anyagnormákat a statisztikai adatoktól függetlenül megtervezhessem.

2. AZ OPTIMÁLISAN GAZDASÁGOS TERMÉKVÁLASZTÉK MEGHATÁROZÁSÁNAK TÉNYEZŐI

Említettem, hogy a rendelkezésre álló fanyersanyagból különböző faipari termékek állíthatók elő. A fűrészipari feldolgozás során pedig szükségszerűen kell — egyidejűleg — különböző fűrészipari termékeket gyártani úgy, hogy egyes, kiemelkedően értékes termékek (donga, talpfa) gyártásának technológiai korlátai vannak. Ilyen körülmények között a fanyersanyagnak fűrészeléssel való feldolgozásakor a mindenkori feladatunk az, hogy e technológiai korlátok figyelembevételével gyártsuk le az optimális termékválasztékot.

Az egyes termékek gyártásának mennyiségi korlátait főleg a feldolgozandó fanyersanyag minősége és dimenziója szabja meg.

Az 1985-ben kitermelhető rönk minőségi tervezésekor feltételeztem azt, hogy azonos lesz az 1958—68 között értékesített rönk átlagminőségével.

E minőségi megoszlást az 1. táblázaton mutatom be.

1. táblázat

Az 1958—1968 között értékesített rönk minőségi megoszlása

Fafaj	Minőség				Összesen
	L	I.	II.	III.	
Tölgy	1,0	14,0	34,0	51,0	100,0
Bükk	19,0	6,0	32,0	43,0	100,0
Akác	—	5,0	34,0	61,0	100,0
Cser	—	6,0	31,0	63,0	100,0
Gyertyán	—	8,0	35,0	57,0	100,0
Egyéb kemény	2,0	10,0	32,0	56,0	100,0
Nemes nyár	23,0	21,0	31,0	25,0	100,0
Hazai nyár	2,0	7,0	26,0	65,0	100,0
Egyéb lágy	6,0	10,0	34,0	50,0	100,0
Fenyő	—	6,0	23,0	71,0	100,0

Az egyes termékek gyárthatóságának technológiai korlátait illetően hosszú évek tapasztalati számaiból, valamint az intézetünk által elvégzett mérésekből indultam ki, feltételezve azt, hogy döntő szempont a fanyersanyag-feldolgozás együttes gazdaságossága. A gazdaságosságot a jelenleg érvényben levő árak mellett az általunk kidolgozott reális önköltség-számítás adta eredmény határozza meg.

Az ipari gyakorlatot illetően a tölgyrönk feldolgozását például 16 negyedéven át kísértem figyelemmel. Az 1 m³ rönkfeldolgozás optimális eredményét a következő gyártmányösszetétel biztosította:

fűrészáru	78,4%
talpfa	3,8%
donga	7,3%
parkettaléc	9,0%
bányaszéldeszka	1,5%
	<u>100,0%</u>

A 16 negyedév mérési eredményét a 2. és 3. táblázatban foglaltam össze.

Közelítőleg ezt az eredményt támasztja alá az 1973-ban kidolgozott, 900 változóra és 650 feltételre felépített optimális fazagdasági modellünk is.

A modellben minden tevékenységet lineáris költségfüggvénnyel kezeltünk. Természetesen a termékek tényleges önköltségének meghatározásakor az általunk kidolgozott reális önköltségszámítási módszerünkön kívül indultunk ki, a tényleges mérlegadatok végeredményére támaszkodva. Az optimális modellben a célfüggvények a halmozott önköltséget minimalizálják, illetve a nyereséget maximalizálják. A kapott eredmény adja a maximális nyereséget

2. táblázat

A tölgyrönk fűrészipari feldolgozásának árbevételi rangsora a termékválaszték függvényében 1973-as árakon

M.e.: %

Sorszám	1 m ³ rönk-feldolgozásra jutó árbevétel Ft	Fűrészáru	Parkettaléc	Donga	Talpfa	Bányaszéldeszka
1.	2267	56,2	15,3	9,3	8,4	10,8
2.	2249	78,4	9,0	7,3	3,8	1,5
3.	2243	43,0	11,7	7,8	15,7	21,8
4.	2212	64,8	11,5	6,5	11,2	6,0
5.	2154	58,4	12,6	5,2	20,3	3,5
6.	2044	56,1	29,2	6,9	3,6	4,2
7.	2042	47,3	12,6	7,2	7,5	25,4
8.	1993	43,2	13,3	2,9	9,6	31,0
9.	1992	37,4	22,2	15,5	9,1	15,8
10.	1953	51,5	16,7	7,5	16,6	7,7
11.	1935	43,5	31,5	12,4	10,6	2,0
12.	1921	69,5	7,9	2,2	5,6	14,8
13.	1875	70,1	7,2	4,3	12,7	5,7
14.	1784	49,5	27,6	7,3	4,8	10,8
15.	1643	31,4	31,5	18,2	8,0	10,9
16.	1604	48,5	27,5	7,5	3,8	12,7

3. táblázat

A tölgyrönk fűrészipari feldolgozásának nyereségrangsora a termékválaszték függvényében 1973-as árakon

M.e.: %

Sorszám	1 m ³ rönk-feldolgozásra jutó nyereség Ft	Fűrészáru	Parkettaléc	Donga	Talpfa	Bányaszél-deszka
1.	161	78,4	9,0	7,3	3,8	1,5
2.	148	58,4	12,6	5,2	20,3	3,5
3.	146	43,0	11,7	7,8	15,7	21,8
4.	139	64,8	11,5	6,5	11,2	6,0
5.	135	43,5	31,5	12,4	10,6	2,0
6.	128	56,2	15,3	9,3	8,4	10,8
7.	121	51,5	16,7	7,5	16,6	7,7
8.	116	70,1	7,2	4,3	12,7	5,7
9.	115	37,4	22,2	15,5	9,1	15,8
10.	108	31,4	31,5	18,2	8,0	10,9
11.	108	56,1	29,2	6,9	3,6	4,2
12.	75	49,5	27,6	7,3	4,8	10,8
13.	63	69,5	7,9	2,2	5,6	14,8
14.	62	48,5	27,5	7,5	3,8	12,7
15.	54	47,3	12,6	7,2	7,5	25,4
16.	10	43,2	13,3	2,9	9,6	31,0

adó *tevékenységi* értékrangsort, ami tölgyfeldolgozás vonatkozásában a következő fajlagos nyereségeket mutatja Ft/m³-ben

fűrészáru I—II. o.	423
váltó talpfa	1045
talpfa	221
donga	1183
bútorléc	3655
parkettaléc	— 467
fűrészáru III. o.	— 583
bányaszél-deszka	— 585

Az eredmény azt igazolja, hogy a szükségszerű minimumra kell csökkenteni a III. o. fűrészáru-termelést, s ebből az anyagból bútorlécet, bútorigipari alkatrészt, illetve a szükséghez képest parkettalécet kell gyártani, az anyagminőség adta mértékben. Ebben az irányban számos próbatermelést folytattunk már le, melyek igazolták azt az ipari tapasztalatot, hogy a III. osztályú fűrészárut, illetve annak jó részét gazdaságosabb (az elsődleges fafeldolgozó iparban) tovább feldolgozni, mint értékesíteni.

Természetesen téves következtetés lenne, ha a fenti tényszámok eredményeképpen a veszteséges, illetve kevésbé nyereséges fűrészipari termékek gyártását (pl. parkettaléc) megszüntetnénk.

tetnék. Bizonyos mértékben a gyártás technológiai szükségesség. A veszteség mértékének még pontosabb számbavétele végett az új termékárak kialakításakor olyan differenciált költségelosztási rendszert kívánunk majd kidolgozni, mely az egyes termékekre felhasznált fanyersanyagot még jobban differenciálja, minőségként, az általános költségek eloszlásakor pedig az eddiginél jobban veszi tekintetbe a teherviselő képességet.

A rendelkezésre álló fanyersanyagból optimálisan gyártható termékválaszték mennyiségi meghatározásában döntő jelentőségű a gyártmányra fordítandó anyagnormák ismerete. Az állami fűrész- és lemezipar tényleges anyagnormái fafajonként két évtizedre visszamenőleg ismertek. Ennek alapján az optimális gyártmánytervezés megközelítő biztonsággal lenne megtervezhető, ha nem lenne feladatunk olyan tervezési módszer kidolgozása, amely az optimális vágáskombinációt minimális fanyersanyag vonatkozásban határozza meg, tekintetbe véve a felhasználók választékigényét. Ez módot nyújt arra is, hogy összehasonlítást tegyünk a valóságos anyagkihasználás és a lehetőség, illetve a *Feldmann—Sapiro* szerinti elméleti eredmény között. A számítást 1964. év vonatkozásában tölgyrönkök feldolgozására végeztem el.

A *Feldmann—Sapiro*-féle vágásmélet és az ezt realizáló *Barlai*-féle kihozatali táblák adott rönkméret mellett optimális vágáskombináció gyakorlati végrehajtásának eredményét adják, azaz meghatározzák azt, hogy milyen pengebeosztás szükséges adott átméret mellett a maximális kihasználáshoz. Ezen elmélet alapján azonban realizált fűrészipari termelés nincs tekintettel a felhasználók vastagsági választékigényeire, s ezért fölös, inkurrens készletek felhalmozására vezethet, ami az új gazdaságirányítási rendszer pénzügyi elszámolásában megengedhetetlen.

A fenti okok miatt a *Feldmann—Sapiro*-féle vágásméleletet megfordítottam. Feladatul nem azt tűztem ki, hogy adott rönkméret mellett milyen vágáskombináció biztosítaná a maximális anyagkihasználást, hanem azt, hogy a kért áruk mennyisége a kívánt vastagsági megoszlásban milyen vágáskombinációkkal gyártható le minimális fanyersanyagból, adott vastagsági rönkmegoszlás mellett.

A vizsgált évben 44 075 m³ tölgyrönköt dolgoztak fel.

A rönk

minőségi megoszlása (m³):

I. o.	4 800
II. o.	13 975
III. o.	25 300
Összesen:	44 075

vastagsági megoszlása:

cm	m ³
18—19	221
20—24	6 699
25—29	18 776
30—34	6 241
35—39	6 100
40—44	4 038
45—49	2 000
	44 075

A felhasználók a következő fűrészáruszelvény-választékot rendelték meg:

Vastagság (mm)	Mennyiség (m ³)	%
25	9 625	31,2
28	1 960	6,3
38	1 660	5,4
48	11 507	37,2
58	1 460	4,7
68	520	1,7
78	2 500	8,1
88	155	0,5
98	1 500	4,9
	30 887	100,0

A szelvényárun kívül az adott tölgyfanyersanyagból

2865 m³ parkettalécet és

2292 m³ dongát

kellert gyártani, amelyhez szükséges szelvényáru a megadott tervprogram része volt.

A fűrészáru-termeléskor feladatunk mindenkor az, hogy adott vastagságú fűrészrönk választékokból milyen mennyiséget, milyen fűrészpenge-beosztással fűrészeljünk fel abból a célból, hogy a felhasználók igényeit ki tudjuk elégíteni, de egyúttal minimális rönkanyagot dolgozzunk fel.

A feladatot lineáris programozással oldottam meg, három variációban. A modell 15 feltételt és 49 változót tartalmazott. A feltételek közül 6 a rendelkezésre álló, különböző méretosztályú rönkanyagok arányegyenlőségeit írja elő, 9 pedig a tervben meghatározott minimális késztermék gyártási kötelezettségét fejezi ki. A 49 változó a számításba vett vágáskombináció.

A számítást a *Közgazdasági Egyetem* kezelésében levő *URAL* elektronikus számológépen végeztük el. Az eredmény röviden a következő:

A kért választék nem helyezhető el maradéktalanul az optimális pengebeosztásokba. A kért választék csakis az optimális kihasználás rovására teljesíthető. Különösen két méretből, a 28 és az 50 mm-ből kevesebb az igény, mint amennyit az optimális anyagkihasználás végett gyártani kellene.

(Jövő kutatásaim feladata lesz a probléma megközelítése a felhasználói igény módosítási lehetőségének oldaláról, illetve az ellentmondás csökkenthetőségének feltárása, mert a jelenlegi választékigény mellett a 77,07%-os optimális kihasználhatósággal szemben a tényleges kihasználás szelvényáru vonatkozásban csupán 70,1%. Az anyagi veszteség 3069 m³ áru, mintegy 9 millió Ft értékben.)

A fűrészáru-termelésben az optimális pengebeosztás lineáris programozással való meghatározásának nemcsak abban van jelentősége, hogy a kért választékokat minimális rönkfeldolgozással gyártja le, hanem abban is, hogy a fűrészüzemi technológiai gyakorlatnak ilyen módon való irányítása elméleti alapja annak a technikai berendezésnek, amely a komputerbe betáplált programnak megfelelően, a rönkmérő függvényében, automatikus szabályozással állítja be az optimális pengebeosztást.

3. AZ OPTIMÁLIS TERMÉKVÁLASZTÉK RANGSORA VILÁGPIACI ÁRON

Köztudomású, hogy a hazai erdők adta fanyersanyag fafajösszetétele kedvezőtlen a hazai igények kielégítéséhez. Az előállítható optimális termékösszetétel legyártásakor feltételezzük azt, hogy bizonyos mennyiséget exportálunk. Ezt figyelembe véve nem lesz érdektelen, ha a hazai fanyersanyagból gyártható termékek értékrangsorát világpiaci áron is számba vesszük.

A világpiaci árakat „*A fatermékek árainak várható alakulása a világpiacon 1976—80 között. Kiemelt nyersanyagok áralakulása a világpiacon 1968—72-ben*” című 1974-ben elkészült tanulmányunkból vettem.

Természetesen, a világpiaci árak átlagos minőséget és választékot takarnak. Ezt részletesen (számlák alapján) kibontva identifikáltuk a hazai termelésre.

Értekezésem céljára részletesen kidolgoztuk a tölgy, a bükk és a nemes nyár alapanyagból termelhető elsődleges faipari termékek tőkés piaci ár szerinti rangsorolását, ami az összes feldolgozandó rönk 58%-át képviseli.

Az eredményt műszaki-gazdasági mutatóival a 4., 5. és a 6. táblázatban foglaltam össze.

Tölgytermékek értékrangsora világgpiaci áron

Sor- szám	Alapanyag	Termék		Anyag- norma	Világgpiaci ár \$	\$/m ³ $\frac{5}{6} = \frac{4}{4}$	Az alapanyag minőségének aránya, ill. megnevezése	Egységnyi alapanyag ára Ft/m ³	Egységhez szükséges alapanyag ára Ft 9=8×4	Ft/\$ $\frac{9}{10} = \frac{5}{5}$	Sorrend az alapanyag	
		megnevezése	mérték- egysége								meny- nyiségi	érték-
1.	Rönk	fűrészáru	m ³	1,490	280*	187,92	II. 50 III. 50	1470	2190	7,82	4.	3.
2.	Rönk	gerenda	m ³	1,414	240	169,73	II. 60 III. 40	1500	2121	8,84	5.	5.
3.	Rönk	donga	m ³	2,431	610	250,93	I. 80 II. 20	1860	4522	7,41	2.	2.
4.	Rönk	váltó talpfa	m ³	1,370	260	189,78	I. 20 II. 80	1680	2302	8,85	3.	6.
5.	Rönk	normál talpfa	m ³	1,400	195	139,29	II. 40 III. 60	1440	2016	10,34	7.	8.
6.	Rönk	parkettaléc	m ³	2,799	290	103,61	II. 20 III. 80	1380	3863	13,32	10.	10.
7.	Rönk	bányaszél- deszka	m ³	1,300	80	61,54	III. 100	1320	1716	21,45	12.	11.
8.	Rönk	furnér	e. m ²	2,024	1400*	691,70	Í. 70 I. 30	2280	4615	3,30	1.	1.
9.	Egyéb hen- geres ipari fa	fűrészáru	m ³	1,820	240	131,87	kivágás	1350	2457	10,24	8.	7.

10.	Egyéb hen- geres ipari fa	donga	m ³	3,040	510	167,76	kivágás	1350	4104	8,05	5.	4.
11.	Egyéb hen- geres ipari fa	parkettaléc	m ³	2,980	185	62,08	kivágás	1350	4023	21,75	11.	12.
12.	Egyéb hen- geres ipari fa	bányaszél- deszka	m ³	1,317	80	60,74	kivágás	1350	1778	22,23	13.	13.
13.	Egyéb hen- geres ipari fa	egyéb	m ³	2,500	280	112,00	kivágás	1350	3375	12,05	9.	9.

Megjegyzés: az alkalmazott árra vonatkozóan:

Választék	Jele	Alkalmazott ár
lemezpiari rönk	L	szabad feladóállomási termelői ár
fűrészpiari rönk	I—III.	hatósági maximált feladóállomási ár
egyéb hengeres iparifa		hatósági maximált feladóállomási ár

* 1980. évi előrejelzés alapján (4—2—103/1974. FKI zárójelentés)

5. táblázat

Bükktermékek értékrangsora világgiazi áron

Sor- szám	Alapanyag	Termék		Anyag- norma	Világgiazi ár \$	\$/m ³ $\frac{5}{6} = \frac{4}{4}$	Az alapanyag minőségének aránya, ill. megnevezése	Az egység- nyi alapanyag ára Ft/m ³	Egységhez szükséges alapanyag ára Ft 9=8×4	Ft/\$ $10 = \frac{9}{5}$	Sorrend az alapanyag		
		megnevezése	mérték- egy- sége								mennyi- ségi	érték-	
												kihozatala szerint	
1.	Rönk	fűrészáru gőzölt	m ³	1,354	180*	132,94	II. 40 III. 60	1100	1489	8,27	3.	3.	
2.	Rönk	donga	m ³	2,206	280	126,93	I. 20 II. 80	1260	2780	9,93	4.	5.	
3.	Rönk	parkettaléc	m ³	2,626	190	72,35	II. 20 III. 80	1260	3309	17,42	7.	9.	
4.	Rönk	furnér	e. m ³	1,718	620	360,88	L 90 I. 10	1870	3213	5,18	1.	1.	
5.	Rönk	rétegelt le- mez	m ³	2,222	480	216,02	L 70 I. 20 II. 10	1750	3889	8,10	2.	2.	
6.	Hengeres iparifa	fűrészáru gőzölt	m ³	1,624	165	101,60	kivágás	1000	1624	9,84	5.	4.	
7.	Hengeres iparifa	donga	m ³	2,860	250	87,41	kivágás	1000	2860	11,44	6.	6.	
8.	Hengeres iparifa	parkettaléc	m ³	2,820	190	67,38	kivágás	1000	2820	14,84	9.	8.	
9.	Hengeres iparifa	egyéb	m ³	2,500	180	72,00	kivágás	1000	2500	13,89	8.	7.	

Megjegyzés: az alkalmazott árra vonatkozóan:

Választék

Lemezipari rönk

Fűrészrönk

Hengeres iparifa

Jele

L₁

I—III.

Alkalmazott ár

Hatósági rögzített feladóállomási termelői ár

Hatósági rögzített feladóállomási termelői ár

Hatóságilag maximált feladóállomási termelői ár

* 1980. évi előrejelzés alapján (4—2—103/1974. FKI zárójelentés)

Nyártermékek értékrangsora világsi áron

Sor- szám	Alapanyag	Termék		Anyag- norma	Világsi ár \$	\$/m ³ $6 = \frac{5}{4}$	Az alapanyag minőségének aránya, ill. megnevezése	Az egység- nyi alapanyag ára Ft/m ³	Az egység- hez szükséges alapanyag ára Ft 9 = 8 × 4	Ft/\$ $10 = \frac{9}{5}$	Sorrend az alapanyag	
		megnevezése	mérték- egy- sége								mennyi- ségi	érték-
	kihozatala szerint											
1.	Rönk	fűrészáru	m ³	1,474	135	91,59	I. 30 II. 50 III. 20	743	1095	8,11	4.	4.
2.	Rönk	gerenda	m ³	1,500	95	63,33	II. 40 III. 60	634	591	10,01	6.	5.
3.	Rönk	furnér	e. m ³	3,020	540	178,81	L ₁ 100	1380	4168	7,72	1.	3.
4.	Rönk	rétegelt le- mez	m ³	2,200	420	190,91	L ₂ 70 I. 20 II. 10	1103	2427	5,78	2.	1.
5.	Rönk	bútorlap	m ³	2,280	280	122,81	L ₂ 20 I. 25 II. 45 III. 10	650	1938	6,92	3.	2.
6.	Hengeres iparifa	fűrészáru	m ³	1,649	130	78,84	kivágás	700	1824	14,03	5.	6.

Megjegyzés az alkalmazott árra vonatkozóan:

Választék

lemezipari rönk
fűrészrönk
hengeres iparifa

Jele

L
I—III.

Alkalmazott ár

szabad feladóállomási termelői ár
szabad feladóállomási termelői ár
szabad feladóállomási termelői ár

4. AZ OPTIMÁLIS IPARI FELDOLGOZÁS IPARÁGAZATI MEGOSZLÁSA

Az előző fejezetben elmondottak figyelembevételével az 1985-ben kitermelhető hazai fanyersanyag elsődleges — szorosan vett — faipari feldolgozásának módját a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat

Az elsődleges fafeldolgozás módja 1985-ben

M.e.: 1000 m³

Fafaj	Össze- sen	Fűrész- áru	Furnér	Lemez	Bútor- lap	Farost- lemez	Fafor- gácslap	Gyufa
Tölgy	520	470	10	—	—	—	40	—
Bükk	240	176	9	35	—	—	20	—
Cser	205	55	—	—	—	150	—	—
Akác	350	280	—	—	—	—	70	—
Gyertyán	100	80	—	—	—	—	20	—
Egyéb kemény	125	101	4	—	—	—	20	—
Nyár	1078	434	14	22	32	265	295*	16
Egyéb lágy	378	92	2	4	—	90	190*	—
Fenyő	280	240	—	—	—	—	40*	—
	3276	1928	39	61	32	505	695	16

Megjegyzés: ebből 120 000 m³ tűzifa

5. AZ OPTIMÁLIS ELSŐDLEGES FAIPARI TERMÉKSTRUKTÚRA

Az előző fejezetek mérési és számítási eredményeként megtervezett optimális termelési struktúrát — adott minőségű fanyersanyagot figyelembe véve — fafajonként s erdőgazdasági választékonként, tölgy, bükk, nyár vonatkozásában a 8., 9., 10., az összes fafajt illetően pedig a 11. táblázatban foglaltam össze.

A tölgyfeldolgozás optimális termékválasztéka 1985-ben

M.e.: 1000 m³

Megnevezés	Alapanyag						Termékek											
	Választék	Mennyiség	Minőség			Egyéb	Fűrész- áru	Ge- renda	Talpa	Donga	Par- ketta- léc	Bánya- szati anyag	Furnér ¹	Réte- gelt lemez	Hagyó- mányos bűtor- lap	Fa- rost- lemez	Fa- for- gácslap	Egyéb
			L	I—II.	III.													
Alap- anyag	Rönk	250	7	119	124	—	160	5	15	11	39	10	10	—	—	—	—	—
	Egyéb hen- geres iparifa	230	—	—	—	230	104	—	—	2	86	30	—	—	—	—	—	8
	Rostfa	40	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—
	Vastag tű- zifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tű- zifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Összesen	520	7	119	124	270	264	5	15	13	125	40	10	—	—	—	40	8
Anyag- norma (m ³ /m ³)	Rönk						1,490	1,414	1,376	2,431	2,799	1,300	2,024*	—	—	—	—	—
	Egyéb hen- geres iparifa						1,820	—	—	3,040	2,900	1,317	—	—	—	—	—	2,500
	Rostfa						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,000	—
Elsőd- leges termék	Rönkből						107,4	3,5	10,9	4,5	13,9	7,7	4,9	—	—	—	—	—
	Egyéb hen- geres ipari fá- ból						57,1	—	—	0,7	28,9	22,8	—	—	—	—	—	3,2
	Rostfából						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—
	Vastag tűzi- fából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tű- zifából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Összesen	—	—	—	—	—	164,5	3,5	10,9	5,2	42,6	30,5	4,9	—	—	—	20	3,2

Megjegyzés: * m³/1000m²¹ millió m²

Megnevezés	Alapanyag						Termékek											
	Választék	Mennyiség	Minőség			Egyéb	Fűrész- áru	Ge- renda	Talp- fa	Ipari donga	Par- kettá- léc	Bá- nyá- szati anyag	Fur- nér ¹	Réte- gelt lemez	Hagyó- mányos bútor- lap	Fa- rost- lemez	Fa- for- gács- lap	Egyéb
			L	I—II.	III.													
Alap- anyag	Rönk	160	32	59	69	—	86	—	—	6	22	—	9	35	—	—	—	2
	Egyéb hengeres iparifa	60	—	—	—	60	42	—	—	2	14	—	—	—	—	—	—	2
	Rostfa	20	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—
	Vastag tűzifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tűzifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Összesen	240	32	59	69	80	128	—	—	8	36	—	9	35	—	—	20	4
Anyag- norma (m ³ /m ³)	Rönk						1,354	—	—	2,206	2,626	—	1,718*	2,222	—	—	—	2,000
	Egyéb hengeres iparifa						1,624	—	—	2,860	2,860	—	—	—	—	—	2,000	2,500
	Rostfa						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,000	—
Elsőd- leges termék	Rönkből	—	—	—	—	—	63,5	—	—	2,7	8,4	—	5,2	15,8	—	—	—	1,0
	Egyéb hengeres iparifa	—	—	—	—	—	25,9	—	—	0,7	5,0	—	—	—	—	—	—	0,8
	Rostfából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,0	—
	Vastag tűzifa- ból	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tűzifa- ból	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Összesen	—	—	—	—	—	89,4	—	—	3,4	13,4	—	5,2	15,8	—	—	10,0	1,8

Megjegyzés: * m³/1000 m³¹ millió m³

A nyárfafeldolgozás optimális termékválasztéka 1985-ben

M.e.: 1000 m³

Megnevezés	Alapanyag						Termékek											
	Választék	Mennyiség	Minőség			Egyéb	Fűrész- áru	Ge- renda	Talp- fa	Don- ga	Par- kettá- léc	Bá- nyá- szati anyag	Fur- nér ¹	Réte- gelt lemez	Ha- gyomá- nyos bútorlap	Fa- rost- lemez	Fa- for- gács- lap	Gyufa
			L	I—II.	III.													
Alap- anyag	Rönk	434	82	226	126	—	345,5	4,5	—	—	—	—	14,4	22,0	32,0	—	—	15,6
	Egyéb hen- geres ipa- rifa	84	—	—	—	84	84,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Rostfa	515	—	—	—	515	—	—	—	—	—	—	—	—	—	220,0	295,0	—
	Vastag tű- zifa	10	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,0	—	—
	Vékony tű- zifa	35	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,0	—	—
	Összesen	1078	82	226	126	644	429,5	4,5	—	—	—	—	14,4	22,0	32,0	265,0	295,0	15,6
Anyag- norma (m ³ /m ³)	Rönk	—	—	—	—	—	1,471	1,500	—	—	—	—	3,020	2,200	2,280	—	—	0,026*
	Egyéb hen- geres ipa- rifa	—	—	—	—	—	1,649	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Rostfa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,000	2,000	—
	Vastag tű- zifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,000	—	—
	Vékony tű- zifa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,000	—	—

A 10. táblázat folytatása

Megnevezés	Alapanyag						Termékek											
	Választék	Mennyiség	Minőség			Egyéb	Fűrész- áru	Ge- renda	Talp- fa	Don- ga	Par- kettá- léc	Bá- nyá- szati anyag	Fur- nér ¹	Ré- tegelt lemez	Ha- gyo- máyo- sbutorlap	Fa- rost- lemez	Fa- for- gács- lap	Gyufa
			L	I—II.	III.													
Elsőd- leges termék	Rönkből	—	—	—	—	—	234,4	3,0	—	—	—	—	4,8	10,0	14,0	—	—	700**
	Egyéb hen- geres ipa- rifa	—	—	—	—	—	50,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Rostfából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,0	148,0	—
	Vastag tű- zifából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,0	—	—
	Vékony tű- zifából	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	—	—
	Összesen	—	—	—	—	—	—	285,3	3,0	—	—	—	—	4,8	10,0	14,0	88,0	148,0

Megjegyzés: * m³ ezer doboz

** millió doboz

¹ millió m²

A táblázat tanulsága szerint 1985-ben kitermelésre kerülő erdőgazdasági választékból termelhető optimális elsődleges fafeldolgozó ipari termékválaszték a következő:

M. e.: 1000 m³

Választék	Összesen	Rönkből	Egyéb hengeres fából
Fűrészáru	905,3	655,5	249,8
Gerenda	10,0	10,0	—
Talpfa	18,4	18,4	—
Donga	12,2	10,3	1,9
Parkettaléc	99,7	46,1	53,6
Bányászati anyag	79,7	23,3	56,4
Egyéb fűrészipari termék	22,9	8,5	14,4
Összes fűrészipari termék	1148,2	772,1	376,1

Választék	Összesen
Furnér	17,9 millió m ²
Rétegelt lemez	27,8 ezer m ³
Hagyományos bútorlap	14,0 ezer m ³
Farostlemez	168,0 ezer m ³
Faforgácslap	348,0 ezer m ³
Gyufa	15,6 millió doboz

A furnértermelés fafajmegoszlása (millió m²)

Tölgy	4,9
Bükk	5,2
Egyéb kemény	2,0
Nyár	4,8
Egyéb lágy	1,0
Összesen	17,9

11. táblázat

Az 1985-ben kitermelhető hazai fanyersanyag-feldolgozás

Megnevezés	Alapanyag						Fűrész- áru	Gerenda
	Választék	Mennyi- ség	Minőség			Egyéb		
			L	I—II.	III.			
Alapanyag	Rönk	1368,0	126,4	603,4	638,2	—	982,7	13,9
	Egyéb hengeres ipari fa	708,0	—	—	—	708,0	434,2	—
	Rostfa	1080,0	—	—	—	1080,0	—	—
	Vastag tűzifa	40,0	—	—	—	40,0	—	—
	Vékony tűzifa	80,0	—	—	—	80,0	—	—
	Összesen	3276,0	126,4	603,4	638,2	1908,0	1416,9	13,9
Anyagnorma (m ³ /m ³)	Rönk	—	—	—	—	—	1,499	1,390
	Egyéb hengeres iparifából	—	—	—	—	—	1,738	—
	Rostfából	—	—	—	—	—	—	—
	Vastag tűzifából	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tűzifából	—	—	—	—	—	—	—
Elsődleges termék	Rönkből	—	—	—	—	—	655,5	10,0
	Egyéb hengeres iparifából	—	—	—	—	—	249,8	—
	Rostfából	—	—	—	—	—	—	—
	Vastag tűzifából	—	—	—	—	—	—	—
	Vékony tűzifából	—	—	—	—	—	—	—
Összesen	—	—	—	—	—	905,3	10,0	

Megjegyzés: * millió doboz
** m³ ezer doboz

optimális elsődleges termékválasztéka

M.e.: 1000 m³

Termékek										
Talpfa	Donga	Par- kettá- léc	Bányá- szati anyag	Furnér	Rétegelt lemez	Hagyó- mányos bútorlap	Farost- lemez	Fafor- gácslap	Egyéb	Gyufa
27,0	25,0	124,3	29,2	39,1	61,3	32,0	—	—	17,0	15,6
—	5,7	161,7	70,4	—	—	—	—	—	36,0	—
—	—	—	—	—	—	—	435,0	645,0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	20,0	20,0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	50,0	30,0	—	—
27,0	31,6	286,0	99,6	39,1	61,3	32,0	505,0	695,0	53,0	15,6
1,467	2,515	2,616	1,253	2,205	2,205	2,286	—	—	2,000	0,026**
—	3,000	3,017	1,248	—	—	—	—	—	2,500	—
—	—	—	—	—	—	—	3,000	1,997	—	—
—	—	—	—	—	—	—	3,333	2,000	—	—
—	—	—	—	—	—	—	2,941	2,000	—	—
18,4	10,3	46,1	23,3	17,9	27,8	14,0	—	—	8,5	700*
—	1,9	53,6	56,4	—	—	—	—	—	14,4	—
—	—	—	—	—	—	—	145,0	323,0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	6,0	10,0	—	—
—	—	—	—	—	—	—	17,0	15,0	—	—
18,4	12,2	99,7	79,7	17,9	27,8	14,0	168,0	348,0	22,9	700

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д-Р КАРОЙ САБО

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, кандидат технических наук, руководитель
главного научного отдела

Статья раскрывает возможности определения оптимального выбора продукции, изготовленной из имеющегося сырья, с учетом потребности дальнейшей переработки. Сообщает методы вычисления, касающиеся производства требуемого ассортимента в желаемых расхождениях толщины, при таких комбинациях рубки, когда при данных расхождениях толщины кряжа используется минимальное количество древесного сырья. Статья дает ответ на то, какой будет последовательность стоимости продукции на мировом рынке в данном случае.

RATING OF THE PRODUCTS OF THE PRIMARY WOODWORKING INDUSTRY

DR. KÁROLY SZABÓ

Graduate of the University of Woodworking Industry, candidate in technical studies, head of a scientific main department

The study reveals the possibilities for the specification of the optimum product assortment fabricated from the wood available. The described method of calculation offers a possibility to define at what kind of cutting combinations the required products would be producible from a minimum quantity of wood, considering the contribution of the specified thicknesses of logs. The study makes a reply to what the rating of products will be like on world market prices.

DIE WERTENEINSTUFUNG DER PRODUKTE DER PRIMÄREN HOLZVERARBEITENDEN INDUSTRIE

DR. KÁROLY SZABÓ

Dipl.-Ing der Holzverarbeitenden Industrie, Kandidat der technischen Wissenschaften, wissenschaftlicher
Hauptabteilungsleiter

Mit Rücksicht auf die Ansprüche der Weiterverarbeitenden entdeckt das Studium die Möglichkeiten der Bestimmung des aus dem zur Verfügung stehenden Holzrohstoff herzustellenden optimalen Warensortiments.

Es wird ein Berechnungsverfahren dafür mitgeteilt, in welchen Einschnittkombinationen die Sortimente der erforderlichen Waren bei gegebener Stammstärkenverteilung in erwünschter Dickenverteilung aus minimalem Holzrohstoff herzustellen sind. Das Studium beantwortet, wie sich die Werteneinstufung der Produkte nach Weltmarktpreis gestaltet.

KORSZERŰ MATEMATIKAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A FAGAZDASÁG TERVEZÉSI MUNKÁJÁBAN

DR. TUSA GÁBOR

okl. közgazdász, tudományos osztályvezető

BEVEZETŐ

Az erdő- és fagazdálkodás, a fagazdaság vertikumában lezajló események igen szövevényesen függenek össze egymással, a többi ágazattal és a tágabb környezettel, e vertikum fejlesztése során megoldandó feladatok erősen szerteágazóak. A fagazdaságot ezért — makro és mikro szinten egyaránt — ma csak több tudományág ismeretanyagának adekvát módon integrált építményével lehet leírni, értelmezni, magyarázni, modellezni

— már az *erdőrendezés* körében is (vagyis annak a *rendező* munkának a során, amely arra irányul, hogy az *erdő* tartósan legyen egyre alkalmasabb a vele szemben megnyilvánuló társadalmi, gazdasági igények hatékony kielégítésére), ezt követően

— az *erdőgazdálkodás* szférájában (a jelentőségében folyamatosan növekvő környezetvédelmi feladatok mellett is) az első helyen sorolt *faanyagtermesztés* területén (ahol, a közjóléti szolgáltatások ellátása mellett, a termőhelynek megfelelő, a mennyiségi és minőségi kívánalmakat egyaránt kielégítő faanyagtermesztés követelményeit gazdaságossági, munkaszervezési, gépésztési stb. szempontokkal kell folyamatosan egyeztetni), végül

— a fakitermelés, a fafeldolgozás, a faanyag-hasznosítás, a *fagazdálkodás* fa alapanyag-, félkész- és késztermék-vertikumában, mert a potenciális import- és hazai források, a bel- és külpiaci szükségletek kielégítése és az exportlehetőségek csak komplex szemlélettel és módszerekkel optimalizálhatók.

Az előbbieken vázoltak alapján érzékelhető az, hogy a fagazdasággal szemben támasztott követelményrendszer, nevezetesen

— a tágan értelmezett szükségletfedezés,

— a tartamosság és

— a gazdaságosság kielégítése a népgazdaság többi ágazatát meghaladó mértékben összetett feladatot jelent, ezért a fagazdaság speciális problémáinak, az összefüggések teljes láncolatának átfogó értékeléséhez, a tervezés hatékonyságának dinamikus növeléséhez az irányítás valamennyi szintjén — a jelenlegi helyzetben — a korszerű matematikai módszerek alkalmazásba vétele elengedhetetlen előfeltételt képez.

A rendelkezésre álló információk alapján megállapítható mindezen túlmenően egyrészt az, hogy

— a matematikai—közgazdasági kutatások vonatkozásában — a fagazdaságot illetően — nemcsak a nyugati országokhoz, hanem a KGST körzetén belül élenjáró országokhoz viszonyítva is jelentős lemaradásban vagyunk;

— ugyanakkor egyértelmű, hogy az 1972. évben megkezdett és célratoró kutató munkával

kifejlesztett matematikai módszereink széles körű alkalmazásba vételére (részben központi intézkedésekkel) a reális lehetőség biztosítható;

— azt már a modellekkel végzett számítások eddigi eredményei is egyértelműen igazolják, hogy a kutatás eredményét képező módszerek alkalmazása jelentős segítséget nyújthat a legfontosabb gyakorlati kérdések megoldásához, a kifejlesztett módszerek igénybevételével mind az ágazati, mind a vállalati vezetés folyamatosan tehet hatékony lépéseket az irányítási körébe tartozó szervezet működtetésének optimalizálására;

— végül (az idevonatkozó információk birtokában) megállapítható még az is, hogy a kifejlesztett módszerek érdeklődésre tarthatnak számot a környező KGST-országok fagazdaságában is.

1. A FAGAZDASÁGI (ÁGAZATI, VÁLLALATI ÉS ÜZEMI) KOMPLEX OPTIMALIZÁCIÓS MODELLCSALÁD KIFEJLESZTÉSÉNEK VÁZLATOS METODIKÁJA

1.1 A matematikai—közgazdasági kutatások helyzete és tendenciái

A tőkésországokban

— először a szűkebb értelemben vett matematikai—közgazdaságtan fejlődött ki, mely az elméleti összefüggések matematikai ábrázolásával foglalkozik;

— ezt követte a konjunktúraelemzés és előrejelzés, valamint a piackutatás módszereiből kialakult *ökonometria*, majd

— az *operációkutatás*, melynek kialakulása a második világháború utánra tehető, és szorosan kapcsolódik az elektronikus számológépek megszületéséhez, elterjedéséhez (módszerei egyrészt matematikai statisztikai jellegűek, ide sorolható azonban a matematikai programozás, a lineáris és nem lineáris programozás teljes köre is);

— végül az operációkutatást követően alakult ki a *gazdasági rendszerelmélet*, a *gazdasági kibernetika*.

Az utóbbi időben jól megfigyelhető ezeknek a korábban elkülönülő irányzatoknak az integrálódása: egyetlen probléma megoldására, sőt ugyanazon a modellen belül is együtt szerepelnek — problémaorientált módon — ökonometriai és operációkutatási eljárások, valamint rendszerelméleti megoldások.

A *szocialista országokban* a matematikai—közgazdasági kutatómunka középpontjában az *operációkutatási* eljárások állnak; ezek népgazdasági szintű felhasználása, a népgazdasági problémák komplex matematikai modellezése iránti igény — a tervgazdálkodásra tekintettel — szükségszerűen nagyobb, mint Nyugaton.

Hazánkban az utolsó évtized matematikai—közgazdasági kutatásainak irányát

— 1970-ig az 1965-ben megállapított két fő feladat,

„*A tervezés tudományos megalapozása, különös tekintettel a magyar népgazdaság reálisan tervbe vehető, optimális szerkezetének kialakítására*”, illetve

„*a népgazdaság vezetési és irányítási rendszerének tökéletesítésére*” szabta meg;

— 1971 óta pedig

a) „*A szocialista vállalat*” című országos szintű kutatási főirány;

b) „*Gazdaságpolitikánk tapasztalatainak elemzése; javaslatok a továbbfejlesztésre*”, illetve a

c) „Középtávú világgazdasági prognózis, különös tekintettel a népgazdasági tervezés szempontjaira” című, végül

d) „A számítástechnika alkalmazása” című tárcaszintű kutatási főirányok határozták meg.

1.2 Matematikai—közgazdasági kutatómunkánkat meghatározó tényezők

Az előbbieken felsorolt kutatási fő irányok alapvetően körülhatárolták matematikai—közgazdasági kutatómunkánk kereteit, egyértelmű volt, hogy a súlypontot

- az ágazati és vállalati szintű *tervezés* tudományos megalapozásához,
- az ágazati és vállalati *termelési* (tevékenységi) *szerkezet* optimalizálásához szükséges elemzési és tervezési modellek, valamint
- a vezetési és irányítási rendszer tökéletesítéséhez a korszerű (operációkutatási jellegű) *döntéselőkészítő módszerek* kifejlesztésére kellett helyeznünk.

Tisztán kell látni azt is, hogy megalapozatlan az a szemlélet, mely szerint már kialakított módszerek átvételére, a fagazdaság területére történő adaptációjára lett volna csak szükségünk. Nem járhattuk azt az utat, hogy az irodalomból megismert módszerekhez keressük a problémakört, amelyre e módszerek alkalmazhatók. Az eredményeket csak problémaorientált szemlélettel volt lehetséges elérni:

- fel kellett mérnünk a fagazdaság (ágazati, vállalati) tényleges, speciális hazai közgazdasági problémáit,
- a felmért valóságos problémákat egzakt modellek formájában kellett megfogalmaznunk, és csak ezt követően kereshettük, illetve fejleszthettük ki
- a megoldásra alkalmas módszereket.

A matematikai közgazdaságtan határterületi tudomány, így megfelelő fejlődésének előfeltétele az interdiszciplináris szemlélet érvényesülése. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a matematikai—közgazdasági módszerek kifejlesztése (sikeres alkalmazása) különböző specializációjú szakértők

- az adott terület *speciális* műszaki, biológiai, faanyagvédelmi, szállítási stb. ismereteivel rendelkező *szakértők*,
- az adott terület gazdaságtanában járatos *közgazdászok* (akiknek azonban nemcsak a fagazdaságot átfogó szakmai és közgazdasági szemléletük, hanem módszertani képzettségük is van, és így képesek megteremteni a szakma közgazdasági problémái és a matematikai módszerek ismerői közötti kapcsolatot, együttműködést),
- *modellező matematikus-közgazdászok*,
- *matematikusok* és természetszerűleg
- *számítástechnikai szakemberek* együttműködését igényli, tehát *csak team-munka keretében volt megoldható*.

A fagazdaság komplex tervezési modelles család koncepciójának kialakításához — az eddigiekben vázoltakat figyelembe véve — az alábbi *követelményrendszert* állítottuk fel:

— meg kell teremteni a *szerves kapcsolatot az ágazati, vállalati és üzemi tervezési modellek között*, ehhez elsősorban is az szükséges, hogy a problémák kezelésére azonos matematikai módszer kerüljön felhasználásra;

— minthogy az erdő- és fagazdaság területén a lineáris programozás tekinthető a gyakorlatban leginkább alkalmazható módszernek, ezért (nyilvánvaló korlátai ellenére, a hazai számítástechnikai lehetőségeket is mérlegelve) a *lineáris modellek keretei között* kell törekedni olyan megoldások kialakítására, amelyek a valóság pontosabb megragadását teszik lehetővé, elsősorban is a lineáris dinamikus modellek kifejlesztésére és alkalmazásba vételére;

— a középtávú tervezés modellezése mellett a mai gazdasági (világgazdasági) helyzetben megnőtt az éves tervezés fontossága, és nagyobb súlyt kap az a követelmény, hogy a mindenkori változásoknak megfelelően rövid távon is biztosítsuk az egyensúlyt; meg kell teremteni tehát a középtávú, az éves és az operatív tervezési modellrendszereket és azok szerves kapcsolatát is;

— meg kell teremteni az ágazati, vállalati, üzemi szintű elemzési, tervezési és döntési modellek, valamint a gépi adatfeldolgozás közötti kapcsolatok lehetőségét (mert hiszen amíg modelljeink hagyományos módszerekkel gyűjtött adatokat használnak fel, addig mindig elmaradunk a mindenkori tényleges gazdasági események mögött);

— törekedni kell a gépi adatfeldolgozás eredményeire épülő rövidtávú tervezési,

termelésirányítási (termelésprogramozási),

üzemi-gyártástechnológiai folyamatirányítási modellrendszerek kifejlesztésére, valamint

a rutin döntési problémák matematikai modellezésére;

végül (de nem utolsósorban)

— minthogy a külföldi kutatási eredmények az erdő- és fagazdálkodás területén a szimulációs modelltechnika eredményes alkalmazásának lehetőségét tükrözik, fokozni kell az ilyen irányú erőfeszítéseket is; tisztán kell látni: azzal hogy a matematikai—közgazdasági munka a problémák egzakt, rendszeres, modellszerű megfogalmazásának igényével lép fel, fejlesztőleg, megtermékenyítőleg hat még azokban az esetekben is, amikor konkrét számítások lebonyolítására, vagy ezek konkrét eseti alkalmazására nem is kerül sor. (A következőkben bemutatjuk a kifejlesztett modellcsalád ágazati elemzési és tervezési modelljét.)

2. A FAGAZDASÁGI ÁGAZAT TELJES VERTIKUMÁT FELÖLELŐ OPTIMALIZÁCIÓS MODELL

2.1 A modell kidolgozásának célja

Az erdő- és fagazdaság különböző problémáinak megoldására a közelmúltban megkezdett vizsgálatokon belül kiemelkedő jelentősége van az erdőgazdaság és a faipar komplex optimalizációs modelljének a kialakítására irányuló munkának. Első lépésként az erdő- és fagazdaság alapanyag- és félkésztermék-vertikumát felölelő matematikai modell került összeállításra és az 1972. évi adatok alapján kipróbálásra. Ebben a tanulmányban a munka legutolsó lépését ismertetjük, melynek keretében elvégeztük a fagazdaság alapanyag-, félkésztermék- és végtermékvertikumot átfogó modelljének megszerkesztését.

Célkitűzésünket olyan matematikai—közgazdasági modell kialakítása képezte, amely az elsődleges faipar komplex optimalizálására alkalmas. A modell átfogja a fagazdaság mindhárom alrendszerét, tehát az alapanyag-, a félkésztermék- és a késztermékvertikumot. A modell megszerkesztésekor a hazai ágazati szintű optimalizációs modellek eddigi tapasztalataira támaszkodtunk. A kifejlesztett modell az optimális program révén lehetőséget teremt a faipari alapanyagok, félkésztermékek és végtermékek egymás közötti helyettesítési lehetőségeinek a vizsgálatára is. A számítások eredményei a duális megoldáson keresztül megadják azokat a paramétereket, amelyek alapul szolgálhatnak a különböző fafajok, félkész- és késztermék ágazati szinten számított optimális rangsorának kialakításához.

2.2 A matematikai modell leírása

2.2.1 A változók rendszere

Modellünk céljának megfelelően a változók három alaptípusból épülnek fel, szerepelnek a modellben

- alapanyag-,
- félkésztermék- és
- késztermék-változók.

2.2.2 A korlátozó feltételek

A korlátozó feltételek összeállításában alapelvnek tekintettük azt, hogy az ágazat minden olyan fontosabb összefüggése bekerüljön modellünkbe, amely a különböző fatermékek gazdaságossági sorrendje szempontjából meghatározó lehet. Ágazati modellről és összetett területről lévén szó, e követelmény egyben azt is jelenti, hogy modellünkben nagyszámú és különböző típusú feltételt kellett szerepeltetni.

2.2.2.1 Alapanyag-mérlegösszefüggések segítségével írtuk elő azt, hogy az egyes alapanyag-féleségeknél a szocialista és a tőkés eredetű import, valamint a hazai termelés ki kell, hogy elégítse a hazai szükségleteket és a szocialista és a tőkés exportigényeket. A modellben a készletváltozásokat nem vettük figyelembe;

2.2.2.2 Alapanyag—félkésztermék kihozatali összefüggések az alapanyag és félkésztermék kölcsönkapcsolatokat írják elő;

2.2.2.3 Félkésztermék-mérlegösszefüggések hasonlóképpen az alapanyag-mérlegösszefüggésekhez, a félkésztermék-források és felhasználási lehetőségek összhangját teremtik meg, e feltételekben tehát azt írtuk elő, hogy az adott félkész termék hazai termelése és importja ki kell, hogy elégítse a hazai felhasználási igényeket, valamint az export különböző lehetőségeit. Ilyen mérlegösszefüggést valamennyi (a számítások során figyelembe vett) félkésztermékre beépítettünk a modellbe;

2.2.2.4 Félkésztermék—késztermék-összefüggések megfogalmazása során lényegében kétféle egyenlőségrendszerrel kellett dolgoznunk; egyrészt, mert ugyanabból a félkész termékből többféle késztermék is gyártható, másrészt, mert ugyanaz a késztermék többféle félkész termékből készülhet (van olyan speciális eset is, amikor valamely félkész termékből újabb félkész terméket állítunk elő);

2.2.2.5 Késztermék-mérlegösszefüggésekkel valamennyi késztermékre azonos összefüggést írunk fel, mint korábban már az alapanyagokra és félkész termékekre az megtörtént; ezekenél is fenn kell állnia, hogy egy-egy végtermék hazai termelése és importja egyenlő legyen hazai felhasználásának és exportjának az összegével (az alapanyagoknál és félkész termékeknél a hazai felhasználást a későbbiekben még tovább bontjuk a továbbfeldolgozásra kerülő és az ágazat szempontjából közvetlenül értékesítésre kerülő részhányadokra);

2.2.2.6 Hulladék-összefüggések. Az alapanyagok félkész termékké, a félkész termékek késztermékké való feldolgozási folyamatában viszonylag jelentős mennyiségű hulladék keletkezik, amelynek értéke számottevő; éppen ezért modellünkben figyelembe vesszük a hulladékképződés és -felhasználás különböző lehetőségeit is;

2.2.2.7 Hulladékfeldolgozási összefüggések. Mint már érintettük, az alapanyagok és félkész termékek feldolgozása során keletkező hulladékok értékes nyersanyagul szolgálhatnak bizonyos félkész termékek gyártásához (faforgácslap, farostlemez, cellulóz stb.); a modellben

szerepelni kell tehát olyan feltételeknek, amelyek a keletkező hulladékmennyiség felhasználását, a különböző félkész termékek előállításánál képződő hulladékok továbbfeldolgozási lehetőségeit szabják meg.

2.22.8 Helyettesítéssel kombinált felhasználási korlátok. Hazai fagazdálkodásunkat alapvetően a belső források elégtelensége jellemzi. Érvényes ez mindenekelőtt a fenyő fafajra, az ebből előállítható különböző választékokra. Ezenkívül egy sor félkész, illetve végtermékből (annak ellenére, hogy jelentős alapanyagimportunk is van, és export gyakorlatilag nincs) a hazai szükséglet felülmúlja tényleges beszerzési lehetőségeinket (a beszerzési lehetőségeket mindenekelőtt külkereskedelmi fizetési mérlegünk egyensúlyjavításának követelménye jelenti). Ebben a vonatkozásban a helyettesítő anyagok használata részleges megoldás lehet, így modellünkben számolunk a „kritikus” választékok esetében a helyettesítés lehetőségével. Természetesen, a helyettesítés lehetősége nem korlátlan, ezért azt megfelelő alsó és felső korlátok között kellett rögzíteni.

Amikor helyettesítésről beszélünk, mindenekelőtt az értékesebb fafajok, értékesebb félkész és késztermékek kevésbé értékesekkel való helyettesítésére gondolunk, ezt a feladatot a modell — már csak jellegénél fogva is — megoldja.

A helyettesítés másik oldala, a fának nem faeredetű anyagokkal való helyettesítése a modell jelenlegi keretei között nem kerül megoldásra, mivel ez alapvetően a harmadik vertikumban, a késztermékek körében érvényesül.

2.22.9 Devizamérleg-összefüggések. Fagazdaságunk jelentős mennyiségű importra szorul, ugyanakkor több vonatkozásban exportlehetőségeink is vannak. A fajok reális értéksorrendje és egész modellünk szempontjából alapvető fontosságúak a külkereskedelmi összefüggések. E meghatározó szerep két vonatkozásban is érvényesül. Egyrészt az egész fafeldolgozási programot alá kell rendelnünk a tőkés és szocialista devizamérlegünk alakítására vonatkozó össznépgazdasági célnak, másrészt az export és az import különböző irányai, illetve készletstípusai — értve ezen az alapanyag, a félkész és késztermék export—import lehetőségeit — jelentős tartalékok feltárására alkalmas kínáló területek. Ez utóbbi más fogalmazásban azt is jelenti, hogy az export és az import a modellen belül alapvető alternatívát jelent a hazai termeléssel, illetve a belföldi értékesítéssel szemben.

A fentiek miatt optimalizációs modellünk egyik alapvető feltétele az, hogy a modell által felölelt területen a vizsgált időszakra nem romolhat sem szocialista, sem tőkés relációban a ténylegesen realizált devizaegyenleg.

2.22.10 Összetett félkész termékek kizárólagos összefüggései. A félkész termékek egy viszonylag kisebb csoportját több alapanyag-választékból állítják elő (faforgácslap, lécbetétes bútorlap stb.). Az alapanyag—félkész termék viszonylatban modellünk általános felépítési elve *adott fafajú alapanyagból azonos fafajú félkész termék* előállítása volt. A kombinált félkész termékeknel a különböző fafajú alapanyagokat keverjük, hogy a kívánt választékot megkaphassuk; ezeket a keverési arányokat technológiai előírások határozzák meg.

2.22.11 A termelés és a külkereskedelem változóinak egyedi korlátai. Az előző (2.22.1—2.22.10 alatti) feltételekkel részletesen megszabtuk a vizsgált vertikum belső összefüggéseit, a hazai alapanyag- és technológiai bázis körülményeinek és adottságainak megfelelően.

Az alapanyagok tekintetében jelentős kötöttséget jelent megtevő erdőállományunk, annak faj- és korosztály-összetétele, az évi fahasználat lehetősége. Azt sem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a faipar, illetve az erdőgazdálkodás csak korlátozott mértékben számolhat azzal a favagyonnal, amely nincs az állami szektor tulajdonában.

Nyilvánvaló ezenkívül az is, hogy a félkész és késztermék előállítási lehetőségei sem kizárólagosan az ágazat belső technológiai összefüggéseitől, a feldolgozó üzemek kapacitásától stb. függenek, hanem meghatározó jelentőségűek a hazai felhasználási igények, valamint a

nemzetközi piacok beszerzési és értékesítési korlátai is. A helyzet alapanyag-féleségenként, illetve félkész termékenként eltérő. Vannak olyan termékek, amelyeknek mind a beszerzési, mind az értékesítési lehetőségei korlátlanok, és csupán a devizahelyzet vagy a feldolgozó üzemek kapacitása határolja be a termelés, az értékesítés volumenét. Más termékeknek viszont a beszerzési és az értékesítési lehetőségei mennyiségileg is erősen korlátozottak.

Bizonyos különbséget kell tenni a szocialista, illetve a tőkés piac kezelésében is. Szocialista relációban az érvényes államközi szerződések és kontingensek az export—import forgalmat meglehetősen behatárolják, vagyis viszonylag szűk szabad mozgást engednek meg mind az export, mind az import vonatkozásában. Tőkés viszonylatban ugyanakkor importlehetőségünk alapvetően a rendelkezésre álló devizamennyiség függvénye, az exportot illetően viszont a felmerülő kínálat értékesítési lehetősége választékonként és a minőség függvényében erősen változó.

A fenti kötöttségek modellbe építése nagyszámú egyedi korlát segítségével történt. Ezek részben alsó, részben felső korlátok, és alapanyagoként, félkész, illetve késztermékenként külön-külön adtuk meg.

Az egyedi korlátok kialakításának különösen fontos feladata a modell belső konzisztenciájának megteremtése. Rendkívül gondosan kell mérlegelnünk e feltételeket, nehogy egy rosszul meghatározott korlát révén belső ellentmondás kerüljön a rendszerbe, megoldhatatlanná téve az egész feladatot.

2.22.12 Összevont alsó és felső korlátok. A 2.22.11 alattiak szerint egy-egy változóval kifejezett gazdasági tevékenység speciális korlátait fogalmazzuk meg. Nyilvánvalóan létezik számos olyan kötöttség is, amely nem egy tevékenységre, hanem a tevékenységek meghatározott csoportjára érvényes. Ezeknek az összefüggéseknek, illetve kötöttségeknek modellbe építését szolgálják az összevont alsó és felső korlátok (pl. az összes parkettaléc-termelés felső korlátjával meghatározott volumen kisebb, mint a fafajonként megadott parkettaléc-előállítási lehetőségek maximális összege). Ilyen típusú összefüggések felmerülhetnek mind a hazai termelés, mind az import, mind az export vonatkozásában, és többnyire különböző fajtájú, de azonos rendeltetésű félkész és késztermékeket vagy azonos fajtájú, de eltérő rendeltetésű félkész és késztermékeket fognak össze.

2.23 A célfüggvényekről

Az előzőekben leírt feltételi egyenletek, alsó—felső korlátok mellett alapvető jelentőségű, hogy milyen célfüggvénnyel látjuk el a feladatot. Gazdaságirányítási rendszerünk jellegéből eredően a legfőbb célkitűzést az ágazati nyereség maximálásának kell jelentenie, s ez is volt modellünk első célfüggvénye. Ezzel kapcsolatban azonban mindjárt két probléma adódik. Nevezetesen:

— valóban az összes nyereség maximumára kell-e csak törekednünk, függetlenül attól, hogy az milyen költségkihatással jár;

— hogyan vigyük be a modellbe a nyereséget, miként kerüljük el a halmozódást?

Ami az első kérdést illeti, nyilvánvalóan nem lehet érdektelen az optimum sem, ahol a kialakuló termelési—feldolgozási struktúra ágazati szinten az összes költség minimumával biztosítható. Egy ilyen célfüggvény azonban — jóllehet a későbbiekben ezzel is számolni kívánunk— távolról sem biztos, hogy megfelel a nyereségmaximálási célkitűzéseknek; lehet, hogy ez a „legelőcsőbb” változat egy sor reális (és jelentős nyereséget hozó) variánst csupán azért hagy ki, mivel azok fajlagos önköltsége előnytelen.

A leginkább kielégítő megoldást — a fentiekből most már logikusan következő módon — az a célkitűzés hozná, hogy maximáljuk a nyereséget, egyidejűleg minimáljuk az összes költ-

séget, azaz maximáljuk — ágazati szinten — az egységnyi költségre jutó nyereséget (vagy ami ezzel analóg: biztosítsuk ugyanazt a nyereséget a lehető legkisebb önköltséggel). Ez a feladat majd kivezet a lineáris programozás metodikájából, és az ún. hiperbolikus programozás felhasználását igényli (amely megengedi a két célfüggvény hányadosa szerinti maximálást).

A nyereség számításában — ez a második kérdés — figyelembe kell venni a következőket. Minthogy nemcsak a végtermékek, hanem a félkész termékek, sőt az alapanyagok előállításakor is képződik nyereség (függetlenül attól, hogy azok közvetlen értékesítésre vagy a következő fázisban továbbfeldolgozásra kerülnek), a célfüggvényben az egyes változóknál a megfelelő fázisnyereséget kell figyelembe venni, az exportnál és az importnál pedig ezenkívül még a külkereskedelemmel kapcsolatos speciális jövedelmeket.

A halmozódás inkább az önköltségek kimutatásánál és modellbe állításakor jelentett „veszélyt”; amikor ugyanis az összes költséget minimáltuk, akkor a félkész termékek önköltségéből le kellett vonni a felhasznált alapanyag értékét (és pedig nem elszámoló, hanem azon az áron, ahogy azok közvetlen értékesítésre kerülnek), ugyanezt a módszert kellett követnünk a félkész termékek késztermékké való továbbfeldolgozása esetében is.

3. A FAIPAR OPTIMALIZÁCIÓS MODELLJE

A 2. fejezetben általánosan leírt matematikai modellt 1975. évben az 1974. évi mennyiségi és az 1975. évre átárazott költség- és árbevételi adatok alapján teszteltük. A modell továbbfejlesztésének kiindulópontját az 1974. év során (az alapanyag- és félkésztermék-vertikumra) kidolgozott optimalizációs modell képezte.

3.1 A modell adatai

A modell koefficienseinek kimunkálását az erre a célra kialakított nyomtatványokon és rendszer szerint végeztük. Az alapadatok kimunkálásának folyamata egyben alkalmas adott arra, hogy kialakítsuk az ilyen típusú modellek adatgyűjtésének rendszerét. Ez azért is fontos, mivel a vizsgálatok folytatása során ennek a rendszernek a segítségével az információk begyűjtése lényegesen gyorsabban és eredményesebben oldható meg.

3.2 A numerikus modell

A modell körébe bevont folyamatok nem esnek egybe az ágazati irányítás szervezeti egységeivel, a programozási szféra (a vizsgált vertikumban)

- az erdőgazdálkodási ágazat,
- a könnyűipari ágazaton, illetve a fafeldolgozó ipari alágazaton belül a fűrész- és lemezipari szakágazat,
- a papíripari alágazaton belül pedig a papíripari szakágazat tevékenységi körét öleli fel.

A modellt 1975. évi munkánk során 1065 változóra és 744 feltételre építettük fel. A változók és feltételek ilyen nagyságrendjét a programba bevont szféra folyamatainak reális tükröztetése, belső és külső kapcsolataik közötti összefüggések valóságú számbavétele igényelte.

Az alapanyag változók 12 faj (illetve fajcsoport) 7 választékcsoportjának hazai, szocialista és tőkés import forrásait, valamint ezek elosztására (közvetlen értékesítés, továbbfeldolgozás, szocialista, és tőkés export) vonatkozó adatokat reprezentálják. Alapanyag-változóként szerepel ezenkívül az elsődleges faipari feldolgozás során keletkező darabos hulladék, valamint a továbbfeldolgozó iparból származó fenyőforgács mobil hányada is.

A második csoportot az előbb felsorolt alapanyagokból szabványelőírások szerint előállítható, racionális technológiával gyártható *félkésztermék-választékok* forrásait és elosztását képviselő változók, és a harmadik csoportot — analóg módon — a *késztermék-választékok* adják.

A változók negyedik csoportjaként (a modell továbbfejlesztéséhez) beépítettük modellünkbe a *nem fa alapanyagú helyettesítő terméket* is (900—911. változóként), de ezeket a változókat eddigi számításaink során nem aktiváltuk.

A feltételek *első csoportját* a mérlegösszefüggések képezik: az egyes alapanyagok, félkész és késztermékek vonatkozásában rendelkezésre álló forrásoknak — szükségszerűen — összhangban kell állniuk a különböző irányú szükségletekkel.

A feltételek *következő csoportjaként* a *fajlagos kihozatali összefüggéseket és a technológiai, valamint ikertermelés kombinációkat építettük be a modellbe* (pl.: tölgyrönkből történő dongatermelés esetében, egységnyi főtermék mellett mennyi fűrészáru, parkettaléc, bányabélésanyag, darabos hulladék stb. „termelődik”).

A feltételi rendszerbe tartoznak a *hulladékösszefüggések* is, melyek szerint az elsődleges fafeldolgozás során keletkező faipari darabos hulladék az agglomerátlap- és lemeztermelés pótlólagos alapanyagforrását képezheti.

Nem írtuk elő a modellnek azt, hogy — a technológiailag alkalmas fafajok, papírfa, rostfa, forgácsfa, vastag tűzifa, faipari darabos hulladék választékai közül — milyen fafajból, milyen választékokat használjon fel *facsiszolat, félcellulóz faforgácslap, farostlemez stb. gyártásához*, csupán a gyártási technológia megkövetelte arányok betartását írtuk elő kötelezőnek. A forgácslap vonatkozásában pl. az 1. táblázat szerint.

1. táblázat

A faforgácslap alapanyagaránya

M.e.: %

Fafaj	Alsó korlát		Felső korlát	
	forgácsfa, vtg. tűzifa	faipari hulladék, forgács	forgácsfa, vtg. tűzifa	faipari hulladék, forgács
1. Fenyő				
2. Nemes nyár, nyár				
3. Egyéb lágy				
1—3. Összesen	33	2	100	67
4. Bükk				
5. Gyertyán				
6. Akác				
4—6. Összesen	21	2	26	26
7. Tölgy				
8. Cser				
7—8. Összesen	0	2	10	10

A feltételek negyedik csoportját az alapanyagok, félkész és késztermékek termelésére, importjára, illetve elosztására vonatkozó megkötések képezik. Előírtuk tehát azt, hogy milyen határok között mozoghat a (különböző fajokú erdőgazdasági választékokból) kitermelhető mennyiség, az elsődleges faipari termelés, valamint azt, hogy milyen volumenek képezik a szocialista és a tőkés import, illetve export, a továbbfeldolgozás és a közvetlen értékesítés alsó és felső korlátait. Az elsődleges faipari termelés felső korlátjait úgy határoztuk meg, hogy azok a meglévő állóeszköz-állománnyal, a jelenlegi műszakszám mellett megvalósíthatók legyenek.

Koncepciónk alapelvét képezte az, hogy a modellnek viszonylag nagy „szabadságfokot” adtunk, a korlátokkal csupán azt igyekeztünk biztosítani, hogy az optimális program egyben reális, elfogadható (piacképes) megoldás legyen, és hogy irreális eredményt ne kapassunk.

Modellünk feltételi rendszerének utolsó csoportját az ún. devizaösszefüggések képezik. A program szférájába bevont (az 1974. évi tévyszámok szerint) 1459,7 millió DFt szocialista viszonylatú és 495,0 millió DFt tőkés viszonylatú behozatali többlet egyenlegekre vonatkozóan követeltük meg azt, hogy ne romoljon, más megfogalmazásban azt, hogy a modellnek az optimális programot a szocialista és tőkés devizaszaldó romlása nélkül kell biztosítania.

A modellben minden tevékenységet lineáris költségfüggvénnyel kezelünk (feltételeztük így egyelőre azt, hogy az import költségáfordítása a behozatal, az export árbevétele, a kivitel volumenével arányosan változik).

Különböző termelőegységeknél ugyanaz a termelőtevékenység eltérő ráfordítással érhető el. Célszerűnek láttuk ezért (első lépésként) a faforgácslap-gyártás vonatkozásában — a jobb hatásfokú és a csak kedvezőtlen gazdaságossággal üzemeltethető termelőszervezetek átlagos költség- és eredményfajlagosai helyett — a különböző hatékonyságú üzemesoportok (egyrészt Szombathely, másrészt Bp. Háros és Vásárosnamény) szerint differenciált költség- és eredményparaméterekkel végezni számításainkat.

A modell kifejlesztése és konzisztenciájának vizsgálata során ismételtelen végeztünk számításokat:

- első célfüggvényünk a *halmazott*,
- a második *halmazatlan* (faalapanyag-költségtől megtisztított) önköltséget minimalizálja,
- a harmadik pedig a *nyereség* ágazati szinten számba vehető összegének *maximalizálását* írja elő (a népgazdaság szempontjából a befizetett importforgalmi adó, vám stb. is a fagazdasági ágazat által realizált *nyereségnek* minősül).

4. A SZÁMÍTÁSOK EREDMÉNYEI ÉS TAPASZTALATAI

Az ismertett komplex fagazdasági modell a *MAVEMI GIER* típusú elektronikus számítógépen került megoldásra, az említett célfüggvények alkalmazásával. Az egyes célfüggvényekkel számított tevékenységi rangsorok a fagazdaság tevékenységeinek különböző szempontok szerint minősített *optimális* sorrendjét adják.

Könnyen belátható az, hogy az optimális struktúrát képező tevékenységi érték rangsor csak lépésről lépésre közelíthető meg, célszerű a legnagyobb hatékonyságú tevékenységek előresorolása. Erre a rangsorolásra azonban a hagyományosan használt nyereségfajlagosok nem alkalmasak. Az a körülmény ugyanis, hogy pl. asztalos minőségű fenyőfűrészáruból egy egységgel (modellünkben 100 m³ képezi az egységet) többet termelünk, kihat többek között az importszükségletre, az exportlehetőségekre, a továbbfeldolgozás céljára rendelkezésre álló

volumen alakulására stb. is. Ez pedig azt jelenti, hogy egy-egy adott tevékenység terjedelmének egy egységgel való növelése, illetve csökkentése — a változók és feltételek modellbe beépített belső összefüggései miatt — nem lineárisan változtatja az optimális program nyereségszintjét.

Mindebből pedig az következik, hogy a fagazdasági ágazat — nyereségmaximalizálás szempontjából — optimális struktúrájához közelítő lépések rangsorát nem a tevékenységek fajlagos nyeresége, hanem csak az optimális program „árnyékárai” alapján lehet majd egyértelműen meghatározni. Az egyes tevékenységekhez tapadó — a számítások eredményeként nyert — „árnyékárát” helyes úgy interpretálni, hogy az az adott tevékenység egységnyi növelésével, illetve csökkentésével összefüggésben jelentkező eredményváltozás rangsorát tükrözi.

A fagazdasági ágazat fa alapanyag-, félkész- és késztermékvértikumának *értékrangsorait* az egyes tevékenységek önköltsége, árbevétele és a realizálható nyereség alapján az 1975. évre átárazott tényt számok alapján határoztuk meg.

Amint az a fentiekből kiténik, azzal összefüggésben, hogy a kifejlesztésre került modell szférája jelenlegi állapotában még nem fogja át a nem fa alapanyagú helyettesítők körét, az eredmény *szuboptimális programnak* minősíthető.

Számításaink eredményei gazdaságilag jól használható következtetések levonására teremtenek alkalmat. A komplex program felhasználásával kapcsolatos első tapasztalatok azonban arra mutatnak, hogy e modell további tökéletesítésével hasznosíthatóságának lehetőségei jelentős mértékben bővíthetők.

Bár a módszertani előkészítő munka feladatait megoldottuk, a faipar komplex optimalizációs modelljének kialakítását nem tekintjük befejezettnek.

Összefoglalás

Mindenekelőtt fontos lenne a kifejlesztett modellel további érzékenységi vizsgálatokat végezni a különböző, itt figyelembe nem vett népgazdasági célkitűzések előírásával. Célszerűnek tartjuk a *szocialista és a tőkés devizaegyenleg minimálásával kialakuló struktúra és gazdaságossági sorrend vizsgálatát* éppen úgy, mint annak a megoldásnak az elemzését, amikor is úgy *maximáljuk a szóban forgó vertikum összes nyereségét, hogy egyidejűleg a hozzá tartozó összes termelési költséget minimáljuk.*

A következő lépésben lenne célszerű végrehajtani a *modell kiegészítését a faipar szempontjából ágazaton kívülre kerülő úgynevezett végterméklépcsővel*, amely gyakorlatilag az egész rendszert zárta, komplex egészévé tenné. Itt lényegében olyan statisztikai információkra is szükségünk lesz, amelyek már kívül esnek a faipari ágazatnál fellelhető adatbázison, amelyek további információforrások felkutatását, illetve bekapcsolását teszik majd szükségessé. Ugyancsak ekkor kellene bekapcsolni a nem fa eredetű helyettesítő anyagok körét is.

Mielőbb napirendre kellene tűzni a *modell tervezési célú alkalmazását az 1970-es évek második fele optimális fagazdálkodási struktúrájának kialakítása érdekében*. Ez részben a modell koefficiensrendszerének előrebecslését, részben a várható feltételek meghatározását igényli, majd újabb számítások elvégzését teszi szükségessé.

A modell népgazdasági szintű, vagyis összágazati továbbfejlesztésével párhuzamosan célszerű lenne megkezdenni a kutatásokat az *egyes fafajokat, illetve az egymást helyettesítő fafajokat átfogó részmodellek kidolgozásának irányába*; ezek a modellek lehetőséget nyújtanának a tetszőleges mélységű részletezésre és az egyes fafajoknál komoly szerepet játszó speciális helyettesítési technológiai stb. összefüggések teljes körű figyelembevételére.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПЛАНОВОЙ РАБОТЕ ЛЕСНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д-Р ГАБОР ТУША

дипл. экономист, руководитель научного отдела

Автор знакомит с методикой разработки комплексных моделей для лесной и деревообрабатывающей промышленности (отрасли, производства и цеха) и внутри этого с подробной оптимизационной моделью вертикала (совокупность взаимосвязанных единиц) деревообработки лесного хозяйства. Эта модель включает три процесса переработки, а именно: сырьё, полуфабрикат и готовая продукция. Модель построена на 1065 переменных величинах и 744 предположениях, выявленных в ходе работ 1975 года (в исследуемом вертикале) и включает круг деятельности таких спецотраслей, как лесохозяйственная, пиломатериально-плиточной промышленности и бумажной промышленности.

APPLICATION OF THE UP-TO-DATE MATHEMATICAL METHODS IN THE PLANNING WORK OF THE WOOD-ECONOMY

DR. GÁBOR TUSA

Certificated economist, head of a scientific department

The author makes known a methodology for the development of a complex model family in the wood-economy (sectional, of an undertaking and operating), and within this an optimalization model which includes the wood processing verticum of the wood economical section. This model comprehends all three of the verticums of the wood-economy, i.e. that of primary materials, of semi-finished products and of finished goods. The model constructed on 1065 variables and on 744 conditions in course of 1975 (in the examined verticum) comprises all the activities of the professional sections of silviculture, of timbermill and sheet-manufacture as well as the paper industry.

VERWENDUNG ZEITGEMÄSSER MATEMATISCHEN METHODEN IN DER PLANUNGSARBEIT DER HOLZWIRTSCHAFT

DR. GÁBOR TUSA

Dipl. Ökonom, wissenschaftlicher Abteilungsleiter

Der Verfasser macht die Methodologie der Entwicklung der komplexen Modellfamilie in der Holzwirtschaft (für Industriezweig, Unternehmen und Betrieb) bekannt. Im Themenkreis wird das Optimierungsmodell für das Holzverarbeitungsvertikum des Holzwirtschaftszweigs ausführlich diskutiert. Das Modell bezieht sich auf alle drei, also auf die Grundstoff-, Halbware- und Fertigwaresphären.

Das im Jahre 1975 ausgearbeitete Modell mit 1065 Veränderlichen und 744 Bedingungen umfasst (in dem untersuchten Vertikum) den Tätigkeitsbereich der Forstwirtschaft und der Zweige für Säge- und Platten-, bzw. Papierindustrie.

A SZAKMAI OKTATÁS VIZSGÁLATA A MEGGYORSULT TECHNIKAI ÉS TECHNOLÓGIAI FELADATOK TÜKRÉBEN

DR. SZABÓ KÁROLY

okl. faipari mérnök, a műszaki tudományok kandidátusa, tud. főosztályvezető

I. A TERMELŐERŐK FEJLŐDÉSE ÉS A SZAKMAI OKTATÁS KAPCSOLATA

Az ipari forradalmat követő időszakban a termelés fejlődését a foglalkoztatottság egyre bővülő növekedése jellemezte az ipar ágazataiban. A munkát elemeire bontották, differenciálták, és a munka egyes fázisait fokozatosan gépesítették.

Ellenkező a tendencia a tudományos technikai forradalomnak már kezdeti szakaszán is, aminek ma szemtanúi lehetünk a fejlett technikával rendelkező államokban. A termelés nélkül nő, hogy a termelésben felhasznált élőmunka mennyisége növekedne. A differenciált munkát az egyre jobban kibontakozó automatizált rendszerekben integrálják. A fejlődés e menete szükségszerű, mert az élőmunka mennyiségének korlátolt volta miatt a társadalom egyre növekvő igényeit másképp kielégíteni nem lehet. Ma a termelékenység növekedésének marxi értelmezése válik valóra. *(A termelékenység akkor növekszik, ha az élőmunka csökken és a holtmunka növekszik úgy, hogy együttes összege csökken.)* Az iparban lekötött tőke szerkesztése változik a magasabb szerves összetétel felé úgy, hogy vele párhuzamosan a tudomány egyre szélesebb körben érvényesül, miközben a rutinelemeket kiszorítja, és az egész termelési folyamatot kezdetétől végéig az egyenletek és az algoritmusok ésszerűsített alapjára helyezi át. (Így készíti elő az automatizálás céljaira.)

A tudomány egyetemesen egyre inkább termelőerővé válik, az ipar egyre jobban a tudomány műszaki alkalmazására alakul át. Az egyszerű munka helyébe — mely eddig a termelés alapja volt — a tudomány és annak technológiai alkalmazása lép.

Keldis, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája elnökének megállapítása szerint a tudományos technikai forradalom feltételei között a termelőerők fejlődésének törvényévé a tudománynak a technikával, a technikának pedig a közvetlen termeléssel szembeni magasabb rendű prioritása válik. A megfelelő fejlődés előfeltétele az, hogy milyen mennyiségű eszközt szabadítunk fel a közvetlen termelés alól a termelést megelőző munkafázisok céljaira.

A jövőben a legjobb tudományos és művelődési rendszerrel rendelkező társadalom olyan helyzetet fog elfoglalni a világban, mint valamikor a legnagyobb természeti gazdasággal, később pedig a legnagyobb ipari potenciállal rendelkező állam.

A fenti objektív tényezők hatásaként az egyes népgazdaságok struktúrájában is forradalmi változásokra kerül sor. Ezek a változások annál hatékonyabban emelik a műszaki-gazdasági színvonalat, minél optimálisabban előzik meg azokat a szakemberképzés szükségszerű változásai. A sikeres műszaki fejlesztés döntő tényezői:

- a megfelelő munkaerő,
- a magas szintű képzettséget biztosító oktatási rendszer,
- a megfelelő anyagi eszköz.

Az utóbbi az első kettő nélkül hatékonyan nem építhető be a népgazdaság vérkeringésébe.

Ha elfogadjuk azt, hogy korunk technikai fejlődését szükségszerűen az előbb megfogalmazottak jellemzik, a szakmai oktatás vizsgálatánál, a szakmai oktatás fejlesztésének meghatározásánál ezeket a tényeket figyelmen kívül hagyni annyit jelentene, mint eleve hátrányba kerülni azokkal az államokkal szemben, melyek élnek az előrelátás lehetőségével. Paradoxon lenne ugyanis, ha az embereket oly módon készítenénk fel 15—20 éven át az életre, hogy az a mai, nem pedig a jövőbeni szintnek felelne meg.

A tudományos technikai forradalom logikájából tehát az következik, hogy a képzés

— a legkorszerűbb technikák és technológiák megismerésén túlmenően a várható továbbfejlesztés lehetőségeit is feltárja,

— olyan képzést adjon, amely lehetővé teszi a felfedezői tehetségek minden vonatkozású kibontakozását, amelyet más nem korlátozhat, mint maguk az emberi képességek.

Ez annál is inkább indokolt, mert a tudományos-műszaki fejlődés meggyorsulása és a munkaszervezés élenjáró módszereinek meghonosítása azt eredményezi, hogy az iparban

— gyors ütemben növekszik a mérnökök iránti igény,

— a mérnöki gyakorlathoz szükséges objektív ismeretanyag nő és változik,

— gyorsított ütemben növekszik a tervezők, a kutató technológusok részaránya, különösen azoké, akik a termelési folyamatokban működnek közre (operátor-mérnökök, programozó mérnökök, szerelő mérnökök stb.).

A tudományos technikai forradalomban a műszaki fejlesztés és a szervezési technika széles körű meghonosítása a mérnöki munka jellegét is megváltoztatja, szakképzettség szerint tovább differenciálja, a funkciók szerinti munkamegosztás elmélyül. A termelés futószalag rendszerétől és a különféle műszaki berendezések által széttagolt szűk szakmáktól indul el az áttérés az automatizált munkavégzéssel járó, tágabb körű szakmákra. Az automatizált munka a termelés korszerű technikájának és technológiájának beható ismeretére épül. A tudományos-műszaki forradalom által előidézett változások megkövetelik, hogy perspektivikusan emelkedjék az iparban foglalkoztatott mérnökök általános és szakmai képzettségének színvonala, és ezen belül a kor szükségleteihez igazodva a strukturális változás is kövesse az igényeket.

A felsőfokú oktatásnak kell leraknia az alapot ahhoz, hogy a végzettek alkalmasak legyenek az új tudományos irányok és a gyakorlatban viharos gyorsasággal utat törő tudományos eredmények befogadására. A felsőoktatási intézmények a jövőnek dolgoznak. *A mérnökök képzésében vissza kell tükröződnie a népgazdaság megfelelő ágában végbemenő tudományos-műszaki fejlődés tendenciáinak és ütemének. Ez megköveteli a szakemberképzés anyagának, tartalmának állandó, folyamatos felújítását és minőségi módosítását, az oktatási folyamat tudományos tervezését, valamint a tudományos munkaszervezés meghonosítását a felsőoktatás rendszerében.* Különösen hangsúlyozni kell azt a minőségi változást, amelyet a közgazdaságtan és a termelés szervezése területén kell elérni a mérnökképzésben. Az oktatási rendszerből hiányzik egy fontos — a közeljövőben nélkülözhetetlen — láncszem, a szerzők, a termelés irányításában dolgozó szakemberek képzése. Az ezekben a funkciókban dolgozóknak fel kell használniuk a termelés irányításának korszerű technikáját, és ismerniük kell a termelő szervezetek és a népgazdaság között levő gazdasági kapcsolatok bonyolult rendszerét.

A termelőerők és a termelési viszonyok fejlődése megváltoztatja a munkaerők hagyományos kategóriáinak funkcióit, és azok az idő előrehaladásával új tartalmat nyernek. A termelési folyamatok fokozódó komplexitása folytán nőnek a követelmények a munkahelyi funkcióval szemben. Átfogóbbá válnak a munkaterületek, nő a munka tudományos tartalma.

A fejlett szocialista társadalmi rendszer az emberi képességek és készségek maximális kifejlesztésének, személyiségük kibontakoztatásának szükségességét is igényli. A jövő követelmé-

nyeinek csak olyan szakemberek képesek megfelelni, akiknek a szocialista öntudat és tudományos szakmai képzettség mellett átfogó általános képzettségük van. Az ilyen szakemberek nemcsak a gyorsan változó szakmai követelményekhez tudnak alkalmazkodni, hanem ezeket alkotó módon tudják formálni, továbbfejleszteni. Ebből következik az a feladat, hogy a képzési rendszert a jelenleginél magasabb általános és kulturális színvonalra kell emelni. A gazdasági fejlődés ütemének és szerkezeti változásának megfelelően, folyamatosan össze kell hangolni a szakmai képzést a termelőerők és termelési viszonyok tervezett fejlődési színvonalával. A szakemberképzés problémáit mindenekelőtt a társadalmi hatékonyság emelésének oldaláról kell megközelíteni, és különös figyelmet kell fordítani azokra a tényezőkre, amelyek a szakembereket képessé teszik a társadalmi és gazdasági fejlődés meggyorsításának elősegítésére.

Az elkövetkező években olyan új típusú mérnököket, magas képzettségű vezetőket kell képezni, akik a tudományos-műszaki forradalom gyors ütemű folyamatainak viszonyai között is meg tudják oldani a reájuk bízott termelőszervezet irányításával kapcsolatos problémákat. Olyan mérnököket, akik maximálisan veszik tekintetbe a szükséges objektív ismeretek dinamikus fejlődését, és az idő függvényében a minimálisra csökkentik a szakmai ismeretek elavulását.

2. A MÉRNÖKÖK SZAKMAI ISMERETEINEK ELAVULÁSA

A fejlődés ütemének állandó gyorsulása az oktatás területén is szükségszerűen érezteti hatását.

Vannak azonban olyan hatások is, amelyek a mérnöki tudás elavulását gátolják, mérséklék. A mérnök állandóan a műszaki fejlődés korszerű színvonalán tarthatja ismereteit, ha képes az állandó továbbképzésre, az állandó szakosodásra. Ennek szervezett megvalósítására első sorban a szakmai felsőfokú oktatás hivatott.

Ha az elavulás görbéjét matematikai egyenlettel fejezzük ki, akkor mennyiségileg tudjuk előre jelezni, hogy a mérnöki tudás — az illető szakmában — milyen mértékben fog elavulni. A szakmai tudás elavulása függ az államvizsga évétől, a gyakorlatban eltöltött évek számától.

Képletben

$$P = 100 \cdot e^{-r \cdot t},$$

$$t = \frac{T - T_1}{5},$$

ahol

T = a tanulmányok befejezése óta eltelt idő,

T_1 = a vizsgált idő,

t = a tanulmányok befejezése óta eltelt idő,

$$r = k + d \cdot g,$$

ahol

k = az illető szakma területén alkalmazható műszaki tudás csökkenése T_1 -hez viszonyítva,

d = a hatványkitevő tényező, amely az egyes vizsgaévek között lejátszódó szakmai tudáselavulást veszi figyelembe,

$$g = \frac{G - T_1}{5},$$

ahol

G = a tanulmányok befejezésének ideje.

Végezrmdényben:

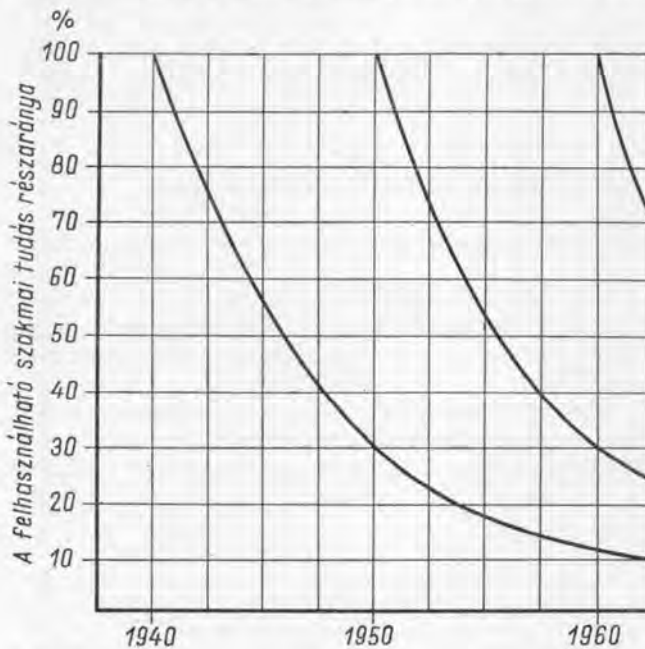
$$P = 100 \cdot e^{-(k+d \cdot g)t}$$

Ez az építőiparban *Zelikoff* szerint (*Das Veralten des Fachwissens der Ingenieure. Der Maschinenschaden* 42. k. 4. sz. 1969. p. 97—101.):

$$P = 100 \cdot e^{-(0,405+0,04g)t}$$

Az egyenletekben a d -re megadott számértékek adják meg az elavulási görbe meredekségét. Ez az egyes szakterületeken belüli *tudásnövekmény mutatója*.

A tudás elavulási görbáját az építőiparban az 1. grafikon mutatja be. Amint látjuk, az elavulás dinamikája a múlthoz viszonyítva egyre gyorsul. Ezért így teljesen új módszert kell



kidolgozni a rendszeres mérnökképzésre. (Természetesen a szakmai továbbképzéssel párosuló szakmai gyakorlat mellett nem kell elavulással számolni.)

A tudás elavulásának görbéje hazai viszonylatban természetesen nem mutathat olyan meredek görbét, mint amely az NSZK fejlett ipari viszonyait tükrözi. Hogy nálunk is számszerűsíthető, arra talán legkutatásabb ismérv az a strukturális változás (és ez csak az ismérvek egyike), amely a fafeldolgozás módjában következik be. Az erre vonatkozó tény- és tervszámainkat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A fafeldolgozás módjának változatai

Ágazat	1960	1965.	1970.	1985.
	százalékban			
Fűrészipari feldolgozás	30,1	35,2	31,3	32,8
Lemezipari	3,8	3,2	1,2	2,1
Agglomerált lap	0,8	3,1	7,7	15,8
Papírcellulóz	1,5	4,7	12,6	20,0
Natúr felhasználás	63,8	53,8	47,2	29,3
	100,0	100,0	100,0	100,0

A továbbfeldolgozó iparban pedig azokat a forradalmi változásokat kell megemlítenünk, melyek az alkatrészgártás szalagszerű gyártássá szervezését, a felületkezelésnek korszerű anyagokkal való megoldását, gépesítését, automatizálását stb. illetik.

Ha az elmúlt húsz esztendő dinamikája fogja jellemezni az elkövetkező húsz esztendőt is — ami szerény becslésnek tekinthető —, a szakmai ismeretek 20 esztendő alatti elavulása 50%-ra tehető.

3. A MÉRNÖKKÉPZÉS FEJLESZTÉSÉNEK ÁLTALÁNOS IRÁNYELVEI

A fentiek előrebocsátása után úgy véljük, hogy a faipari mérnökképzés továbbfejlesztésének útjait úgy tudnánk legjobban megközelíteni, ha a felfeldolgozó ipar várható, de szükség-szerű fejlődéséből indulunk ki, s számba vesszük már annak lehetőségét is, hogy a fejlesztésben a tudományos kutatás eredményei is konkretizálhatók lesznek.

Ezeknek az alapelveknek az elfogadása esetén a faipari mérnöki gyakorlat objektív tudás-mércéjét az határozza meg, hogy a mérnökök

- milyen munkaköröket töltenek be,
- melyik termelőszektorban dolgoznak,
- e termelőszektorok műszaki színvonala, a lekötött eszközök szerves összetétele miként alakul a következő 10 évben.

A mérnökszükséglet a termelés volumennövekedésével kisebb linearitással, az élő- és holtmunka arányváltozásaival korrelációban egyenes arányban változik, az előzővel negatív, az utóbbival pozitív összefüggésben.

Követelményként jelentkezik tehát az az igény, hogy a műszaki oktatás célkitűzéseit, tartalmát és metodikáját állandóan felül kell vizsgálni a tudományos és műszaki forradalom követelményeinek megfelelően, hogy a jövő szakembereitől igényelt ismeretanyag és készségek tekintetében a szükséges előretartást biztosítani lehessen.

A szocialista műszaki felsőoktatás mélyreható megváltoztatása és a tudományos technikai forradalom dinamikájának megfelelő továbbfejlesztése végett célszerűnek látszik az oktatási és nevelési folyamat egészét megragadni. Az új célkitűzéseket, tartalmi, strukturális és metodikai változtatásokat teljes összefüggésükben kell megtervezni, és a terveket minden részletükben módszeresen kell megvalósítani. Csakis ily módon lehet a műszaki oktatás ügyét folyamatosan a jövő realitásaihoz igazítani, és a jelenleg már felismerhető fejlődési tendenciákat és irányzatokat érvényre juttatni.

A szocialista mérnökképzésben nagy jelentősége van a társadalomtudományok és az üzemgazdaságtan oktatásának.

Az alaptudományokban való képzést a követelmények növekedésének megfelelően szélesíteni és mélyíteni kell.

A történelmileg kifejlődött specializálódást egyidejűleg csökkenteni kell a tudományokban mutatkozó fokozódó integráció követelményeinek megfelelően.

A képzés során el kell érni, hogy a műszaki szakemberek saját tevékenységüket ne elkülönülten, egyes műveletekre korlátozottan lássák, hanem mindenkor a népgazdasági összefüggéseket nézzék, és ennek megfelelően cselekedjenek. Gondolkodásuk és cselekvésük mércéjét a társadalmi feladatok megvalósításában nyújtott konkrét, mérhető hozzájárulás jelentse.

Az ismeretanyag exponenciálisan növekvő terjedelmére és mélységére való tekintettel hibás irányzat az oktatásban az ismeretek teljes körű átadására törekedni, minthogy így a műszaki

középfokú és felsőfokú képzés időtartama minden józan mértéken túl hosszabbodna. Az ismeretek teljes körű átadására törekedni azért sem célszerű, mert a tudományos és műszaki fejlődés a szakembereket oly gyorsan változó követelmények elé állítja, amelyek megoldására a fiatalok képzés amúgy sem adhat kész „receptet”. Ehelyett az ismeretszerzés és alkotás készségét, az önálló gondolkodás és mérlegelés tudását kell a leendő szakemberekkel elsajátíttatni.

Hangsúlyozni kell, hogy ha valaki felsőfokú képesítést szerzett, képzését korántsem tekintheti befejezettnek. Képzés és továbbképzés a tudományos és technikai forradalom már most felismerhető követelményei mellett is elválaszthatatlanul összekapcsolódnak, kölcsönösen feltételezik egymást. Ezért elengedhetetlen, hogy minden műszaki szakember megértse: mennyire szükséges az állandó és tervszerű továbbképzés. A meggyőzés mellett konkrét intézkedésekkel kell elősegíteni tanulási készségüket, és arra kell ösztönözni őket, hogy a munkaterületükön adódó népgazdasági feladatokat a szükséges tudományos ismeretek alapján oldják meg.

A képzés és továbbképzés tervezése és megvalósítása során a szakemberek személyi adottságait és tehetségét kell elsősorban kifejleszteni. A tudományos és technikai haladás előmozdításához a személyi adottságok és tehetségek felszabadítása rendkívül fontos.

A tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a képzés és továbbképzés gondosan összehangolt és széles körben használható tudományos ismeretek nyújtására koncentráló rendszere jelentősen fokozza a szakemberek sokoldalúságát, és olyan tudományos alapokat teremt, amelyekre biztosan támaszkodhatnak a továbbképzés során nyert specializált szakmai ismeretek.

Szükséges, hogy a továbbképzés rendszere közvetlenül csatlakozzék a képzéshez, és ezt úgy alakítsák ki, hogy tegye lehetővé a társadalmi követelményeknek megfelelő általános és szakismeretek megújulását, segítse elő a szakemberek előkészítését az új feladatokra.

A képzés és továbbképzés közötti munkamegosztás elősegíti a modern és racionális tanítási és oktatási módszerek kidolgozását és alkalmazását; ezáltal a képzésre fordított időt gazdaságos és reális keretek között lehet tartani.

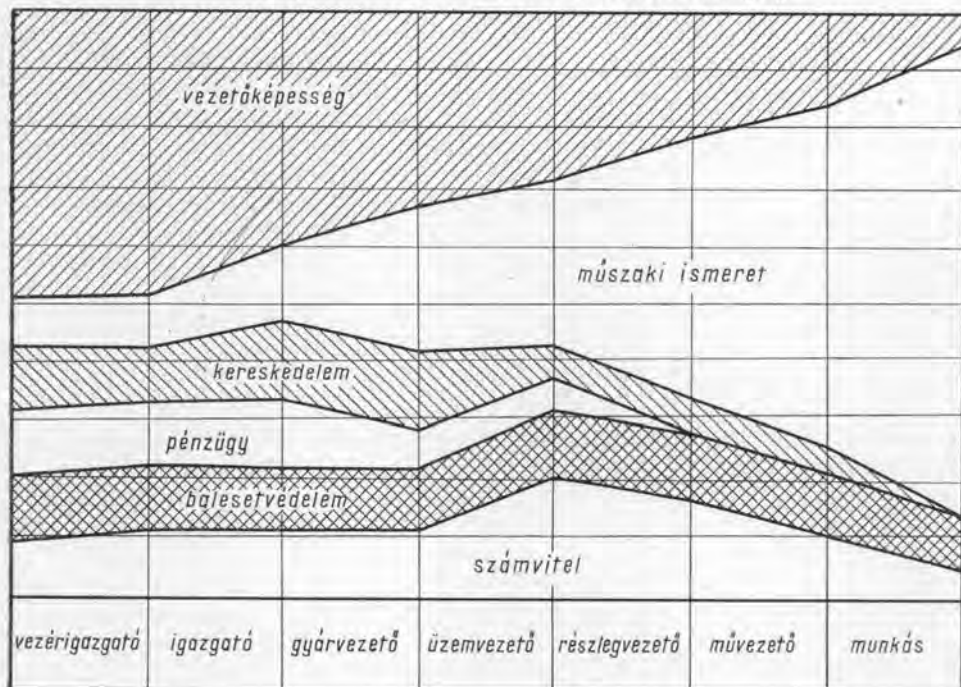
4. A FAIPARI MÉRNÖKÖK TEVÉKENYSÉGI KÖREI ÉS A MÉRNÖKI GYAKORLATHOZ SZÜKSÉGES ISMERETEK

A faipari mérnök tevékenységi köre a termelés technológiájával, a technológiai gyakorlat műszaki eszközeivel, valamint a termelés szervezésével és annak gazdasági problémáival kapcsolatos. Ezek a problémák határozzák meg a betöltendő munkaterületeket is.

Ezeket az alapvető munkaterületeket öt kategóriába sorolhatjuk:

- a) vállalati, üzemi vezetés, igazgatás
(igazgatók, helyetteseik, üzemvezetők, a végrehajtás vezetői),
- b) termelésirányítás
(termelésirányítók, diszpécserok, művezetők),
- c) technológia
(technológusok, műszaki ellenőrök),
- d) fejlesztés, kutatás
(műszaki-gazdasági fejlesztés, kutatás),
- e) szervezés, üzemgazdaság.

Az egyes funkciókkal szemben támasztott tudásigény



Az első négy területet lehet a faipari mérnök számára alapvetőnek tekinteni, de nem hanyagolható el az ötödik sem.

Az egyes munkaterületeken az eredményes munkálkodás előfeltételeit az 1. diagramban ismertetjük (H. Fayola francia szervező szerint).

Ha ezeket az ismereteket gépészeti, technológiai, szervezési, közgazdasági ismeretekre bontjuk, az egyes kategóriák szükségletét a 2. táblázatban közölt arányok fejezik ki.

Ha az egyes kategóriákra közölt ismeretarányokat beszorozzuk a betöltött funkciók arányaival, a magyarországi viszonylatban szükséges ismeretanyag arányait kapjuk.

Ez a különbség abból származik, hogy nálunk a szervezési és közgazdasági ismeretanyag óraszámja lényegesen kisebb, mint az irodalomban közölt szükséglet.

2. táblázat

Kategória	G	T	SzK
	százalékban		
a	20	20	60
b	20	40	40
c	30	60	10
d	40	40	20
e	10	30	60

3. táblázat

Kategória	G	T	SzK
	százalékban		
a	0,8	0,8	2,4
b	8,0	16,0	16,0
c	11,1	22,2	3,7
d	6,0	6,0	3,0
e	0,4	1,2	2,4
Összesen	26,3	46,2	27,5
Ezzel szemben a a tény	39,2	48,7	12,1

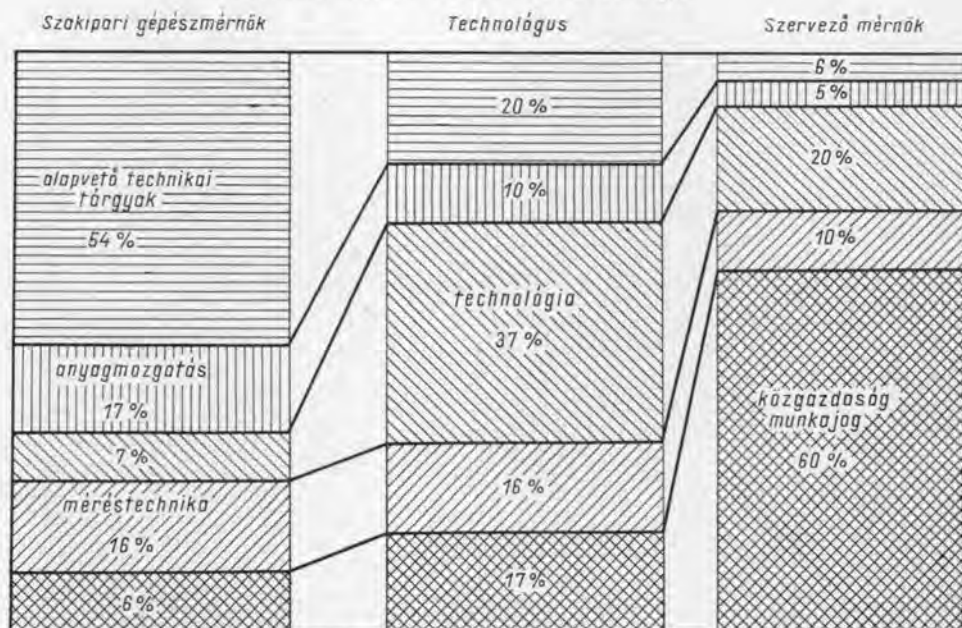
5. A HAZAI FAIPARIMÉRNÖK- KÉPZÉS ISMERETANYAGA

Természetesen, az előzőekben meghatározott arányokkal szemben felmerülhet az az ellenvetés, hogy hazai viszonylatban nem általános tudású faipari mérnököt kell képeznünk, hanem már az egyetemen specializáljuk technológussá, avagy faipari gépészmérnökké. Ha ilyen elhatározásra jutnánk, természetesen a kiképzésnek is másnak kell lennie. A helyes arányt ebben az esetben csak a kitűzött cél determinálhatja.

Az ismeretek helyes arányát *H. H. Hilf* után — aszerint, hogy szakipari

gépészmérnököt, technológust, vagy faipari szervező mérnököt kívánunk kiképezni — a 2. diagramban szemléltetjük.

A különböző műszaki főiskolák tervstruktúrája



6. A FAFELDOLGOZÓ IPAR ALAPANYAG-TERMELŐ ÉS -FOGYASZTÓ SZEKTORAINAK MÉRNÖKSZÜKSÉGLETE

A fafeldolgozó ipar fő termelő és fogyasztó szektorai a következők:

- fűrészipar,
- hagyományoslemez-ipar,
- agglomerált lapokat gyártó ipar,
- épületasztalos-ipar,
- bútorigar,
- egyéb fafeldolgozó ipar,
- építőipar,
- közlekedési ipar,
- kereskedelem.

A mai technikai színvonalon egy-egy faipari mérnök szükséges:

- a) a fűrésziparban évi 25 000 m³ rönk feldolgozásához,
- b) a lemeziparban évi 5000 m³ rönk feldolgozásához,
- c) az agglomerált lapokat gyártó iparban évi 5000 m³ késztermék előállításához,
- d) az épületasztalos-iparban évi 5000 m³ faáru felhasználásához,
- e) a bútorigarban évi 3000 m³ faáru felhasználásához,
- f) az egyéb fafeldolgozó iparban évi 10 000 m³ faáru felhasználásához,
- g) az építőiparban évi 25 000 m³ faáru felhasználásához,
- h) a közlekedési iparban évi 5000 m³ faáru felhasználásához,
- i) a kereskedelemben évi 50 000 m³ faáru forgalmazásához.

A szükséges mérnökszám $[x]$ képlete:

$$x = \left(\frac{a}{a_1} + \frac{b}{b_1} + \frac{c}{c_1} + \frac{d}{d_1} + \frac{e}{e_1} + \frac{f}{f_1} + \frac{g}{g_1} + \frac{h}{h_1} + \frac{i}{i_1} + z \right) \cdot v,$$

ahol

a = a fűrésziparban, b = a lemeziparban feldolgozott rönk évi mennyisége, c = az agglomerált lapokat gyártó ipar évi termelése, d = az épületasztalos-iparban, e = a bútorigarban, f = az egyéb fafeldolgozó iparban, g = az építőiparban feldolgozott fa mennyisége, h = a közlekedési iparban felhasznált faáru évi mennyisége és i = a kereskedelem évi faáruforgalma,

$a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1, g_1, h_1, i_1$ pedig az előbb közölt fajlagosok,

z = más területen elhelyezkedők száma,

v = a kiöregedési koefficiens (0,95).

7. A FAIPAR MÉRNÖKSZÜKSÉGLETE A JÖVŐBEN

A fafeldolgozó ipar termelési kapacitásai rohamosan nőnek, a technika korszerűsítése is nagy léptekkel megy előre, ezért nem lesz érdektelen, ha prognózist készítünk a jövő faipari mérnökszükségletére vonatkozóan is.

A prognosztika szilárd bázist nyújt a szakemberszükséglet meghatározásához. A prognózisok alapján a munka és a munkahelyek jellegének megváltozására, a munkaerő állományá-

nak és struktúrájának alakulására, valamint a szakemberektől megkövetelendő ismeretanyag, készség és magatartási normák változásaira is következtetni lehet.

A prognosztika szükséges előfeltételei közé tartozik az eddigi és a jelenlegi fejlődést befolyásoló tényezők kritikai analízise: ehhez célszerű igénybe venni a mikro- és makroanalízisek eredményeit és ezek statisztikai összehasonlításának lehetőségeit. E módszerek mindegyike szükséges, de egyik sem nyújt önmagában kielégítő elemzést. Csak ezeknek és más módszereknek a komplex alkalmazása ad lehetőséget átfogó és biztonságos becsléshez.

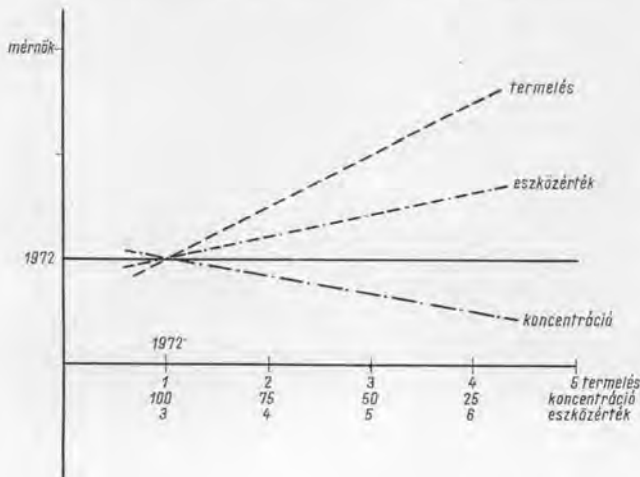
Célszerű lenne a műszaki szakemberekre vonatkozó statisztikai adatok felvételét és közlési módját tökéletesíteni. E célból egységes rendszerbe kellene foglalni az adatfelvétel klasszifikációját és nemzetközi normáit. Tovább kellene fejleszteni a mikroökonómiai vizsgálatok módszereit, alaposabban kellene elemezni a tudományos és technikai fejlődés közvetlen kihatásait, végül ajánlatos lenne a perspektivikus tervezéshez tudományos kutatásokon alapuló tájékoztatót kidolgozni.

A szakemberállomány tervezése és fejlesztése során feltétlenül figyelembe kell venni a nép gazdaságban jelentkező súlyponti feladatokat és fejlesztési igényeket, de nem szabad elhanyagolni az egyéb gazdasági ágak, valamint a szolgáltatások fejlesztési szükségleteinek kielégítését sem.

Iparágunkban a jövőbeni mérnökszükséglet

- a termelés növekedésével 1:1-nél kisebb linearitással,
 - a termelés koncentrációjával fordítottan,
 - a műszaki színvonal emelkedésével kisebb arányban nő.
- Nézetünk szerint

- a termelés volumenének 1%-os emelkedése 0,5%-os,
- az eszközérték (a reális) 1%-os emelkedése 0,25%-os mérnökszükséglet-emelkedést involvál,
- a koncentrátság 10%-os emelkedése 5%-os megtakarítást eredményezhet.



A jövő mérnökszükségletét az előző értékek mellett a 2. grafikonban ismer-tetjük.

A mérnökszükséglet egy adott jövőbeni időben

$$x' = x + x_1 + x_2 - x_3,$$

ahol

x_1 = a termelés növekedésének indexe,

x_2 = az eszközérték növekedésének indexe,

x_3 = a koncentráció indexe.

Összefoglalás

Úgy gondolom, tanulmányomban sikerült érzékeltetni, hogy a tudományos-technikai forradalom követelményeinek megfelelően a faipari mérnökképzés rendszerét céltudatosan tovább kell fejleszteni. Ügyelnünk kell arra, hogy a képzés céljára rendelkezésre álló és az önálló tanulási időt az oktató-és nevelőmunka maximális hatékonyságát biztosító módon osszuk el.

A képzés céljaiban, tartalmában, formáiban és módszereiben szükséges változásokat a képzés és továbbképzés egységes rendszerébe kell foglalni. Enélkül eredményes oktatást adni úgy, hogy az elavulás rövid időn belül be ne következzen, nem lehet. Ez vonatkozik mind a szakmai ismeretek minőségére, mind arra a készségre, hogy az új technikai eszközöket az oktatási munka során fel tudják használni.

A műszaki szakemberek által megoldásra váró műszaki-gazdasági feladatok mindinkább komplexszé és bonyolulttá válnak; a szakembereknek rohamosan növekvő mennyiségű információt kell kezelniük és elsajátítaniuk. Ezért meg kell vizsgálni azt is, hogy mit kell tenni a szakemberek felfogó-és befogadóképességének fokozása céljából; milyen eszközök és módszerek a legalkalmasabbak arra, hogy a képzésben vagy továbbképzésben részt vevő személy az ismereteket elsajátítsa.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В СВЕТЕ УСКОРЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Д-Р КАРОЙ САБО

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, кандидат технических наук,
руководитель главного отдела

Автор подробно анализирует необходимую связь между производительными силами и профессиональным обучением в начальном периоде научно-технической революции, обращая особое внимание на устарение профессиональных познаний.

На основе сделанных выводов автор знакомит с общими направлениями развития инженерного обучения, после чего определяет круг деятельности инженеров деревообрабатывающей промышленности и конкретные качества, необходимые для практической деятельности инженера и этот материал сравнивает с запасом знаний отечественного инженерного обучения.

В заключительной части статьи автор дает расчетный метод вычисления потребности в инженерах для производственных и потребительских секторов деревоперерабатывающей промышленности в настоящем и в будущем.

EXAMINATION OF THE PROFESSIONAL TRAINING FROM THE POINT OF VIEW OF THE INCREASED TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL TASKS

DR. KÁROLY SZABÓ

Graduate of the University of Woodworking Industry, candidate in technical studies, head of a scientific
main department

The author gives a detailed analysis of the necessary relationship between the development of the productive forces and the professional training, at the initial period of the scientific technical revolution, in consideration of the obsolescence of the special knowledge.

On the basis of the reached conclusions the author makes known the general governing principles for the development of the training of engineers, defines the activities of the woodindustrial engineers and the concrete knowledge required to the engineering, and compares them with the knowledge of the home training of engineers.

Finally, the author gives a method for calculating the number of engineers needed by the producing and consuming sectors of the woodworking industry at the present time and in the future.

**UNTERSUCHUNG DER FACHAUSBILDUNG IM SPIEGEL DER ERHÖHTEN
TECHNISCHEN UND TECHNOLOGISCHEN AUFGABEN****DR. KÁROLY SZABÓ**Dipl.-Ing. der holzverarbeitenden Industrie, Kandidat der technischen Wissenschaften, wissenschaftlicher
Hauptabteilungsleiter

Der Verfasser analysiert eingehend die Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der Produktivkräfte und der Ausbildung am Anfang der wissenschaftlich-technischen Revolution, mit besonderer Berücksichtigung der Überholung der Fachkenntnisse.

Auf Grund der Folgerungen wird auf die allgemeinen Richtlinien der Entwicklung der Ingenieurausbildung hingewiesen. Es werden die berufliche Tätigkeit eines Ingenieurs und die zur Ingenieurpraxis notwendigen konkreten Kenntnisse definiert und mit dem Unterrichtsmaterial der Ingenieurausbildung in Ungarn verglichen.

Es wird ein Rechnungsverfahren zur Ausrechnung der Anzahl der in den Produktions- und Verbrauchersektoren der holzverarbeitenden Industrie in der Gegenwart und Zukunft notwendigen Ingenieure angegeben.

A FEHÉRFŰZ (SALIX ALBA L.) FIZIKAI-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAI

SZALAY LAJOS
okl. faipari mérnök, osztályvezető

BEVEZETŐ

Magyarország iparifa-szükségletének háromnegyed részét külföldről hozza be. Ennek oka erdeink kedvezőtlen fafajmegoszlása. Hazánk az elegyes-lombos erdők övezetébe tartozik, ezért kevés fenyőnk van. Ugyanakkor a jelenlegi termelés egyes ágazatokban — pl. épület-asztalos-ipar — lényegében fenyő nyersanyagra épül.

Az utóbbi években számos kutatás, elméleti munka foglalkozott a hazai lombos fafajok fenyőt helyettesítő alkalmazási lehetőségeivel. Sor került egyebek mellett a cser és akác — mint tömegesen előforduló, nagy területet elfoglaló, kemény, lombos fajok — és a nyárak vizsgálatára.

A vizsgálat tárgya valamennyi esetben az ipari feldolgozás adott helyzete és a kiterjesztés lehetőségeinek felmérése volt. Az egyes említett fafajok komplex vizsgálata kiterjedt azok mikrostrukturális és fiziko-mechanikai tulajdonságaira.

Ehhez a vizsgálatsorozathoz kívánt hozzájárulni a fehérfűz tulajdonságainak felmérése is. Munkámban ezúttal a kissé érdemén alul kezelt fafaj fizikai-mechanikai jellemzőit szeretném bemutatni.

A FEHÉRFŰZ ELŐFORDULÁSA

Majer A. „Magyarország erdőtársulásai” című munkájában így ír:

A fehérfűz „kétlaki, fény- és nedvességigényes fás növény. Inkább mediterrán jellegű, síksági fafaj. Egész Európában elterjedt, kivéve az északi részeket (63—65. szélességi fokig). Délkeleten túlterjed Európán, egészen a Himalájáig előfordul. Afrikában, Elő-Ázsiában és a Kaukázusban is honos. Síkságon, folyók mentén tömegesen található, az ártéri erdők uralkodó fája. Nagy elterjedése a szélsőséges klimatikus viszonyokhoz való jó alkalmazkodóképességre utal. A hideget és a meleget egyaránt tűri. Jellemzője a fiatal kori gyors növekedés”.

Magyarországon, Jugoszláviában, Romániában, Csehszlovákiában a fehérfűz a nagyobb folyók öntéstalajain összefüggő, nagy kiterjedésű természetes állományokat alkot. Természetes előfordulása Magyarországon legnagyobbbrészt a Duna és a Tisza hullámterére korlátozódik.

NÖVEKEDÉSI ERÉLY

Növekedése miatt a legértékesebb fafajok közé lenne sorolható. A fűzek közül a fehérfűz a leggyorsabb növekedésű. Az alsó Duna-ártéri termőhelyvizsgálatok szerint 35 év után átla-

gosan 20 m magasak, mellmagassági átmérőjük 40 éves korban eléri az 55 cm-t. Egy extrém példa: Argentínában a fehérfüzet 5—15 éves vágáskorral termesztik. A világ legnagyobb füzetermelő országában ez a fajafaj 10 év alatt 30—40 cm mellmagassági átmérőt ér el. Összehasonlításként megemlítem, hogy a magyarországi, átlagos fűrészipari rönkátmérő kb. 29 cm!

A FÜZTERMESZTÉS ELŐNYEI A NEMES NYÁRAKKAL SZEMBEN

Az euramerikai nyárak sikere elterelte a figyelmet a füzekről. Pedig *dr. Simon Miklós* a következőket írja:

— kísérletek igazolják, hogy a fehérfűz vegetatív úton való szaporítása biztosabb eredményt ad, mint a nemes nyáraké,

— a füzek termőhelyi igénye a nyárakénál szerényebb,

— fagykárta kevésbé érzékenyek,

— rovar- és gombakárosításnak kevésbé kitéttek, mint a nemes nyárak,

— vegetációs időszakuk a nemes nyárakénál jóval hosszabb.

Az erdészeti szakemberei úgy tartják, hogy a fűzrel olyan termőhelyeket lehet hasznosítani, amelyeken a nyár nem tud létezni, illetve ahol más fajok növekedési eredményei elmaradnak a füzekétől.

A FEHÉRFÜZ FIZIKAI-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAI

A vizsgálat során a térfogatsúly, az átlagos évgyűrűsége, a higroszkopikus méretváltozás és az egyes mechanikai tulajdonságok megállapítására került sor. A próbatetek kialakítása és a vizsgálatok elvégzése az MSZ előírásai szerint történt. Meghatároztam az adott jellemzők átlaga (\bar{X}), a szórás (s) és a relatív szórás (v) értékét. Képletesen:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$$v = \frac{s}{\bar{X}} \cdot 100, \%$$

ahol: n = a próbatetek száma,

X_i = egy adott mérés eredménye.

A vizsgált fehérfüztörzsek származási helye, kora és mérete:

1. Zalacsány, Északzalai ÁEG
41 éves, 27 m magas, 40 cm mellmagassági átmérővel,
2. Csákánydoroszló, Szombathelyi ÁEG
26 éves, 24 m magas, 40 cm mellmagassági átmérővel,
3. Nagykorpád, Dél-somogyi ÁEG
41 éves, 32 m magas, 62 cm mellmagassági átmérővel.

A táblázatban összefoglalt eredmények $Q = 15\%$ nettó nedvességtartalom mellettiek.

A TÉRFOGATSÚLY MEGHATÁROZÁSA

A fehérfű a közepes térfogatsúlyú fajok közé sorolható. A fa szerkezete laza, a korai és a késői pászta közötti térfogatsúly-különbség csekély. Az irodalomban a különböző szerzők által megadott, légszáraz állapotban ($Q = 15\%$) mért térfogatsúlyértékek $0,420\text{--}0,570\text{ g/cm}^3$ tartományba esnek (2; 3; 7).

1. táblázat

A fehérfű abszolút száraz térfogatsúlyának vizsgálati eredményei ($Q=0\%$)

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Absz. száraz térfogatsúly átlaga, \bar{X} (g/cm^3)	Szórás, <i>s</i> (g/cm^3)	Relatív szórás, <i>v</i> (%)
1	19	0,395	0,019	4,81
2	25	0,327	0,033	10,09
3	24	0,418	0,036	8,61

AZ ÁTLAGOS ÉVGYŰRŰSZÉLELÉS

A szilárdsági vizsgálatokhoz (keménység és nyíró-igénybevétel) alkalmazott próbatesteken $0,1\text{ mm}$ -es pontossággal került sor az átlagos évgyűrűszélesség meghatározására.

A fű a széles évgyűrűt képező fajok közé tartozik. Az egyes kutatók által kapott, irodalomban ismertett értékek $0,39$ és $0,56\text{ cm}$ határok közöttiek (2; 7).

Méréseim eredményeit a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

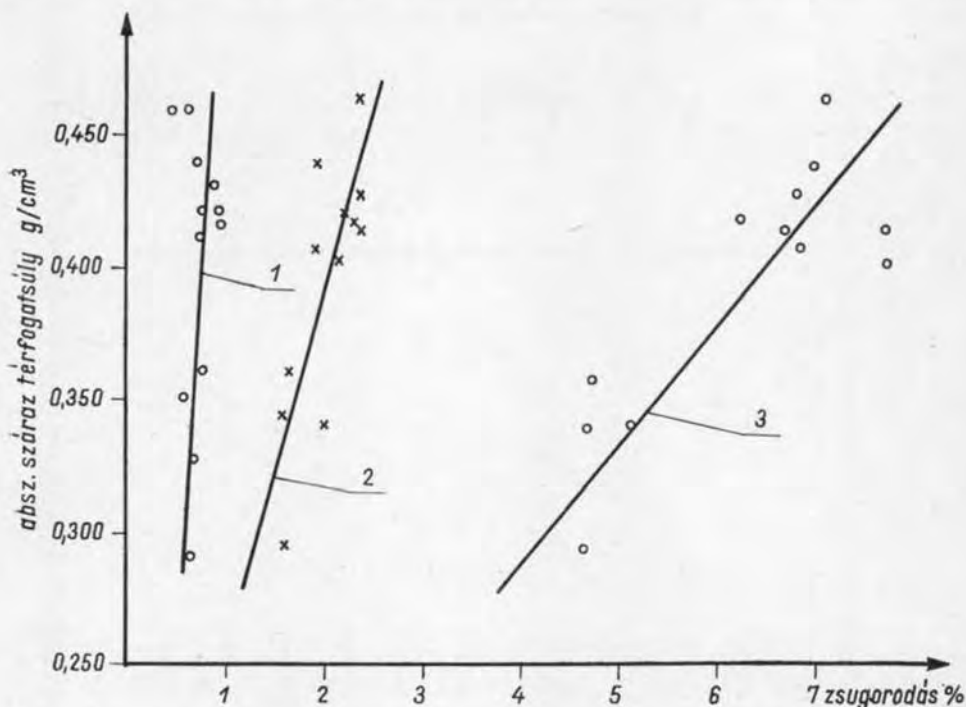
A fehérfű átlagos évgyűrűszélessége

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlagos évgyűrűszélesség (cm)	Szórás, <i>s</i> (cm)	Relatív szórás %
1	30	0,41	0,16	39,0
2	51	1,18	0,45	38,4
3	50	0,57	0,19	34,5

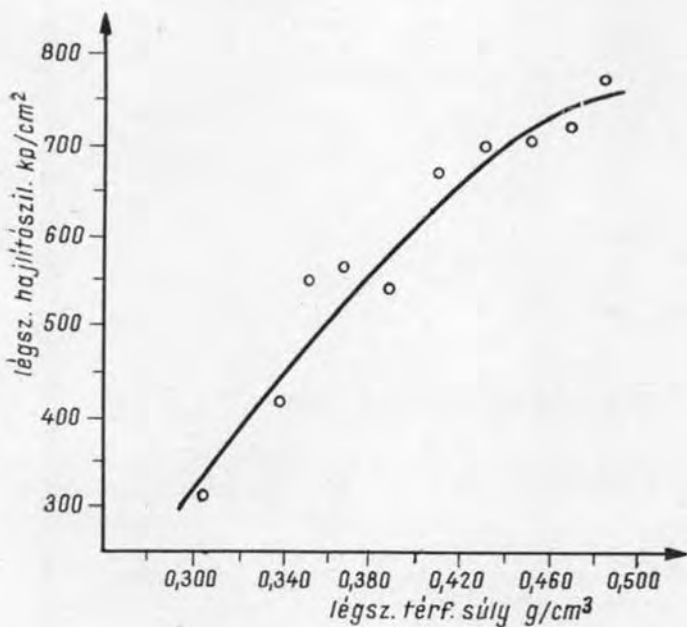
A ZSUGORODÁS—DAGADÁS MEGHATÁROZÁSA

A próbatestek kialakítása olyan volt, amelyen belül a szijács—geszt arány megfelelt a teljes törzskeretszetszeten elfoglalt területek arányának. A mérési eredményeket a 3. táblázat foglalja össze, az abszolút száraz térfogatsúly és az egyes anatómiai irányokban mért méretváltozások összefüggéseit pedig az 1. ábra mutatja.

A vizsgálatok szerint a fehérfű higroszkopikus méretváltozásait tekintve lényegesen kedvezőbb a tulajdonságaiban hozzá közel álló nyárfajoknál.



1. ábra. Összefüggés a fehérfűz higroszkopikus méretváltozásai és abszolút száraz térfogatsúlya között
1. rostírány, 2. sugárirány, 3. húrirány



2. ábra. Összefüggés a fehérfűz légszáraz térfogatsúlya és légszáraz hajlítószilárdsága között

A SZILÁRDSÁGI TULAJDONSÁGOK MEGHATÁROZÁSA

A szakirodalom adatai a fehérfűz vonatkozásában meglehetősen hiányosak. Vizsgálataim eredményeit a 4. táblázat összegezi.

3. táblázat

A fehérfűz higroszkopikus méretváltozásai

Származási hely	n/db	Átlag, %, \bar{X}			Szórás, %, s			Relatív szórás, %, v		
		húr-irány	sugár-irány	rost-irány	húrirány	sugár-irány	rost-irány	húr-irány	sugár-irány	rost-irány
1	32	6,76	2,32	0,63	0,56	0,28	0,21	8,28	12,07	33,33
2	32	4,72	1,83	0,82	0,27	0,21	0,17	5,72	11,48	20,73
3	32	6,32	2,83	0,73	0,78	0,66	0,11	12,34	23,32	15,07

4. táblázat

A fehérfűz szilárdsági tulajdonságai

Brinell-keménység

A törzs származási helye	n (db)	Átlag (\bar{X}), (kp/mm ²)			Szórás (s), (kp/mm ²)			Relatív szórás (v), (%)		
		bütü-irány	húr-irány	sugár-irány	bütü-irány	húr-irány	sugár-irány	bütü-irány	húr-irány	sugár-irány
1	11	2,84	1,35	1,27	0,38	0,23	0,31	13,38	17,04	24,41
2	17	1,93	0,94	0,87	0,34	0,19	0,21	17,62	20,21	24,14
3	16	2,20	1,00	0,92	0,44	0,22	0,19	20,00	22,00	20,65

Szakítószilárdság

A törzs származási helye	n (db)	Átlag (\bar{X}), (kp/cm ²)	Szórás (s), (kp/cm ²)	Relatív szórás (v), (%)
1	26	839,1	192,6	22,95
2	44	477,0	142,9	29,96
3	39	895,7	303,9	33,93

Rosttal párhuzamos nyomószilárdság

A törzs származási helye	n (db)	Átlag (\bar{X}), (kp/cm ²)	Szórás (s), (kp/cm ²)	Relatív szórás (v), (%)
1	10	324,0	22,6	6,98
2	16	232,0	28,0	12,07
3	15	314,0	34,3	10,92

A 4. táblázat folytatása

Rostra merőleges nyomószilárdság

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlag (\bar{X}), (kp/cm ²)	Szórás (<i>s</i>) (kp/cm ²)	Relatív szórás (<i>v</i>) (%)
1	10	40,8	3,13	7,67
2	17	28,4	4,32	15,21
3	15	38,0	4,95	13,03

Hajlítószilárdság

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlag (\bar{X}) (kp/cm ²)	Szórás (<i>s</i>) (kp/cm ²)	Relatív szórás (<i>v</i>) (%)
1	13	700,0	78,1	11,16
2	35	465,0	95,5	20,54
3	41	715,0	82,2	11,47

Rosttal párhuzamos nyirószilárdság

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlag (\bar{X}) (kp/cm ²)	Szórás (<i>s</i>) (kp/cm ²)	Relatív szórás (<i>v</i>) (%)
1	19	80,5	14,6	18,2
2	34	56,9	10,5	18,4
3	34	80,2	17,6	21,9

Rostra merőleges nyirószilárdság

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlag (\bar{X}) (kp/cm ²)	Szórás (<i>s</i>) (kp/cm ²)	Relatív szórás (<i>v</i>) (%)
1	10	218,3	21,0	9,62
2	17	178,1	30,7	17,23
3	16	190,6	49,7	26,08

Ütő-hajlító szilárdság

A törzs származási helye	<i>n</i> (db)	Átlag (\bar{X}) (mkp/cm ²)	Szórás (<i>s</i>) (mkp/cm ²)	Relatív szórás (<i>v</i>) (%)
1	25	0,60	0,18	30,0
2	49	0,32	0,14	43,75
3	48	0,54	0,22	40,74

Összefoglalás

A fehérfűz mind a hazai, mind a külföldi vizsgálatok szerint viszonylag csekély térfogatsúlya ellenére kedvező szilárdsági tulajdonságokat mutat. A nyárákhoz viszonyítottan néhány mechanikai jellemzője azokénál jobb, higroszkopikus méretváltozásai pedig kisebbek. Feltétlenül hangszályszerűségi kell azonban, hogy a faj tulajdonságai erősen függenek a termőhelytől. Ezt a 2. vizsgálati törzsből vett próbatestek jellemzői tanúsítják. Ebben az esetben a széles évgűrűszerkezet, valamint a kisebb térfogatsúly kisebb szilárdsági értékekkel járt együtt.

A fehérfűz könnyen megmunkálható, jól ragasztható fafaj. Korábban gyomfának tekintették, ma már azonban igényesebb célú felhasználásra is sor került (farostlemez- és forgácslapgyártás). Dél-Amerika és Európa számos országában a feldolgozó ipar távlati szükségletének fedezésekor nagy jelentőséget tulajdonítanak a fa alakú fűzeknek. Gyors növekedésük és a vizsgálatokkal igazolt kedvező tulajdonságaik alapján — elsősorban a fában kevésbé gazdag országokban — ezzel a fajjal is komolyan számolni lehet.

Irodalom

- Erdélyi Gy.—Wittmann Gy.: A hazai természetű nemes nyárák faanyagának fizikai-mechanikai tulajdonságai. Faipari Kutatások 1969. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Dr. Füllő Z.: A fehérfűz anatómiai vizsgálata. Faipari Kutatások 1964/2. sz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer, Berlin 1951.
- Majer A.: Magyarország erdőtürsulása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1968.
- Palotás F.: Alsó Duna-ártéri fűzállományok jellemző fatermelési mutatói. Az Erdő, 1964. 6. sz. 263—269 p.
- Simon M.: Erdészeti ígéretek fa alakú fűzek. Erdészeti Kutatások 1971. 1. sz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tompa K.—Bründl L.: A fűz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1964.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛОЙ ИВЫ (SALIX ALBA L.)

ЛАЙОШ САЛАЙ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, руководитель отдела

Лучшее использование источников сырья, имеющихся в распоряжении страны, является народно-хозяйственным интересом. Дорогой, достойной подражания в деревообрабатывающей промышленности, является усиленное использование в промышленности лиственных пород древесины, вытекающих из своеобразности древесных пород наших лесов. Из проведенных испытаний выходит, что дальше можно расширять круг заменителей сосновых пород, так например, белой ивой (Salix alba L.). Физико-механические свойства белой ивы такие же, вернее превосходят предпосылки, в первую очередь, используемых пород тополя.

THE PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE WHITE WILLOW (SALIX ALBA L.)

LAJOS SZALAY

Graduate of the University of Woodworking Industry, departmental head

It is an interest of the people's economy to utilize by the best means possible all sources of raw materials which are available in the country. On the field of the woodworking industry, owing to the particular composition of the species in our forests, a more increased industrial utilization of the broadleaved species should be considered. On the basis of the completed investigations the white

willow (*Salix alba* L.) is suited to keep enlarging the assortment of the species which are held to be suitable for substituting the conifers. As to the physical-mechanical characteristics, the white willow achieves or exceeds the properties of the species of poplar which are primarily applied.

DIE PHYSIKALISCH-MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN DES HOLZES DER WEISSWEIDE (*SALIX ALBA* L.)

LAJOS SZALAY

Dipl.-Ing. der holzverarbeitenden Industrie, Abteilungsleiter

Die bestmögliche Ausnutzung der für das Land zur Verfügung stehenden Rohstoffbase ist ein volkswirtschaftliches Interesse. Auf dem Gebiet der holzverarbeitenden Industrie ist die industrielle Verwendung der Laubhölzer wegen der spezifischen Holzartenzusammensetzung der Wälder in Ungarn zu steigern.

Der Kreis der für die Substitution der Nadelhölzer geeigneten Holzarten ist — wie das die durchgeführten Untersuchungen zeigten — durch die Weissweide (*Salix alba* L.) zu erweitern. Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Weissweide sind gleichwertig, bzw. besser, als die entsprechenden Werte der in erster Reihe zur Substitution angewandten Pappelarten.

KÉREGANATÓMIAI VIZSGÁLATOK A QUERCUS CERRIS VAR. CERRIS LOUD. ÉS A Q. CERRIS VAR. AUSTRIACA (WILLD.) LOUD. TÖRZSEK BEN

DR. BABOS KÁROLY

okl. biológus-növényanatómus, tudományos munkatárs

BEVEZETŐ

A csertölgy néhány kedvező erdőtelepítési és termesztési tulajdonsága mellett — mint szárazságtűrőse, olcsó felújítási lehetősége, a fiatalkori gyors növekedése, gyakoribb a rendszeres makktermése — ipari felhasználóságát nagymértékben nehezíti az a tény, hogy az anyag egy részének (39—40%) három jelentős fahibája van: fagyléc, gyűrűs elválás, vörös álgeszt.

Ez a három fahiba a csertölgy ipari hasznosíthatóságát igen nagy mértékben korlátozza.

A magyarországi csertölgyállomány két varietasból tevődik össze: az egyik a *Quercus cerris* varietas *cerris*, a másik a *Quercus cerris* varietas *austriaca*. A korábbi kutatások és vizsgálatok ezt nem vették figyelembe.

A hazánkban eddig végzett kutatások a csertölgyre egészében vonatkoztak, és elsősorban természetes tartósságára, a három jellegzetes fahiba eredetének megállapítására, valamint fizikai-mechanikai tulajdonságainak és ipari hasznosíthatóságának lehetőségével foglalkoztak (*Igmándy 1966, FKI Zárójelentés 1966.*).

A Faipari Kutató Intézet 1972. évben saját kezdeményezésű kutatást indított a *Csertölgy komplex szövettani vizsgálata* címen. E kutatás elsőrendő célja, hogy megkísérelje konkrét szövettani és fizikai-mechanikai bélyegekhöz kötni a csertölgyállományokban 60% mennyiségben található jó minőségű faanyagot adó egyedek tulajdonságait.

A kutatás során gyűjtött anyagokat először még a terepen levélalak alapján botanikailag meghatároztuk, és így a továbbiakban pontosan tudtuk, hogy a gyűjtött törzsek var. *cerris* vagy var. *austriaca* egyedek-e. A meghatározásnál *Mátyás V.: A cser alakváltozatossága* című munkája került felhasználásra.

Már a téma kialakítása során, de a termőhelyek kiválasztása esetében is szoros együttműködést alakítottunk ki az *Erdészeti Tudományos Intézettel*.

Az eddig végzett kutatás része a kéreganatómiai vizsgálatnak. E dolgozat a két varietas kéreganatómiai tulajdonságaival foglalkozik.

A VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER

A kéregvizsgálatokat Dunántúlról három termőhelyről származó törzsek mellmagasságából kivett kéregmintáin végeztük.

A mellmagasságból (1,30 m) kivett 10 × 10 cm-es kéregdarabokból — amelyek a farész külső 1-2 évgyűrűjét is tartalmazták — kisebb, 2 × 2 cm-es kockákat készítettünk. Az így kivágott kockákat 2,5 atm nyomáson víz—glicerín 1 : 1 arányú keverékben 5 órán keresztül

I. táblázat

Lelőhely, erdőrésztlet	Gyűjtési időpont	A törzs jelzése	Botanikai név	A törzs kora
Tolna megye Gyulaj 144b Dombhát K—e	1972. július 27.	Gy/2	Q. cerris v. austriaca	90 év
Pest megye Pilisszentkereszt 49a	1972. szeptember 5.	P/2 P/3	Q. cerris var austriaca	100 év
Tolna megye Gyulaj 144b Dombhát K—i	1972. július 27.	Gy/3 Gy/8	Q. cerris var. cerris	90 év
Győr-Sopron megye Sajtoskál 12d sík-	1972. augusztus 24.	S/2	Q. cerris var. cerris	94 év

puhítottuk. A mintákat puhítás után paraffin-colofonium gyanta 9 : 1 arányú keverékébe ágyaztuk be, megfelelő víztelenítés után. A beágyazott anyagokból fametsző *Leitz*-féle mikrotommal keresztmetszeti sugár- és húrirányú metszeteket készítettünk. A beágyazó anyag kioldása után (xylolban) a metszetek festését toluidin kék 3%-os alkoholos oldatával végeztük. A festés után víztelenítés (xylolban), majd kanadabalsamban való állandósítás útján tartós mikroszkópos preparátumokat készítettünk.

A metszetekről mikroszkópos felvételek készültek.

VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

A csertölgy kéregnek külső és belső morfológiai felépítése

A csertölgy — *Quercus cerris* L. — Magyarországon 20—30 m magasra nő, néha magasabb, zárt állásban, szép egyenes törzssel, amelyet mélyen, szabálytalanul hálózatosan repedezett, feltűnően durva, ormós, kemény tapadókéreg borít (*Mátyás—Keresztesi* 1967., *Fekete—Mágo*csy 1896.).

A kéreg színe világostól sötétig változó szürkésbarna. A fa tengelyével általában párhuzamosan futó hosszrepedések vagy vápák színe világostól sötétig terjedő vöröses, fenékvonalán élénk színű.

A kéregalakulás külső morfológiájának változatosságára mutatok be három fotófelvételt. A felvételek 3 db idős, 150—200 év közötti csertölgy példány mellmagassági (1,30 m) részéről készültek (1974. május 29. Sopron, *Harkai-plató*).

A kéregvastagság 1,5—5 cm-ig, ritkán 15 cm-ig terjedhet (*Berkel—Bozkurt* 1961.). A csertölgy kéregnek nevezett, a döntött törzs keresztmetszeti szelvényéről könnyen leváló részében nemcsak héjkéreg (*rhytidoma*), hanem a hánctest (*phloem*) is teljes egészében benne van.

A csertölgynél epidermis egy évig, periderma kb. 2—30 évig, rhytidoma 30 évtől felfelé alakul ki (*Fekete* 1888.).

A rhytidoma (hánccs + kéreg) a fatesthez hasonlóan évgűrűs szerkezetet mutat, hiszen a cambium ritmikus működése során befelé faelemeket, kifelé hánccselemeket fűz le egy vegetációs idő alatt.



1. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* kéreg külső morfológiája. Sopron—Harkai-plató, 1974. V. 29



2. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* kéreg külső morfológiája. Sopron—Harkai-plató, 1974. V. 29



3. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* kéreg külső morfológiája. Sopron—Harkai-plató, 1974. V. 29

2. A *Quercus cerris* var. *cerris* és a *Q. cerris* var. *austriaca* kéreganatómiája

Keresztmetszetben mindkét varietásnál a háncestest háncrestorok révén tangenciálisan rétegezett, továbbá gazdag nagy és kisebb kösejtsomókban. Sugárirányban széles, részben szklerotizált (kösejtsomókban gazdag) bélsugarak találhatóak (*Holdheide in Freund* 1951.). A két varietas rhytidomája között kis nagysággal (16×) nézve különböző az általános keresztmetszeti felépítés.

A *Q. cerris* var. *cerris* esetében keresztmetszetben a vizsgálatok szerint a háncrestorok hosszabbak (tangenciális irányban több háncrestsejtet tartalmaznak), valamint az egységnyi felületen kevesebb kösejtsomó található. A széles kösejtsomókkal tarkított bélsugarak szabályos közökkel való váltakozásukkal és hosszúságukkal rendezettebb, hálózatos képet adnak a kéregnek.

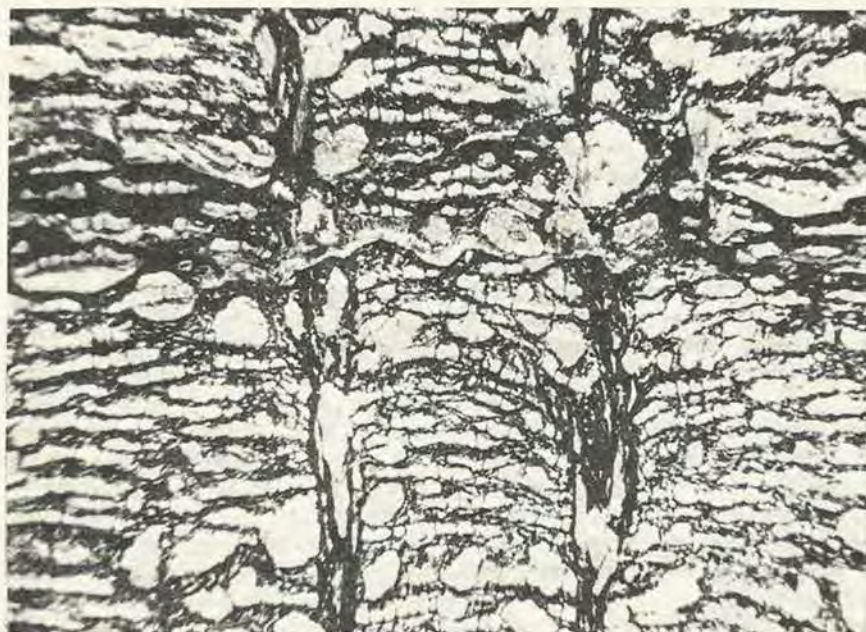
A *Q. cerris* var. *austriaca* keresztmetszetben a háncrest-

sorok rövidebbek (tangenciális irányban kevesebb háncrestsejtet tartalmaznak), egységnyi felületen majdnem kétszeres a kösejtsomók száma a var. *cerris*hez viszonyítva.

A széles, kösejtsomókkal erősen tarkított bélsugarak végükön legyezőszerűen szétterülnek, és a pálmafákra (pl. Phönix) emlékeztető habitust mutatnak. A kösejtsomók nagyobb száma, valamint a bélsugarak szétterülése következtében a kéreg rendezetlenebb képet mutat (lásd: 4. és 5. ábrát).

A háncestest a megfigyelések alapján az idősebb példányok esetében sem foglal magában 20—30 évgyűrűnél többet. Az évgyűrűk a háncrestkötegek révén megjelöltek, jól láthatóak. A *korai háncest* hosszparenchima-mentes, főként rostacsövekből álló. Egy többé-kevésbé folyamatos hosszparenchimaköteg és egy ezt követő háncrestöv képezi a *késői háncest*.

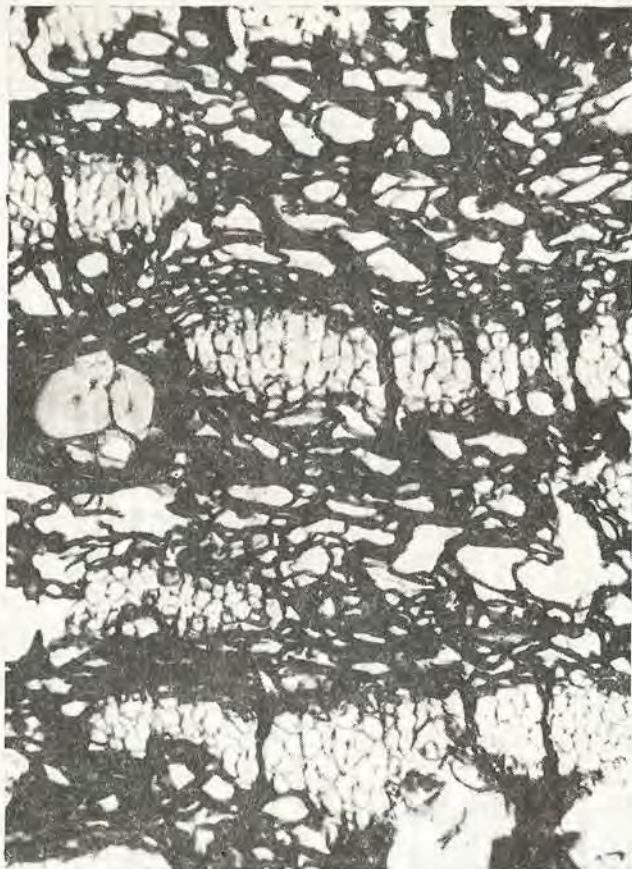
Az évgyűrűk kezdetben (fiatal háncest) átlagosan 132,9 μm, a var. *cerris*nél, a var. *austriaca*nál 195,5 μm szélesek. Később (idős háncest) a szélesség csökken a var. *cerris*nél, átlagosan 125,2 μm, a v. *austriaca*nál 135,5 μm. Ez a csökkenés az évgyűrűk radiális irányban való összenyomódásának eredménye.



4. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* f. *cerris* hancstest keresztmetszeti képe (Gv₃ jelű törzs). Az évgűrűk jól láthatók. Mikroszkópos felvétel: 16×



5. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* f. *lancifolia* hancstest keresztmetszeti képe (Gy₂ jelű törzs). Az évgűrűk jól láthatók. Mikroszkópos felvétel: 16×



6. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* fiatal háncs keresztmetszeti képe. Jól látható a háncs, rostacsövekkel, egyrétegű bélsugarakkal és háncsrostkötegekkel (Gy. jelű törzs).
Mikroszkópos felvétel: 120×



7. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* fiatal háncs keresztmetszeti képe. Jól látható a háncs, rostacsövekkel, egyrétegű bélsugarakkal és a háncsrostkötegekkel (P₃ jelű törzs). Mikroszkópos felvétel: 120×

A *rostacsövek* lényegében korai háncsot képeznek, ez elsősorban a cambium után legutoljára képződött háncsevgyűrűn látható jól.

A rostacsövek egymással közvetlenül érintkeznek, a legnagyobbak a var. *cerrisenél* a 46,0 μm -ot is elérik, a var. *austriacánál* pedig az 57,5 μm -t, keresztmetszetüket nézve lekerekítettek. Elrendeződésük nem sugaras, hanem szabálytalan. Átlagos átmérőjük a var. *austriacánál* nagyobb (45,2 μm) a v. *cerrisenél* (39,8 μm) (lásd 6—7. ábra).

A *hosszparenchima* elsősorban késői háncsot képez, a sejtek átlagos átmérője a var. *austriacán* 24,79 μm , a var. *cerrisen* kisebb, elég jelentős mértékben, 15,42 μm . A hosszparenchima sejtkötegek összefüggő, zárt formát mutatnak (lásd 6—7. ábrát).

A *bélsugarak* egyrétegűek vagy nagyon szélesek. Az egyrétegűek erősen hullámosak, lépcsősen törtek (8. ábra), mindkét varietas esetében. A széles bélsugarak simán áthaladók és részben erősen szklerotikusak (kösejtcsomókkal borítottak), (lásd 4—5. ábrát).

A *háncsrostok* a kéreg lényeges alkotórészét képezik, szűk lumenűek és vastag falúak. Ezek mindig a kései háncsban található keskeny, 3—6 sejt széles tangenciális köteget alkotnak. A háncsrostkötegek szélességét tekintve a két varietas különbséget nem mutatott. A háncsrostvet az egyrétegű bélsugarak sűrűn megszakítják, és így az köteges megjelenésű. A háncsrostok átlagos átmérőjét tekintve a v. *austriacán* 17,47 μm -t, a var. *cerrisen* 15,16 μm -t kaptunk (8—9. ábra).

Található még rekeszes háncsrost is, ez vékony falú, megnyúlt plazmatartalmú élő háncselem, de harántfalakkal több részre osztott (lásd a 11. ábra nyíllal jelölt részét).

A *szklerenchymatikus* kösejtek csatornás sejtfalvastagodást mutatnak, többnyire nagyobb csomókban a külső kéregrétegekben található (10. ábra).

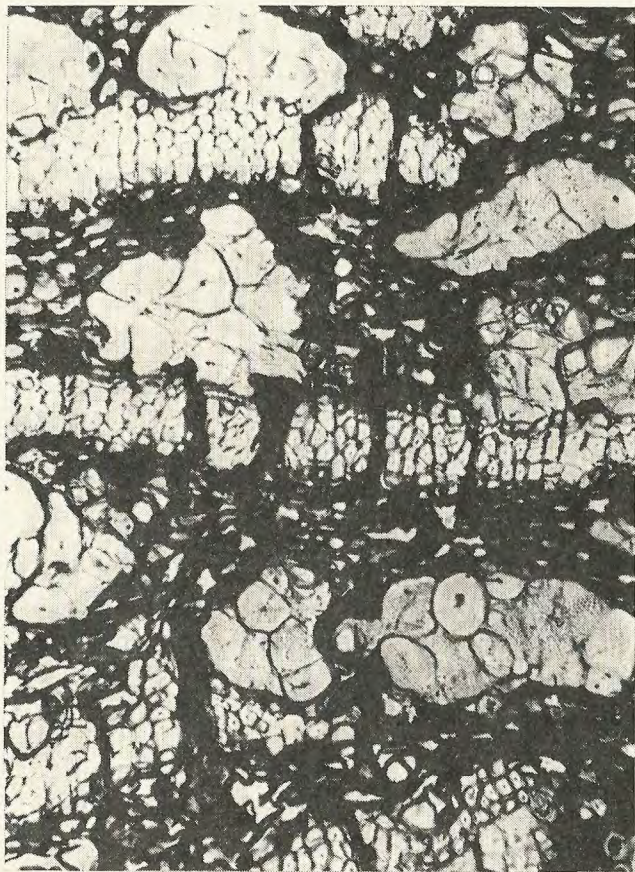
A belső évgyűrűk kösejtmentesek. A széles bélsugarakban található kösejtcsomók sejtjei sugárirányban helyezkednek el. A széles bélsugarak közötti kéregrészen található kösejtcsomók pedig általában tangenciális elhelyezkedésűek.

A kalciumoxalát egyedi kristályok gyakoriak a kösejtcsomókban és rekeszes rostokban (10—11. ábra).

A kéregszövet gyarapodásából eredő dilatáció következménye, hogy a széles bélsugarak és azok környékén a tangenciális irányban fellépő nyomó- és húzóerő hatására megrepednek, és a repedéseket kezdetben parenchimatikus plazmával telt töltőszövet zárja el. Ez a töltőszövet működését befejezve szklerotizálódik, és a kösejtcsomók megjelenését okozza.

A rhytidomán belül különböző széles (10—20 sejt) parakötegek haladnak. A parasejtek simák, lekerekítettek, igen formaállóak, a faluk egyenletesen gyengén vastagodott (12—13. ábra).

A kristályok mennyiségét, előfordulási gyakoriságát tekintve, valamint a paraszövet felépítése vonatkozásában a két varietas között az eddigi vizsgálatok alapján különbség nem adódott.



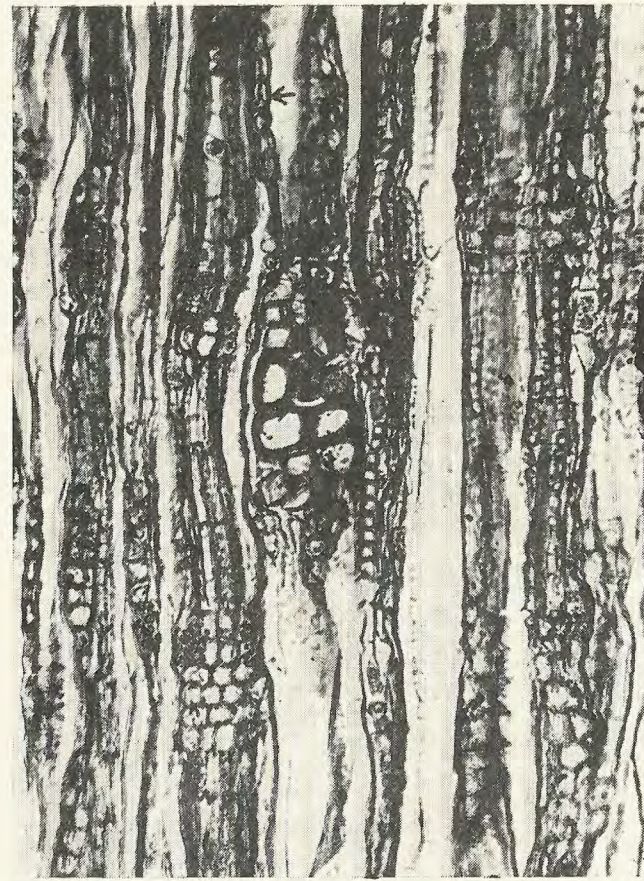
8. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* (Gy₃) idős hancs keresztmetszeti képe. Jól láthatók a hancsrostkötegek, egyrétegű bélsugarak, az összenyomódott rostacsövek és hosszparenchima, valamint a kősejtcsomók. Mikroszkópos felvétel: 120×



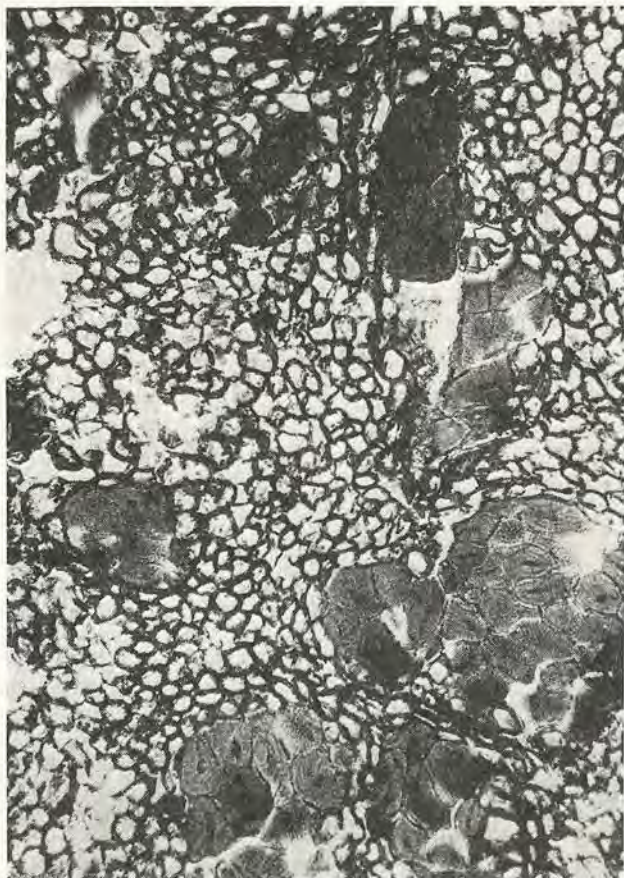
9. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* (Gy₂) idős hancs keresztmetszeti képe. Jól láthatók a hancsrostkötegek, egyrétegű bélsugarak, az összenyomott rostacsövek, valamint a kősejtcsomók. Mikroszkópos felvétel: 120×



10. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* (Gy₂) háncs tangenciális hosszmetset. A jól fejlett kősejtcsomó és annak csatornás vastagodást mutató szklerotikus sejtjei jól láthatók. Mikroszkópos felvétel: 120×



11. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* (Gy₃) háncs radiális hosszmetset. A rekeszes rostban (↔) és a bélsugár-parenchimában található rombusz alakú kalciumoxalát kristályok jól láthatók. Mikroszkópos felvétel: 120×



12. ábra. *Quercus cerris* varietas *austriaca* (P_3) *rhytidoma* keresztmetszet. A parasejtek közé ágyazódott kősejtesomók jól láthatók. Mikroszkópos felvétel: $90\times$



13. ábra. *Quercus cerris* varietas *cerris* (Gy_3) *rhytidoma* tangenciális hosszmetset. Jól láthatók a legöbölödött, kismértékben vastagodott falú parasejtek a kősejtesomókkal együtt. Mikroszkópos felvétel: $120\times$

3. Az eredmények értékelése

A két csertölgy varietas összehasonlító kéreganatómiai vizsgálati eredménye, elsősorban a háncs- és kéregelemek eddigi mérési adatai szerint: a var. *cerris* — mely szárazságtűrő, balkáni, kisázsiai eredetű — sejtméretei kisebbek, mint a var. *austriaca* hasonló méretei.

A var. *austriaca* sejtméreteit a nyugat-dunántúli csapadékosabb időjárás és üdebb termőhely adta. *Mátyás Vilmos* felmérései és vizsgálatai szerint a var. *cerris* elsősorban a Dunántúl keleti részén, a var. *austriaca* pedig a Dunántúl nyugati részén található. Természetesen, a két varietas elterjedési határa nem éles vonallal választódik el (*Mátyás V.* 1970).

A részletes mérési eredményeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

	Q. CERRIS VAR. CERRIS				Q. CERRIS VAR. AUSTRIACA				
	évyűrű szélessége μm	rostacső- átm. μm	parenchima átm. μm	rostátm. μm	évyűrű szélessége μm	rostacső átm. μm	parenchima átm. μm	rostátm. μm	
Gy ₃	143,8	41,4	18,52	15,88	P ₂	192,0	41,5	18,45	15,66
Gy ₈	122,6	36,8	14,80	16,59	P ₃	180,2	55,2	25,96	20,24
S ₂	120,7	41,4	12,94	13,02	Gy ₂	124,3	39,1	26,97	16,52

A táblázat adatai átlagértékek. Az adatokból kitűnik, hogy még az egy termőhelyről származó varietasok között is elég nagy eltérések adódnak (lásd Gy₂, Gy₈ jelzésű törzsek adatait).

Ezért a kapott eredmények csak tájékoztató jellegűek. Szükséges további termőhelyekről származó törzsek vizsgálata.

Összefoglalás

A három termőhelyről származó 3—3 db Q. *cerris* var. *cerris* és Q. *cerris* var. *austriaca* törzsek eddigi összehasonlító kéreganatómiai vizsgálata alapján megállapítható

1. a var. *austriaca* egységnyi kéregfelületében közel kétszeres mennyiségben található a kősejtcsomók a var. *cerris*hez viszonyítva,
2. a var. *austriaca* széles bélsugarai rövidebbek, végükön erőteljesebben szétterülnek és ún. *pálmafa* formációt mutatnak,
3. a var. *cerris* kéregszerkezete keresztmetszeten rendezettebb, ún. hálózatos képet adott, mint a var. *austriaca*,
4. a var. *austriaca* átlagos sejtméretei (évyűrűszélesség, rostacső, parenchima, rostátmérő) nagyobbak, mint a var. *cerris*é.

Irodalom

- Berkel, A.—Bozkurt, Y.* (1961): Untersuchungen über die makroskopischen und anatomischen Holzmerkmale der wichtigsten türkischen Eichenarten. 81—83 p. Kutulmus Matbaası. Istanbul.
- Fekete L.* (1888): A tölgy és tenyésztése. 54—56 p. Magyar Királyi Államnyomda, Budapest.
- Fekete L.—Mágocsy-Dietz S.* (1868): Erdészeti Növénytan II. Főiskolai tankönyv. 527—531 p. Magyar Királyi Államnyomda, Budapest.
- Faipari Kutató Intézet Zárójelentése* (1966): A cserfa komplex felhasználása. Témaszám: 33.12.03.03. Budapest.

- Holdheide, W.* (1951): Anatomia mitteleuropäischer Gehölzrinden. In H. Freund: Handbuch der Mikroskopie in der Technik. Band 5, Heft 1. 193—367 p.
- Igmándy Z.* (1966): Vizsgálatok a cser (Quercus cerris L.) faanyagának tartósságáról. Erdészeti és Faipari Egyetem Közl. 1—2 sz. Sopron.
- Mátyás V.* (1967): A tölgyek dendrológiai ismertetése. *Keresztesi B.*: A tölgyek. 51—89 p.
- Mátyás V.* (1970): A cser alakváltozatossága Magyarországon. Erdészeti Kutatások. 67. Budapest.
- Mátyás V.* (1970): Taxa Nova Quercuum Hungariae. Acta Botanica Ac. Sci. Hun. Tomus 16 (3—4) p. 329—361 Budapest.
- Speer N.—Elekes I.—Tusa G.* (1971): Fagazdálkodási politikánk néhány kérdése. 156—157 p. Hungexpo kiadása. Budapest.

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ КОРЫ СТВОЛА QUERCUS CERRIS VARIETAS CERRIS LOUD. QUERCUS CERRIS VARIETAS AUSTRIACA (WILLD.) LOUD.

Д-Р КАРОЙ БАБОШ

биолог анатом, научный сотрудник

Насаждения червоного дуба в Венгрии состоят из двух *varietas*: один — *Quercus cerris varietas cerris*, второй — *Quercus cerris varietas austriaca*. При прежних исследованиях и испытаниях этот факт не учитывали и испытывали дуб в целом. (Испытывали естественную стойкость и производственное применение дуба.) Занимались анатомическим испытанием коры двух *varietas*. Испытания коры производили на образцах, которые брали из трех мест находений за Дунаем из старых стволов, находящихся на высоте груди (1,30 м). Поперечное сечение коры *varietas cerris* упорядоченное, дает так называемую «сетевую» картину, как *varietas austriaca* (см. рис. 4 и 5). Широкие сердцевинные лучи *varietas austriaca* короче, концы сильно разветвляются в виде так называемой «пальмы» (см. рис. 4 и 5).

Средние размеры клеток *varietas austriaca* (ширина годовых колец, паренхима, сечение волокон) больше, чем *varietas cerris* (см. таблицу 2).

ANATOMICAL EXAMINATIONS OF THE BARK ON THE STEM OF QUERCUS CERRIS VAR. CERRIS LOUD. AND OF THE Q. CERRIS VAR. AUSTRIACA (WILLD.) LOUD.

DR. KÁROLY BABOS

Certificated biologist, phytotomist, scientific research worker

In Hungary the stand of *Quercus cerris* consists of two *varietas*; one of them is the *Q. cerris* var. *cerris* and the other is the *Q. cerris* var. *austriaca*. This fact was not considered in the course of the earlier examinations, and the *Q. cerris* was studied as a whole. (These examinations discussed the natural durability and the industrial applicability.) This study deals with the anatomical examination of bark of the two *varietas*. The investigations were carried out on samples of bark taken from the breastheight (1.30 m) of old stems which come from three sites of Transdanubian.

The bark structure of the var. *cerris* on the cross-section was more regular (it showed a net-like drawing) in comparison to the var. *austriaca* (see the Figures 4 and 5).

The wide rays of the var. *austriaca* are shorter, more powerfully spreading on their ends, and show a configuration socalled "palm-tree" (see the Figures 4 and 5).

The average cell-sizes of the var. *austriaca* (width of annual rings, sieve tube, parenchyma, diameter of grain) are larger than those of the var. *cerris* (see the Table 2).

ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN DER RINDE AN STÄMMEN VON
QUERCUS CERRIS VAR. CERRIS LOUD. UND Q. CERRIS VAR. AUSTRICA
(WILLD. LOUD)

DR. KÁROLY BABOS

Pflanzenanatomiker, wissenschaftlicher Mitarbeiter
Dipl-Biologe

Der Zerreibenbestand in Ungarn besteht aus zwei Varietäten: die eine ist die *Q. cerris* var. *cerris*, die andere die *Q. cerris* var. *austriaca*. Bei früheren Versuchen wurde diese Tatsache nicht berücksichtigt und man hat die zwei Varietäten nicht differenziert untersucht. (Die erwähnten Untersuchungen bezogen sich auf die natürliche Beständigkeit und die industrielle Nutzbarkeit der Holzsubstanz der Zerreiche.) Diese Abhandlung befasst sich mit der anatomischen Untersuchung der Rinde beider Varietäten.

Die Untersuchungen wurden auf aus Brusthöhe (1,30 m) entnommenen Rindenmustern von je drei, aus verschiedenen Standorten Transdanubiens stammenden alten Stämmen von *Q. cerris* var. *cerris* und *Q. cerris* var. *austriaca* durchgeführt. Es war festzustellen, dass die Rindenstruktur von *Q. cerris* var. *cerris* im Querschnitt ein besser geordnetes, sogenanntes „Netz bild“ ergab, als *Q. cerris* var. *austriaca*. (Abb. 5 und 4.) Die breiten Markstrahlen der var. *austriaca* sind kürzer, auf ihren Enden breiten sie sich stärker aus und zeigen eine sogenannte „Palmenform“. (Abb. 4 und 5.)

Die durchschnittlichen Zellenmasse (Jahrringsbreite, Siebröhren-, Parenchyma- und Faserdurchmesser) von var. *austriaca* sind grösser als die ähnlichen Werte von var. *cerris* (Tabelle 2.).

HULLADÉKHASZNOSÍTÁS, ANYAG- ÉS ENERGIATAKARÉKOSSÁG

SZALAY LAJOS
okl. faipari mérnök, osztályvezető

ORTUTAY BÉLA
tudományos ügyintéző

OROSZ JENŐ
műszaki ügyintéző

I. ÁLTALÁNOS MEGÁLLAPÍTÁSOK A FAIPARI HULLADÉK EURÓPAI HASZNOSÍTÁSÁVAL KAPCSOLATBAN

A potenciálisan rendelkezésre álló faipari hulladék hasznosítási mértékét számos tényező befolyásolja. Az észak-európai körzet kiemelkedően nagy hulladékhasznosítását a fafeldolgozó ipar koncentrációjának, ill. integrációjának, továbbá annak a ténynek tulajdoníthatjuk, hogy az ott feldolgozott nyersanyag legnagyobb része fenyő, amelynek hasznosítása hulladék formában sem jelent nehézséget.

Ennek ellenére figyelemreméltó tény, hogy számos nyugati ország milyen nagy gondot fordít a faanyag *komplex* hasznosítására. Oktatási és kutatási intézmények vizsgálják többlépcsős program keretében a kitermeléskor, szállításkor és a különböző ipari folyamatoknál keletkező és a környezetre is káros hulladék hasznosíthatóságát.

A szocialista országok hulladékhasznosítási eredményei elsősorban a túlnyomóan lombos fafajok miatt alacsonyabbak.

A KGST-országokban jelenleg mintegy 500 millió m³ az évi fakitermelés, ebből azonban csak 350 millió m³-t hasznosítanak. A fanyersanyag nagy hányada hulladék.

A hulladékhasznosítás szintje a szocialista országokon belül is változó. Ennek oka az egyes országok faiparának eltérő szerkezetében és eltérő koncentráltságában kereshető. Kétségtelen, hogy a legelőnyösebben a keletkezés helyén lehet a hulladékot hasznosítani. Változatos és igényes értékesítésre azonban csak megfelelő vertikumokban, kombinátokban van lehetőség. Ebben a tekintetben nálunk kedvezőbb helyzetben van a Szovjetunió, Csehszlovákia és Románia.

A komplex hasznosításban rejülő nagy tartalék a fanyersanyagot a stabil és folyamatos termelés fontos bázisává teszi. Ezt a felismerést jól példázza a Szovjetunióban létrehozandó *USTY-ILIMSZK* fafeldolgozó ipari komplexum. A vállalatóriás mintapéldája lehet a teljes fafelhasználásnak. Fűrészüzeme évente 25 millió m³ rönköt fog feldolgozni fűrészarúvá, a forgácslapüzem évi 250 ezer m³ kapacitású lesz, szulfitecellulóz-üzeme évente 500 ezer tonna fehértett cellulózt állít majd elő, a hidrolizáló üzem évente 3800 tonna takarmányt és 12 ezer tonna furfurolt fog készíteni.

Romániában az iparfejlesztés során fafeldolgozó kombinátokat létesítettek. Itt megközelítően eléri az észak-európai körzet magas hulladékhasznosítási színvonalát.

Csehszlovákiában a fafeldolgozó ipar vertikális felépítése az energiaválságtól függetlenül, már korábban jó lehetőséget teremtett a fahulladék hasznosítására. Adatok szerint a hulladék több mint 80%-át valamilyen módon feldolgozzák. Különösen nagy — 40% feletti — az ipari hasznosítás aránya. A hulladék 1/3 részét hőenergia termelésére fordítják.

Lengyelország helyzete kedvezőtlenebb, a fahulladéknak csupán 32%-át értékesítik technológiai és energetikai célokra. A további megoldást a kutatási eredmények fokozottabb

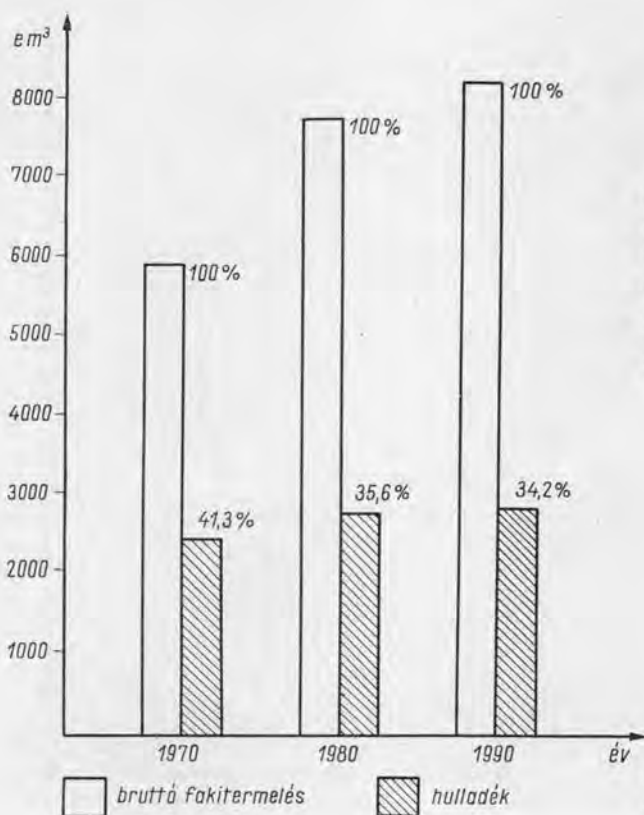
figyelembevételével az agglomerált lapok előállításában és a műtrágyagyártásban látják. A lengyel ipar saját tervek alapján fahulladék és kéreg eltüzelésére alkalmas berendezéseket fejlesztett ki.

Az NDK az energetikai hasznosításnak kisebb figyelmet szentel, a fahulladék értékesítésénél az agglomerált lapok készítését és a kémiai feldolgozást látja megoldásnak.

Az előző példák is mutatják, hogy különösen az utóbbi években a fa komplex hasznosítása került az értékesítés középpontjába. Világszerte törekednek a fafelhasználás szerkezetének olyan megváltoztatására, amellyel az adott nyersanyagbázist mind nagyobb százalékban tudják hasznosítani.

A hulladék hasznosítása nemcsak az értékes nyersanyagok további kiaknázását jelenti, hanem egyben környezetvédelmi gondot is megold. A felhalmozódó hulladék megsemmisítése ugyanis nem történhet — mint hazánk esetében is — társadalmi többletráfordítással.

A hulladékhasznosítás erőteljes fokozása hazánkban is égető kérdéssé vált, ezért a KGST-munkamegosztásban intézetünk is szerepet vállalt. A fejlesztési feladatok megoldásához kívánunk hozzájárulni a továbbiakban ismertetésre kerülő nemzetközi eredményekkel.



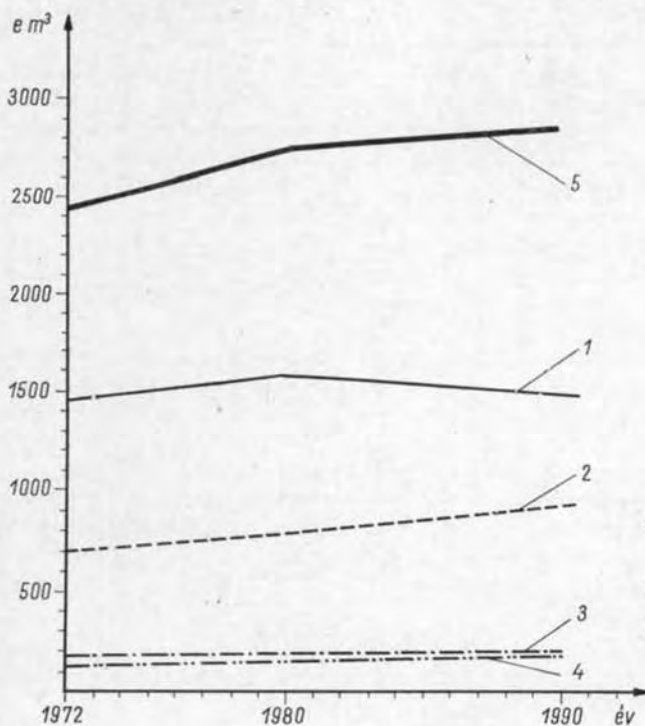
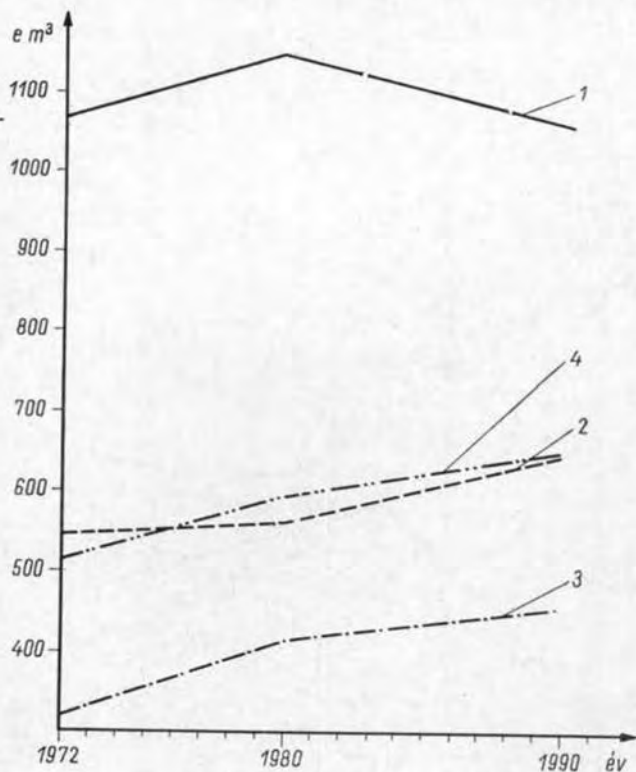
2. A HAZAI FAFELDOLGOZÓ IPARBAN KELETKEZŐ HULLADÉK

A magyarországi viszonyokat tükrözi az 1—4. diagram. A közgazdasági előrejelzések szerint 1971—73 és 1990 között a következők szerint fog alakulni a hasznosításra váró hulladék mennyisége és megoszlása.

1. diagram. A bruttó fakitermelés és a hasznosítható hulladék mennyiségének összehasonlítása

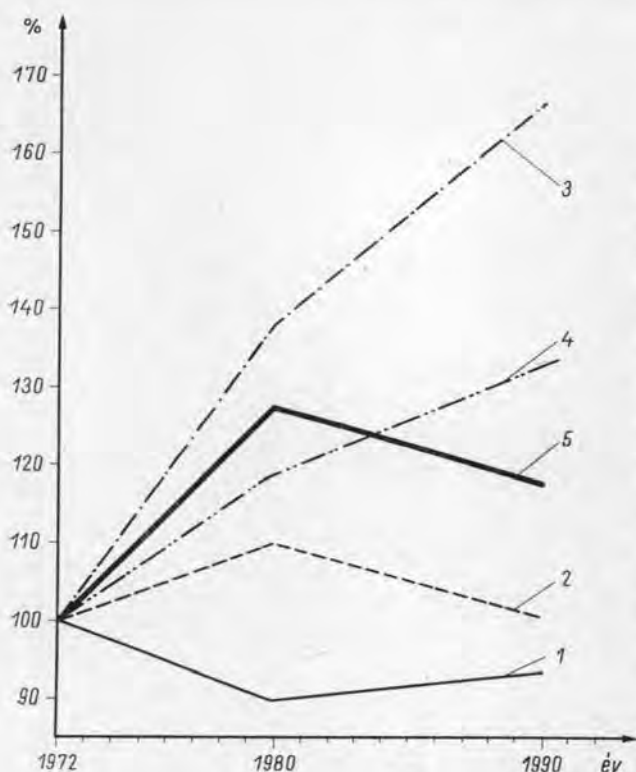
2. diagram. A hulladék megoszlása választékonként

1. vékonyfa hulladék, 2. darabos hulladék, 3. forgács, fűrészpor, 4. egyéb kéreg



3. diagram. A hulladék megoszlása szektoronként

1. erdőgazdasági hulladék, 2. elsődleges feldolgozásból eredő hulladék, 3. másodlagos feldolgozásból eredő hulladék, 4. kereskedelmi hulladék, 5. hulladék összesen



4. diagram. A hulladék megoszlása fajok szerint (Az 1971–73. évek átlaga = 100%).

1. bükk, gyertyán, 2. egyéb kemény lombos, 3. nyár, 4. egyéb lombos, 5. fenyő

3. A FAHULLADÉK HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

A fahulladék *agglomerált lapok* gyártásában való felhasználása a forgácslap- és farostlemezipar régi gyakorlata. A gyalu- és maróforgács, a hámozáskor keletkező forgácsanyag, a fűrészpor, valamint az üzemekből származó nagyobb darabos hulladék megfelelő alakításával számottevő nyersanyagbázis nyerhető ezekhez a korszerű technológiákhoz. A korszerű forgácsképző és rostosító-berendezésekkel a hulladék szinte minden változata, akár a fűrészpor is — fajokra való tekintet nélkül — feldolgozható.

A farészecskék jól köthetők szerves és szerves ragasztóanyagokkal, majd az így nyert elegy kívánt méretű és alakú lapokká, idomokká formálható. Sokat ígérő útnak látszik a cementtel és egyéb szervesanyagokkal, valamint szintetikus habanyagokkal mint kö-

tőanyagokkal való feldolgozás. Ugyanakkor az elemi farészecskék a farostlemez- és kéreglapgyártás tanúsága szerint külön kötőanyag nélkül is egyesíthetők.

A fát felépítő kémiai vegyületek száma és összetétele olyan nagy és bonyolult, hogy pontos ismeretekről ma sem lehet beszélni. Ez a gazdagság azonban egyben a fahulladék *kémiai hasznosíthatóságának* kimeríthetetlen forrása is.

A faanyag extrahálásával, lepárlásával ill. más típusú feltárással ipari alap- és segédanyagok, gyógyszerek és megfelelő vegyi kezeléssel egyebek mellett takarmány nyerhető.

A fa ősi *tüzelőanyag*, amelynek jelentőségét most az energiahordozókra irányuló fokozottabb figyelem húzza alá.

A keletkező fahulladék nedvességtartalma tüzeléstechnikai szempontból általában kedvező, hiszen már a korábbi technológiai lépések is legalább természetes úton száradt anyagot igényeltek. A faanyag nedvességtartalmának csökkenése pedig a fűtőérték javulásával jár együtt. Az ismertebb fűtőanyagok fűtőértékének összehasonlítása:

légszáras fa (átl.)	3 700 kcal/kg,
barnaszén brikett	4 900 kcal/kg,
kocsz	7 100 kcal/kg,
T 10/30 tüzelőolaj	10 000 kcal/kg.

A fahulladék elégetésekor keletkező hőmennyiség tehát — tekintetbe véve a tüzelőanyag nagy tömegű, folyamatos keletkezését is — komoly energiaforrás lehet.

Az égés akkor fejeződik be, ha a fa összes széntartalma széndioxidra és vízre bomlik. A visszamaradó anyag az éghetetlen hamu, amely előnyösen nem éri el az 1%-ot.

Az egyes fajtacsoportok felső fűtőértékei (a faanyag víztartalmát nem veszik tekintetbe):

fenyőfélék átlaga	4611 kcal/kg,
lágú, lombos fajok átlaga	4230 kcal/kg,
kemény, lombos fajok átlaga	4275 kcal/kg.

A lignin- és a gyantatartalom növekedése általában fokozza a fűtőhatást.

A fahulladék és kéreg, mint szerves anyagok, elbomlásukkor az organikus vegyületekben szegény talaj fellazításával annak jobb levegő- és vízháztartását segíthetik elő. Ugyanakkor a fahulladék-hasznosítás további útja lehet a *takarmánykészítés*, sőt a ma még utópisztikusnak tűnő, de kísérletekkel igazolt lehetőség — az emberi táplálkozást szolgáló *élelmiszerek előállítása* is.

Összefoglalva, a hasznosítási lehetőségek a következők:



4. A HULLADÉKHASZNOSÍTÁS KONKRÉT LEHETŐSÉGEI

4.1 Agglomerált lapok gyártása

A kísérletek a komplex faanyag-felhasználás jegyében folynak. A túlelű és lombelű állományok felső biotikus tömegének alkalmazása nyersanyag-gazdálkodási és erdészeti szempontból egyre növekvő érdeklődést kelt. E biotikus tömeg értékesítésekor azonban eljárástechnikai nehézségek lépnek fel, és a végtermék tulajdonságai csak részben lesznek kedvezőbbek. Különböző korú erdeifenyő- és lucfenyőállományok túlelűnek, kérgének és fájának vizsgálatakor, figyelemmel kísérve a nyersanyag összetevőit és pH-értékét, egyrétlegű faforgácslapokat készítettek. A kísérletek azt mutatták, hogy a dagadás és a lapleemelő szilárdság a ragasztott túlelűeknél a kötési nehézségek miatt romlott, ugyanakkor az utólagos formaldehidlehasadás fenti esetben csekélyebb volt, mint a normál faforgácslapoknál. A ragasztási nehézségek különösen a zsír, viasz és olaj jelenlétére, az utólagos formaldehidlehasadás csökkenése pedig a magas csersav- és phlobaphentartalomra vezethetők vissza.

A bükk törzséből és ágából kivett ugyanazon növekedési évből származó faanyag fontosabb műszaki tulajdonságainak vizsgálatakor a következő eredményeket kapták.

A sejtfa- és parenchimaarány az áganyagban csekély mértékben nagyobb, mint a törzsben. Az áganyag 3,8%-kal nagyobb térfogatsúlyú, mint a törzsanyag. A hajlítóvizsgálatok nem mutattak különbséget, az ütő-törő szilárdság azonban áganyagnál a nagyobb térfogatsúly ellenére, mintegy 25%-kal rosszabb értéket mutatott. A törzsből és az ágakból készített kísérleti forgácslapok között azonos laptömörtség mellett nem volt különbség a hajlítószilárdság és a rugalmassági modulus tekintetében. Összességében megállapítható volt, hogy a törzs és a koronataromány faanyaga között műszaki használati értékben nincs olyan lényeges különbség, ami a törzs- és áganyag külön értékesítését követelné meg.

A hulladékkéreg hasznosításának fontos területe a forgácslapok készítése. Az eddigi vizsgálatok azt bizonyították, hogy lehetséges a normál forgácslapoknál 20–30% kéreg bekeverése anélkül, hogy a lapok lényeges tulajdonságai szabványos érték alá csökkennének. A bekeverés aránya esetleg tovább is növelhető lenne, de a megfelelő szilárdság végett a térfogatsúlyt és a kötőanyag mennyiségét is növelni kellene. Farostlemezeknél a növekvő kéregarányral csökken a víztelenedési sebesség, ez csökkenti a szita sebességét, és a fizikai tulajdonságok is romlanak. Nedves eljárásnál ezenkívül a kéreg növeli a szennyvíz tisztátalanságát, amely természetesen abban az esetben nem káros, ha a szennyvizet besűrítik és elégetik.

Száraz eljárású farostlemez-gyártás esetében a kéreg hatásával kapcsolatban még nem eleendőek az ismeretek. A legtöbb esetben a kérget rostosítás után pneumatikus osztályozással elkülönítik.

Tekintettel az anatómiai felépítésbeli különbségekre, az egyes fafajok fizikai és kémiai összetételére, a belőlük gyártott lapok tulajdonságai nem azonosak.

A legfontosabb európai fafajok kérget vizsgálta laboratóriumi kísérletekkel lapgyártási szempontból *Volz*. A vizsgált fafajok között szerepelt a bükk, a lucfenyő és az erdeifenyő is. A kísérletek során a nevezett kéregfélésekből kísérleti lapokat állított elő. A kéreg nedves és száraz kéregzés során keletkezett. Kísérleti jellemzők: kötőanyag 7–14% melamin-formaldehidgyanta, a préselési hőmérséklet 130–160–180 °C, a préselt lapok térfogatsúlya 0,55–0,85 p/cm³. Megállapította, hogy a nedves eljárással nyert lucfenyőkéregből készített lapoknak jobb mechanikai tulajdonságaik, de rosszabb fizikai tulajdonságaik voltak, mint a száraz eljárással nyert kéregből készített lapoknak. A bükk-kéregből előállított forgácslapok hajlítószilárdsága alacsonyabb, de a lap síkjára merőleges szakítószilárdság kimagaslóan jó volt (4,7–16,2 kp/cm²). Általában megállapítható, hogy a közepes térfogatsúlyú kéreglapok hajlítószilárdsága lényegesen kisebb, mint a szokásos faforgácslapoké. Hasonló a helyzet a rugalmassági tényezővel is.

Jóllehet, az elvégzett munka számos kérdést nyitottan hagyott, pl. nem válaszolta meg a kéreg kora, a részecskeméret és az alak hatását, továbbá a háncsarány befolyását, mégis kétségtelenül igazolódott, hogy a kéreglapok az agglomerált anyagok önálló kategóriáját képezhetik. Felhasználási területük speciális, amely még további alapos vizsgálatot igényel.

Az építőiparban széles körű alkalmazást nyernek az ún. cementkötésű forgácslapok (*Velox, Duripanel*), ezek nem éghetőek, ellenállóak az időjárással, valamint a különböző biológiai tényezőkkel szemben. A kéreg nagy extraktanyag-tartalma az oka annak, hogy e területen nem hasznosítható, mert összetevői lassítják vagy megakadályozzák a portlandcement kikeményedését. A probléma megoldása vagy a kéreg extrakciójával vagy szigetelő bevonásával lehetséges.

A fenyő fűrészüemi hulladék értékesítésére forgácslapgyártásnál az NDK-ban már ismeretesek az első tapasztalatok (a kéreg a középrészbe kerül, a keretfűrészpör a fedőrétegbe). Az 1 : 1 = fedőréteg : középréteg tömegaránynál a következő paraméterek várhatók :

térfogatsúly 800 kp/m³, hajlítoszilárdság 170 kp/cm², szakítószilárdság a lap síkjára merőlegesen 3,5 kp/cm². A lapok tulajdonságainak javítására üvegrost paplanból és polisztergyantából kialakított bevonat készíthető. Kétoldalú borítással a hajlítoszilárdság 600%-kal növelhető.

A szervesen kötőanyag és szerves adalékanyag kombinációk már évtizedek óta ismertek (fagyapot, könnyű építőlemez). A kötőanyag gipsz, magnezit és cement. A cement alkalmazása növekvő, mert javítja a lapok nedvesség- és gombaállóságát. Ugyanakkor egyes faalkotók és a kéregtartalom a cement kötését erősen lassítják. A fakéreg—cement kombinációból folytatott építőelem-gyártásban kötésgyorsító szereket alkalmaznak. Mindenekelőtt a kalciumklorid és a vízüveg vált be. Az ilyen lapok készítésekor az a cél, hogy a szerkezetek egyidejű könnyítése mellett azok hőtechnikai tulajdonságait is kedvezőbbé tegyék.

Az NDK-ban számos kísérletet folytattak a fahulladék és kéreg cementtel kötött építőlapokhoz való alkalmazására.

Tulajdonságok: térfogatsúly 800—1000 kp/m³, nyomószilárdság 15—25 kp/cm³, hajlítoszilárdság 10 kp/cm², hővezetési tényező 0,24 kcal/m, óra, °C. A cementtel kötött falépítőelemeket az NDK-ban egyemeletes épületekben alkalmazzák mint nem teherhordó belső és külső falemeleket, továbbá a mezőgazdasági és kereskedelmi épületekben stb.

Évtizedek óta kísérleteznek a fapor és beton együttes felhasználásával. A fapor szilárdsága alapján a kötés a szemecskék között és a beton más komponenseihez rossz. Svájcban *Durisol* kereskedelmi néven új építőanyagot hoztak forgalomba. A fapormennyiséghez speciális műgyantát is adagolnak. Ez a polimer körülveszi a faporrészeket, és az egyéb kötőanyagokkal való kötődést kedvezőbbé teszi. Ezáltal a *Durisolban* kisebb belső feszültségek keletkeznek. A belső feszültségek egyébként károsítanák a betonelemeket. A *Durisol* jó szigetelőképeségű, ellenáll a tűznek és hidegnek.

A fapor nem csupán az olcsó töltőanyag szerepét veszi át, hanem a hirtelen hőingadozáskor, valamint az erős mechanikus igénybevételkor csillapítóként is hat. Az olyan nagy por mennyiségek esetében, amelyek jelenleg a fafeldolgozó ipari üzemekben keletkeznek és pillanatnyilag gazdaságosan nem dolgozhatók fel, az eljárás olyan lehetőséget nyújt, mellyel a fapor gazdaságosan értékesíthető.

Csehszlovákiában kísérleteket végeztek ún. könnyű agglomerációs anyagok előállítására a fahulladék és az ugyancsak állandóan növekvő mennyiségű műanyag hulladék kombinálásával. Az eddigi tapasztalatokból és az elért eredményekből kiindulva megállapítható, hogy előhabosított polisztirol segítségével a fahulladék csaknem valamennyi változata és a szárított papíripari iszap is köthető.

Az eljárás az előhabosított hulladék polisztirol kötőanyagként való alkalmazásán alapul. Ennek szemcséi habzaskor összezárnak és magukba zárják a fa anyagú töltőanyagot, így a présformának megfelelő, kívánt alakú, könnyű agglomerált termék keletkezik. Az agglomerált termék formában történő kihabosításának paraméterei: a 0,5—0,8 at nyomású gőz rövid intervallumban (60—90 s) átáramlik a formán, és az abban található polisztirolszemcsék a jelenlevő pentán kiterjedése következtében megduzzadnak. Az előhabosított polisztirol az eredeti állapothoz képest 30-szor nagyobb szemcsetérfogatot ad, ennek következtében szilárdan kötött, tömör lap keletkezik a polisztirolból és fahulladékból.

A kísérletek során különböző százalékos összetételű cellulóz és papíripari hulladék alkalmazását vizsgálták. Azt találták, hogy a fahulladék mennyisége 30—90%-ot is kitehet, és hogy a hulladékot nem szükséges őrölni vagy más módon aprítani. Ellenkezőleg, a töltőanyag durvább szemcséi előnyösebbek, mint a finomabbak. A papíripar iszapját és hulladékrostját ezért előzetesen borsóméretűre kell kialakítani. Kedvezően használható a papírlemez és papírdarabok különböző változata is. E hulladékok mellett más anyagokat is vizsgáltak,

mint pl. a vágott szalma, lucfenyőtű, poliuretán habanyagok stb. Az új termékkel kiküszöbölhető a tisztán polisztirol habból készített építőelemnek az a tulajdonsága, hogy kimagasló hőszigetelő képessége mellett hangszigetelése rossz. A könnyű agglomerált anyagok közvetlenül a présformában különböző bevonatokat kaphatnak, vagy azok utólag ragaszthatók fel, ezáltal nemcsak hatásos, hanem több célra megfelelő felületi kialakítás érhető el ezeknél az anyagoknál.

A gyártás előnye, hogy csupán hulladékot hasznosít (kéreg, fűrészpor, harmadosztályú polisztirol). A végeredmény lényegében minőségben megfelelő és használható termék. A gyártási eljárás egyszerű, nem keletkeznek gáz formájú, folyékony vagy szilárd hulladékanyagok. A hűtővíz körforgásban tartható, esetleg folyókba is vezethető, mert a vizet egyáltalán nem szennyezi. A termelés nem víz- vagy gőzigényes, és nincs szükség költséges gépi berendezésre. A töltőanyag égéssel, biológiai károsodással szemben kezelhető.

Azok a forgácslapüzemek, amelyek fenolt vagy fenolrezorcint tartalmazó gyantákat használnak a főzésálló, külső felhasználásra alkalmas forgácslapok gyártásánál, szembe kerülnek a fenolformaldehid gyantákkal kapcsolatos növekvő hiánnyal és árproblémákkal. Cél-szerű lenne, ha olyan olcsóbban előállítható anyagot dolgoznának ki, amely a fenolt és homológjait helyettesítené a kötőanyagok előállításában. A kéregkivonatok fenolos összetevőinek alkalmazását időről időre szorgalmazzák. A legutóbbi kísérletek során a fehér- és ponderosafenyő kéregkivonatainak kötőanyagként való alkalmasságát vizsgálták forgácslap-hoz. A fa- vagy forgácsrészcskéket koncentrált kéregkivonattal permetezték be. Amikor kis mennyiségű paraformaldehidet is adagolták a farészcskékhöz, a formaldehid a polifenolos vegyületekkel együtt vízhatlan kötőanyagot képzett. Így a fenol-formaldehiddel és fenolrezorcinnal készített gyantákat helyettesíteni lehet kis költséggel előállítható kéregkivonatokkal. A forró préselelési ciklus alatt távozó formaldehid a kivonatokban jelenlévő polifenolos vegyületekkel lép reakcióba, és ekkor keletkezik a vízhatlan kötőanyag.

4.2 Vegyipari hasznosítás

A nagy mennyiségű hulladékkéreg célszerű felszámolása a fafeldolgozó ipar fontos problémája. A kéreggel kapcsolatban általában megállapítható, hogy kifejezetten heterogén anyag-ról van szó, amely a fafajtól függően nagymértékben különbözik. Kémiai oldalról vizsgálva mindenekelőtt az extraktanyag-, lignin- és hamutartalma jelentős. Ezzel szemben a cellulóztartalom arányosan kisebb. Különösen az extraktanyagok összetétele rendkívül változatos, a hazai fafajok kérgében mindenekelőtt fenolos jellegű vegyületek, terpének stb. találhatóak.

Értékes lehetőségeket kínál a kéregértékesítésre a hidrolízis és a hidrolízátum cukorkoncentrátummá vagy fehérjévé való feldolgozása (mindkét termék tápanyagcélakat szolgál). A fahulladékkal szemben a kéreg erre a célra nyersanyagként csekély poliszaharid-tartalma miatt (mintegy 50% szemben a fa 70–80%-ával) kevésbé megfelelő.

A *Pozsonyi Állami Faipari Kutatóintézetben (SDVU)* kísérleteket folytattak kéregből aktív szén előállítására. Jóllehet, az eredmények nem voltak teljesen kielégítőek, mégis igazolták, hogy kevésbé szennyezett oldatok tisztításában jól használható. A környezetvédelmi törekvések keretében a kéregből nyert aktív szén még viszonylag nagy hamutartalom esetén is jól hasznosítható.

Az USA-ban és a skandináv országokban néhány esetben a kérget hideg, ill. fagyhatás elleni szigetelőanyagként alkalmazták utaknál és vasutaknál.

Az amerikai nyár kérgéből *Pearl* két féle glükozidot, szalicint és tremuloidint állított elő.

A legősibb és legismertebb szokásos kémiai kéregfelhasználás a bőrök cserzése.

A cserzőanyagot Európában elsősorban a tölgy és a lucfenyő kérgéből nyerik, Észak-Amerikában ugyanezre a célra a cersavban gazdag *quebracho* és *hemlock* fafajokat alkalmazták.

A gyógyászati célokat szolgáló feldolgozásra jó példa a Sri Lankában és Dél-Kínában honos fahéjfa, amelynek a kérgéből a fahéjat nyerik. A gyógyászatban olyan sokoldalúan felhasznált kinin is kéregtermék. Az épp oly sok gyógyászati célt szolgáló szalicin Európában a fűz kérgéből készül.

Az USA-ban erre a célra az amerikai rezgőnyár (*Populus tremuloides*) a forrás. A fejlődés oda vezetett, hogy ma azok a cellulózgyártók, akik rezgőnyárat dolgoznak fel, a kérget is felhasználják szalicin kinyerésére.

Néhány észak-amerikai tűlevelű fafaj kérge kitűnő viaszt ad. A douglasfenyő kérgéből dihidroquercetin nyerhető, amely antioxidációs szerként, valamint a gyógyászatban használható.

Jelenleg számos termék előállítására ismert — egyebek között pl. színezékek és lakkok, műanyagok, víztaszító és flotációs szerek, kozmetikai, fungicid, baktericid anyagok stb.

A Finnországban működő egyik fűrészüzem hulladékként jelentkező fűrészport tovább finomítva itatópapír és szigetelőpapír gyártására, valamint forgács- és műanyaglapok laminálására, vagy ragasztófilmek hordozóanyagának készítésére használják fel.

4.3 Energiahordozóként való hasznosítás

Az energiával való takarékoskodás tekintetében a faipar különösen kedvező helyzetben van, mivel a tüzelőanyagot fahulladék formájában maga állítja elő.

A Szovjetunióban — számítások szerint — a faanyag hulladék 40% nedvességtartalom mellett mint energiahordozó, évi $1,3 \times 10^{15}$ kJ hőt képvisel. Az elsődleges feldolgozásból származó hulladék és kéreg hőtartalma $0,7 \times 10^{15}$ kJ, ez a mennyiség a faipar energia-szükségletének háromnegyedét képes fedezni. Ilyen jelentős tartalék elvesztése a népgazdaság számára nem megengedhető.

Az elégetők és a hőkicsérők fejlesztésében elért eredmények lehetővé teszik a fahulladék biztonságos, robbanás és légszennyezés veszélye nélküli energetikai hasznosítását.

A fa gázokban gazdag tüzelőanyag, így az elégetéskor magas hőmérsékletet ad, és jó hatásfok érhető el. Az égéshez szükséges levegő szabályozásával, alkalmas levegővezető és -keverő berendezéssel a fahulladék elégetésére szolgáló szerkezetekben a hatásfok 80% is lehet. A hulladék sokféle lehet, így fűrészpor, maró- és gyaluforgács, furnérmaradék és darabos anyag, tartalmazhat ragasztóanyagot, műanyagot vagy műgyantát. Ebben a tekintetben meg kell vizsgálni, hogy ezek az anyagok az égésre milyen hatást gyakorolnak.

A karbamid-formaldehid ragasztónak nincs káros hatása. A fenolgyanták azonban, amelyeket pl. vízálló forgácslapok gyártására használnak, zavarokat idéznek elő. A fenolgyanta marónátron-tartalma alacsony olvadáspontú, megköti a hamut, amely azután ragacsos maradványként a kazán fűtőfelületeihez tapad, bizonyos körülmények között agresszív hatású is. A marónátron megtámadja az égőtér samottos falzatát. A fenoltartalmú hulladékot más fahulladékhhoz csak csekély mennyiségben szabad keverni, mert a gyulladási hőmérséklete magasabb, mint a tiszta fahulladéké. A melamingyantával kötött forgácslap hulladéka minden további nélkül elégethető. Ezzel szemben semmilyen körülmények között nem megengedett a polivinilklorid (PVC) elégetése. A tiszta PVC 48% klórt tartalmaz. Elégéskor nagy mennyiségű sósav és klórgáz szabadulna fel; mindkét anyag megtámadja a vasat és az acélt. Ha csupán csekély mennyiségű PVC kerül a tüzelőberendezésbe, akkor úgy lehet segí-

teni, hogy adagoloberendezés segítségével kalciumoxid formájában kalciumot, mészlisztet fűjnek be a tüztérbe. A PVC minden kg-jára 1 kg mésszel kell számolni.

A fát nagy levegőfelesleggel kell elégetni, amely mennyiségét tekintve az anyag jellemzőitől és a tüzelőberendezés szerkezetétől függ. Minden esetben maradjon azonban az égés hőmérséklete 1250 °C alatt, hogy a hamu olvadáspontját ne lépjk túl. Ellenkező esetben a fűtőfelületeken és a rostélyon lerakódások keletkeznek és a samottos falazaton is károk lépnek fel. Hűtött tüzelőberendezésekben a levegőfelesleg $n = 1,5-1,7$ lehet, nem hűtött tüzterekben $n = 2$ -ig lehet elmenni, hogy ezzel a hamu olvadáspontja alatt tartsák a hőmérsékletet. Túlságosan nagy levegőfelesleg esetén erős füstképződés lép fel. A légsebesség csatornában való mérésével vagy CO₂-mérőkészülék segítségével a légmennyiség helyes aránya ellenőrizhető.

Annak eldöntése, hogy milyen tüzelési rendszert kell választani, a tüzelőanyag pontos ismeretétől függ. Döntő ebben a tekintetben az anyag égésideje, amelyet a szemcseméret, a nedvesség és a hamutartalom határoz meg. A tömegükhöz képest nagy felületű kis forgácsok gyorsan felmelegednek a gyulladás hőmérsékletére, és elégnek. A nedvesség a víz elpárologtatása miatt lassítja a gyulladási hőmérséklet elérését és növeli az égés idejét. A tüztér hőmérséklete a tüzelőanyag fűtőértékétől, az alkalmazott légefeleslegtől, valamint a fűtőfelületek nagyságától függ.

A csiszolatpor, fűrészpor, finomabb maró- és gyaluforgács, mint száraz és finom anyag elégetésére sikrostélyos, befűväsos eljárással működő tüzelőberendezés alkalmazható. Különösen bevált a kerek tüztérbe való érintő irányú befűväs. Erre a célra örvényfűvökákat alkalmaznak. Ügyelni kell arra, hogy a sik rostélyt a nagyobb anyagrészcsek közel egyenletesen borítsák, a kazánon nem juthat keresztül el nem égett anyag. A légmennyiség feleljen meg az anyag mennyiségének (kb. 7m³/kg forgács). A kilépési sebesség legyen 15 m/s feletti. Az ingadozó tűzanyag-szükséglet miatt változó kazánteljesítményeknél a fűvökákat második légköpennyel is el kell látni, amelyen át a szekunder levegő befűvatható. Ezt a kihordóberendezés fordulatszámának megfelelően lehet szabályozni és pótlólagos biztonságként még füstszinszabályozással ellenőrizni és vezérelni. A szekunder levegő mennyisége igazodik a légáramban elégetésre kerülő tüzelőanyag mennyiségéhez.

Olyan anyagok elégetésekor, mint a darabos eselék, amely túlnyomóan a rostélyon ég el, a primer levegőt is füstszinszabályozással lehet vezérelni. Fontos, hogy túlságosan sötét füstnél a primer levegőt zárják és a külön ventilátorral szállított szekunder levegő útját nyissák.

A hulladék eltüzelését többnyire olajtüzeléssel kombinálják. Az olajégő egyrészt gyűjtásra szolgál, másrészt csúcsterheléskor a faalapú tűzanyag hiányának kiegyenlítésére szolgál.

4.4 Egyéb célokra való felhasználás

4.4.1 Talajjavítás

A kéreghulladék növénytermesztésben való alkalmazása számos országban gyakorlati jelentőséget kapott az utóbbi években. Elsősorban a luc- és erdeifenyő kérgét alkalmazzák. A kéreg hasznosítható komposztáltan és nem komposztált formában is, megfelelő mechanikai feltárás után. Jó eredményeket kaptak speciális talajok előállításánál (pl. uborkaföld) és talajtakarásnál (málnaültetvények, gyümölcskertészet).

A kéreg szén nitrogén aránya kedvezőtlen. Nitrogénhozáadással az arány javítható. Komposztáláshoz többnyire szükséges a kérgezési hulladék aprítása. A nedvességi viszonyoknak különleges figyelmet kell szentelni. A külföldi irodalom gyakran mutat rá arra, hogy bizonyos baktériumcsoportok (Eokomit) hozzáátételével a kéreg átalakítása lényegesen

meggyorsítható. Az NDK tapasztalatai szerint a baktériumok alkalmazása szükségtelen, ha a kéreg átalakításához az egyéb kedvező feltételek — nitrogénhozzátét, helyes nedvesség-arányok, jó szellőzés — adottak.

A kéreg növénytermesztésben való alkalmazása gazdaságosságát tekintve döntőek a szállítási ráfordítások.

4.42 Takarmány- és élelmiszerkészítés

A legkevésbé gyakorlati, de ma már nem valószínűtlennek tűnő kutatási terület a fa átalakítása emberi és állati fogyasztásra alkalmas fehérjévé. Az e téren elért eredmények az amerikai *Moo-Young* és a szovjet *Sharkov* nevéhez fűződnek. Sikerült kidolgozni azt a fermentációs folyamatot, amellyel a fehérjeelőállítás megvalósítható. Hasonló eredményeket ért el a finnországi *Jämsänkoski*-ben felállított nagyüzemi szinten működő vállalat.

A felhasználás a fa hidrolízisén alapul. A folyamat során poli- és monoszacharidok keletkeznek, amelyek megfelelő tápanyagként szolgálnak a mikroorganizmusok tenyésztésében. Az említett organizmusok figyelemreméltó mennyiségű fehérjét, vitaminokat és enzimeket halmoznak fel.

Táptértékénél és ízénél fogva ez a protein alkalmas az emberi táplálkozásra, és alkalmas a szarvasmarha, szárnyas stb. állatok takarmányozására.

Összefoglalás

Az emberiség energiaigénye becslések szerint 20 évenként megkétszereződik. Világszerte törekvések folynak a legkedvezőbb energiagazdálkodási feltételek megteremtésére, az adott készletek legtakarékosabb felhasználására. Az energiahordozók célszerű és gazdaságos hasznosítása mellett értelemszerűen mind nagyobb figyelmet szentelnek az ún. hulladékenergiák felhasználásának is. Ebben a tekintetben a feldolgozó iparban keletkező hulladék különösen számottevő, mind mennyiségét, mind folyamatos keletkezését tekintve. A faipari hulladék felszámolása környezetvédelmi gondot is megold, de mindenekelőtt hasznos energiát, ipari alap- és segédanyagokat stb. szolgáltathat. A szocialista országok — eltérő mértékben ugyan — jelentősen elmaradnak az észak-európai körzet hulladékhasznosítási szintjétől.

Munkánk célja az volt, hogy az utóbbi évek külföldi szakirodalmát áttanulmányozva áttekintést adjunk a hazánk vonatkozásában abszolút értékben hosszú távon még növekvő mennyiségű fahulladék hasznosíthatóságában rejlő gazdag lehetőségekről.

Irodalom

- Chen, T. Y.—Paulitsch, M.*: Inhaltstoffe von Nadeln, Rinde und Holz der Fichte und Kiefer und ihr Einfluss auf die Eigenschaften daraus hergestellter Σ enplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, 1974.10. sz, 397. p.
- Sachsse, H.*: Eigenschaftenunterschiede von Buchen-Industrieholz aus Schaft- und Kronenbereich. Holz als Roh- und Werkstoff, 1973. 8. sz. p. 299. p.
- Eisner, K.*: Verwertung von Abfallrinde. Holzindustrie, 1975. 5. sz. 138. p.
- Blossfeld, O.—Wonka, R.*: Stand der Rindenverwertung in der DDR. Holzindustrie, 1975. 5. sz. 141. p.
- Kioseff, H.*: Beton mit Holzstaub. Holzindustrie, 1973. 1. sz. 20. p.
- Stavik, J.—Jaros, J.*: Industrielle Verarbeitung von Holzabfällen der Zellulose und Papier herstellenden Betriebe. Holzindustrie, 1975. 5. sz. 144. p.

- Anderson, A. B.—Wong, A. stb.*: Douglas-Fir and Western Hemlock Bark Extracts as Bonding Agents for Particleboard. *Forest Products Journal*, 1975. 3. sz. 45. p.
- Die chemische Nutzung der Rinde*. *Internationaler Holzmarkt*, 1972. 12. sz. 6. p.
- Holz-Kurier*, 1975. 8. sz. 15. p.
- Mezsvuz. Szborn. Naucs. Trud.* 1974. 2. sz. p. 143.
- Elsner, W.*: Heizgeräte und Anlagen zur Wärmebedarfsdeckung. *Der Deutsche Schreiner*, 1974. 9. sz. 900. p.
- Wood Products as a Source of Protein*. *Canadian Forest Industries*, 1975. 4. sz. 7. p.
- Pekilo-Protein Factory in Production at Jämsänkoski Mills*. *Finnish Paper and Timber*, 1975. 3. sz. 10. p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ, ЭКОНОМИЯ МАТЕРИАЛОВ И ЭНЕРГИИ

ЛАЙОШ САЛАИ

дипл. инженер деревообрабатывающей промышленности, руководитель отдела

БЕЛА ОРТУТАИ

научный администратор

ЕНЁ ОРОС

технический администратор

Во всем мире все больше внимание обращают на комплексное использование древесных материалов. Целью этого является обеспечение лучшего использования имеющегося сырья для производства древесных конструкций. По данным спецлитературы, производятся успешные опыты по использованию отходов коры и плотной древесины для производства плит, для химической промышленности и по использованию, как источника энергии. Хорошие результаты достигнуты при использовании отходов для улучшения почвы, при производстве кормов и пищевых продуктов. По предсказаниям экономистов в нашей стране будут увеличиваться древесные отходы, поэтому наряду с использованием отходов как основного и вспомогательного материалов, как источника энергии, одновременно решили бы мероприятия по охране окружающей среды.

UTILIZATION OF WOODEN WASTE, SAVING OF MATERIALS AND ENERGY

LAJOS SZALAY

Graduate of the University of Woodworking Industry, departmental head

BÉLA ORTUTAY

Scientific worker

JENŐ OROSZ

Technical administrator

All over the world there is an increasing attention toward the complex utilization of the wood. The purpose is to convert the structure of the timber utilization in such a way that it should be ensured the most complete exploitation of the given raw materials. According to the available technical literary knowledge, successful experiments are going on which deal with the question how to utilize the waste of solid wood and bark as base of sheet materials and of chemical industry, and as medium of energy. The waste materials have been applied successfully for land improvement and manufacturing of fodder and food-products. According to the economic forecasting in Hungary the quantity of wooden waste will keep growing, so with the most complete utilization it will be possible to solve the problems of the environmental protection too, in addition to the production of the important industrial basic and subsidiary materials, energy, etc.

ABFALLNUTZUNG, ROHSTOFF- UND ENERGIEERSPARUNG**LAJOS SZALAY**

Dipl.-Ing. der Holzverarbeitenden Industrie, Abteilungsleiter

BÉLA ORTUTAY

wissenschaftlicher Fachdisponent

JENŐ OROSZ

technischer Fachdisponent

Es wird in der ganzen Welt der komplexen Ausnutzung der Holzsubstanz eine immer grössere Aufmerksamkeit gewidmet. Im Interesse der vollständigeren Ausnutzung der gegebenen Rohstoffbase ist die Struktur des Holzverbrauchs umzuwandeln. Nach der Fachliteratur werden erfolgreiche Untersuchungen in Bezug auf die Verwertung von Vollholz- und Rindenabfall durchgeführt. Es wurden ermunternde Ergebnisse bei der Nutzung des Holzes als Base für die Plattenproduktion, für Chemie-Rohstoff, Energieträger, Bodenverbesserungsmittel und für die Futter- und Nahrungsmittelherstellung erreicht. Laut Wirtschaftsprognosen ist in Ungarn in der Zukunft eine weitere Mengenerhöhung von Holzabfall zu erwarten. Die immer vollständigere Verwertung der Holzsubstanz kann neben der Herstellung der wichtigen industriellen Grund- und Hilfsmaterialien, Energie, usw. die Sorge des Umweltschutzes lösen.

A KGST FAIPARI TUDOMÁNYOS KUTATÁSI EGYÜTTMŰKÖDÉSÉNEK A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN ELÉRT EREDMÉNYEI

DR. HADNAGY JÓZSEF

okl. általános mérnök, tudományos főosztályvezető

NYÁRS JÓZSEF

okl. faipari mérnök, tudományos osztályvezető

BEVEZETŐ

A tudományos és technikai forradalom az ember szükségleteinek kielégítésére létrehozott hatalmas eredményei mellett negatív következményekkel is jár. Az ember környezete az egyre gyorsuló ütemű ipari termelés során keletkező hulladékanyagokkal, gázokkal, szennyvizekkel telik meg, amelyek a természet öntisztító erejének segítségével csak részben semlegesülnek. A környezeti szennyeződések egy része akkumulálódik, és ma már fennáll annak a veszélye, hogy az ipari termelés növekedése az ember számára elviselhetetlen életfeltételek kialakulásához vezet, ha kellő időben nem gondoskodunk a szennyezőanyagok keletkezésének, illetve felhalmozódásának megakadályozásáról.

A termelési technológiák fejlesztésére fordított hatalmas szellemi és anyagi eszközökkel szemben ez ideig nem volt szükség nagyobb erőfeszítésekre a környezet védelmében. A természet kiegyensúlyozó tevékenysége elegendő volt a szennyezőanyagok semlegesítésére. A technológiai fejlődés azonban ma már oly mértékű, hogy a keletkező melléktermékek mennyiségének növekedése már létfeltételeinket veszélyezteti, ha nem veszünk tudomást róla.

A felismert veszély leküzdése világszerte megkezdődött. Megindultak a kutatások a különféle iparágakban a keletkező szennyezőanyagok felmérésére, valamint arra, hogy miképpen lehet keletkezésüket meggátolni vagy hatásukat közömbösíteni.

Az erdészet és a faipar abban a paradox helyzetben van, hogy nyersanyagát éppen abból az erdőből termeli ki, amely a környezet megújulásának, a tiszta oxigén képződésének alapvető természeti eszköze. Ezért kettős felelősséggel tartozik a környezet védelméért: minden kitermelt fa csökkenti a környezet regenerálóképességét, és feldolgozása növeli a keletkező szennyezőanyagok mennyiségét.

A faiparban is megkezdődött a termelés során keletkező szennyezőanyagok felmérése és a védelem lehetőségeinek kutatása.

Ezzel a feladattal a KGST kutatási együttműködése különös gonddal foglalkozik. A levegő és a vizek védelme fontos témája a felfeldolgozó ipari kutatásoknak. E tanulmányunkban az egyes KGST-országokban elért eddigi eredményeket és ezek helyzetét foglaljuk röviden össze. Konkrét eredményeink nemzetközi szinten is kezdeti stádiumban vannak, de a fejlődés e téren is rohamos. Bizhatunk abban, hogy a megkezdett munka rövid idő alatt behozza az elmaradást, és környezetünk továbbra is alkalmas marad az emberi faj életének fejlődésére.

1. A KÖRNYEZETI VIZEK VÉDELME

A fafeldolgozó ipar az egyéb iparágakhoz — pl. a vegyiparhoz vagy nehéziparhoz — viszonyítva kisebb mértékben veszélyezteti a környezeti vizek tisztaságát. A fafeldolgozó ipari technológiák kevesebb szennyezőanyagot termelnek, és azok szennyező hatása (mérgező anyagok mennyisége) is csekélyebb. A növekvő termelési mennyiségek és a kemizáció fokozódása azonban szükségessé teszi, hogy ezen a területen is nagyobb figyelmet fordítsunk a környezet védelmére.

A fafeldolgozó iparban elsősorban azokban az üzemekben kell intézkedéseket tenni, amelyek nagyobb mennyiségű ipari vizet használnak, és így a kibocsátott szennyvíz mennyisége is jelentős.

A hagyományos fafeldolgozás — a fűrész- és lemezipar — gyakorlatilag elhanyagolható mértékben termel vízszennyező anyagokat. A technológia fejlődése — pl. a műgyanta kötőanyagok bevezetése, valamint a forgács- és farostlemezgyártás erőteljes növekedése — azonban már jelentős vízhasználattal s ezzel együtt nagyobb mérvű vízszennyeződéssel is jár.

A környező vizek szennyezésével kapcsolatos fontossági, illetve súlyossági sorrendben első helyen a farostlemezgyárakat kell figyelembe venni. A nedves eljárással dolgozó farostlemez-üzemekben jelentős mennyiségű szennyvíz keletkezik, melynek tisztítása a gyárak kapacitásának növekedésével egyre nagyobb gondot okoz. A forgácslapgyárak és rétegeltlemez-üzemek által okozott szennyezés kisebb mértékű, de ma már nem elhanyagolható. A másodlagos fafeldolgozó iparágak közül a bútorgyárak szennyvizeit kell még figyelembe venni.

A következőkben a KGST-államok területén folyó vízvédelmi tevékenységről, az ezzel kapcsolatos fafeldolgozó ipari kutatásokról és a kutatások eredményeiről számolunk be. Mindenekelőtt le kell szögezni, hogy ez a tevékenység nem régóta folyik. A vízvédelmi szabályok és előírások elsősorban olyan anyagokra vonatkoztak, amelyek a fafeldolgozó iparban eddig elő sem fordultak. A néhány éve megkezdett felmérések és kutatómunka még kezdeti stádiumban van, ennek ellenére máris igen sokrétű és felhasználásra alkalmas eredménnyel rendelkezünk. Az egyes országokban elért fejlettségi szint természetesen különböző, de a haladási irány és a kitűzött célok gyakorlatilag azonosak.

1.1 A farostlemez-gyártásban keletkező szennyvíz tisztításának problémái és az eddig elért eredmények

A farostlemezek nedves eljárással való gyártását az jellemzi, hogy a technológiai folyamatban szükség van vízfelhasználásra. A gyártás folyamán felhasznált víz erősen szennyeződik az oldatba átmenő szerves anyagokkal, amelyek a fa alapanyag defibrálása során keletkeznek. Ezenkívül a víz tartalmaz bizonyos mennyiségű farostot és egyéb adalékokat. Az elvezetett vizek nehezen tisztíthatók, és nagy nehézséget jelentenek a nedves eljárással dolgozó üzemekben.

A víztakarékosság és az elvezetett vizek tisztításának kérdése befolyásolja a termelés intenzitását, ezért a helyes vízgazdálkodás e terület továbbfejlesztésének egyik szükséges feltétele.

A KGST-tagországokban az elvezetett vizek tisztítási kérdéseit intenzíven vizsgálják, hogy olyan gazdaságos megoldást találjanak, mely alkalmas különböző területi viszonyokra is.

1.11 Bolgár Népköztársaság

A kemény lemezek gyártásához alapanyagként lomblevelű fafajtákat használnak, pl. bükköt, tölgyféléket és nyár fafajokat. Fenyőt a lágy lapok gyártására használnak.

A farostlemezeket nedves eljárással gyártják. Jellemző, hogy fehérjedús albuminragasztót alkalmaznak. A vízfogyasztás 30—40 m³/tonna farostlemez.

Az elvezetett vizeket mechanikusan radiális ülepitőkben tisztítják. Átlagosan 60%-os hatékonysággal.

Az elvezetett vizek biológiai tisztítása a biomedencékben, levegőztetési módszerrel, a szellőztetés aerátorokkal történik.

Az eredmények a következők:

A tisztítóállomásra kerülő KOI átlagosan 2500 mg O₂/liter, BOI átlagosan 1344 mg O₂/liter, száraz maradék 1—2 g/liter, pH 7, hőmérséklet 32 °C. A tisztított víz KOI-ja átlagosan 400 mg/liter O₂, BOI átlag 211 mg O₂/liter, pH 7, hőmérséklet 23 °C. A tisztítási hatékonyság a szlivnyicai gyárban 84%, a trojanai gyárban 50%.

Az aktív biológiai szennyeződés a primer ülepitő üledékével együtt kidobódik a csatornába.

Az aktív biológiai szennyeződés felhasználása problémájának megoldását 1976-ra tervezik.

A tisztítási költséghányad a termelés önköltségében a DDZ Szlivnyicában 1,42%, a DDZ Trojanában 3,86%.

A szófiai, *Puskarov* nevét viselő *Talajtani és Agrokémiai Intézet* kísérleteket folytat olyan aktív biológiai szennyeződés és maradék felhasználásával, mely már két éve ülepedik a csatornában.

A kísérletek szerint

a víz pH-ja	7,7,
pH az ülepitőben	7,2,
abszolút szárazanyag, átlagosan	19,555%,
higroszkopikus nedvesség átlagosan	80,455%,
ammóniákos nitrogén, átlagosan	0,050%,
vízben oldott nitrogén, átlagosan	0,050%,
nitrogén, átlagosan	0,483%,
nitrogén, átlagosan az abszolút szárazanyag százalékában	2,47.

Többségben vannak azok a baktériumok, melyek kapcsolatosak a humuszos, nehezen bontható szerves anyagok mineralizálódásával.

A mikrobiológiai kísérletek a fa enyhe és lassú mineralizálódását mutatták.

Feltételezhetően a jövőben kísérleteket fognak végezni különböző mezőgazdasági kultúrákkal, mint pl. burgonya, kukorica, paradicsom és virágok.

Ugyancsak kísérletek folynak a kultúratermékek felhasználási fokának meghatározása céljából.

A talajok rekultivációs kísérletei előtt állnak.

1. táblázat

Mikrobiológiai analízis
Mikroflóra-mennyiség

Mikroflóra- összmenység	Ammonizáló spóráltan	Ammonizáló spórás	Nitrogén fogyasztó baktériumok	Antibiotikum	Gombák
6,12	4,84	0,2	0,88	0,4	0,3

A mikroflóra összetétele

Baktériumok az összmenység százalékában

Összmenység	Fluoreszkáló	Pigmens	Spórás	Mikrobaktériumok
100	8,5	35	6,5	50

1.12 Német Demokratikus Köztársaság

6 farostlemezgyártó berendezés működik nedves eljárással, kb. 100 000 tonna/év termelési teljesítménnyel. Az egyes berendezések az ipari víz részlegesen zárt ciklusos rendszerével működnek. A tiszta víz fajlagos fogyasztása és a keletkező elvezetett vizek mennyiségei még nagyon különbözőek: kb. 20—65 m³ tiszta víz és 20—60 m³ elvezetett víz farostlemez-tonnánként. Az ipari szennyvíz tisztítására a következő eljárások terjedtek el:

- a kémiai—mechanikus tisztítás, a gyártásfolyamatba való visszavezetéssel;
- szűrőbarázdás permetezés;
- az üledék ülepitése derítőmedencékben;
- az elvezetett vizek semlegesítése atmoszférikus módszerrel, hamu alkalmazásával és részleges ülepités derítőmedencékben.

A többi esetben a gyárak szennyvizét tisztítatlanul vezetik vissza a víztárolóba.

A rosttömeg defibrátoros előállítási módja minden üzemben megegyezik.

Az eddigi elvégzett műszaki tanulmányok alapján az NDK szakemberei úgy értékelik, hogy előnyben kell részesíteni az intenzív zárt ciklust (kb. 12 m³/tonna) az elvezetett vizek elpárologtatásával és a kicsapódó maradék elégetésével, mert a biológiai tisztítóberendezések nagy beruházási költségeket igényelnek. Kutatási tevékenység az intenzív cikluszárásra az NDK-ban nem folyik.

Több helyen a biológiailag szennyezett víz a városi tisztítóállomásra kerül, és azt a háztartási szennyvízzel együtt tisztítják.

Részlegesen használják a dobszűrőket az elvezetett vizek mechanikus tisztítására. A kémiai—mechanikus tisztításkor a vegyszereket keverődobban összekeverik, és az üledéket Dortmund típusú kútba vezetik.

Az NDK-ban más típusú berendezést nem használnak. A kémiai—mechanikus tisztítás hatékonysága a szűrőanyagokra vonatkoztatva kb. 70%. Biológiai tisztítás nincs. A vízfogyasztás és az elvezetendő víz mennyisége 1 tonna lapra az egyes üzemekben:

	<i>friss víz</i>	<i>elvezetett víz</i>
a <i>schönheidei</i> farostlemezyár	20 m ³	20 m ³ ,
a <i>tandermünde</i> i farostlemezyár	65 m ³	60 m ³ ,
a <i>ribnitz</i> i farostlemezyár	60 m ³	58 m ³ ,
a <i>rosentali</i> farostlemezyár	20 m ³	20 m ³ ,
a <i>weisenbori</i> farostlemezyár	30 m ³	28 m ³ .

Az NDK-beli szakemberek is elismerik, hogy a tisztítás hatékonysága a biológiai tisztítási módszerrel a legjobb. A relatív beruházási költségek és az általános takarékoság miatt azonban ez a módszer nem előnyös. Az eddig szerzett tapasztalataik alapján a ciklus intenzív zárásának módszere, az elpárologtatás és az elégetés — a költségek tekintetében — kedvező eljárás.

Az elvezetett vizek problémájának megoldására az NDK-ban építendő új berendezéseknél nagy jelentőséget tulajdonítanak a farostlemezek száraz eljárással való gyártásának.

Az NDK üzemekben a szennyvíz tisztítására szolgáló berendezés a következő részekből áll:

1. gyűjtő (a gyár elvezetett vizének összegyűjtése),
2. ülepitőmedence,
3. keverővályú,
4. *Dortmund* típusú kutak, 158—158 m³ térfogattal,
5. szivattyúház,
6. vegyszeres tartályok (magnéziumklorid és nátronlúg).

Az elvezetett víz összegyűlik a gyűjtőben. A gyűjtő a termelési épületben van. Ebből az elvezetett vizek keramit burkolatú csatornán keresztül az ülepitőbe jutnak. Az ülepitő feladata felfogni és kiegyenlíteni az elvezetett vizek áramló mozgását. Az ülepitőből az elvezetett vizek közvetlenül — saválló centrifugális szivattyú segítségével — a keverőcsatornába jutnak.

A rostok leülepedésének megelőzésére csővezetéken levegőt fújnak az ülepitő aljába. A keverővályúban a vegyszereket belekeverik a vízbe. Flokkulációs vegyszerként magnéziumkloridot használnak, a semlegesítésére pedig nátronlúgot. Jelenleg 1 liter elfolyó vízhez 3,0 cm³ magnéziumkloridot adagolnak.

A flokkulációs hatás eléréséhez a vizeknek kb. 10-es pH-értékűnek kell lenniük.

Mindkét vegyszert rövid ideig adagolják egymás után, a keverővályú elején. A vegyszerek jobb elkeverésére levegőt fújnak a keverővályúba. A keverővályúban helyezkedik el az első mérőhely a pH szabályozására és mérésére.

A keverővályúból a vegyszerekkel összekevert víz a *Dortmund* típusú kútba jut. A kutakban megy végbe a tisztítás folyamata. A keletkező vegyi anyagok (flokkulok) salakként leülnek a tölcsér alakú kút alján. Az ülepités során keletkező tisztított víz fogas léceken keresztül folyik ki a kútból. Ezt a tiszta vizet használják a hengeresfa darabolóműhelybe szállítására.

A szennyvizek átlagos adatai:

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. leülepedett anyagok | 50—20 mg/liter, |
| 2. kiszűrhető anyagok | 300—1000 mg/liter, |
| 3. pH | 3,0—7,0, |
| 4. kálium-permanganát-fogyasztás | 1000—16 000 mg/liter, |
| 5. kémiai oxigénfogyasztás a permanganátos eljárás szerint | 2500—4000 mg/liter, |
| 6. kémiai oxigénfogyasztás a dikromátos módszer szerint | 800—9000 mg/liter, |
| 7. a vízgőzzel illó fenolok | 0,3—8,0 mg/liter |

Ezek a felsorolt mutatók az 1970—1973 évben végzett mérések eredményei. A tisztítás eredményének számszerű jellemzőit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Vizbevezetés a tisztítóberendezésbe, mg/liter	Elvezetés a tisztítóberendezésből, mg/liter	Tisztítási hatékonyság, %
max. 2100	121	94
min. 919	134	86

A tisztítóberendezés közepes hatékonysága 70% a szűrt anyagokra vonatkoztatva

	A bevezetés helyén	Az elvezetés helyén
pH	3,8	9,5
Káliumpermanganát-fogyasztás	mg/liter 14 000	11 000
Kémiai oxigénfogyasztás a permanganátos eljárás szerinti	mg/liter 3 440	2 980
Kémiai oxigénfogyasztás a dikromátos eljárás szerinti	mg/liter 6 960	5 100
Mollman-index	cm ³ /g 100—115	

Az üledéknek a termelési folyamatban való felhasználása nem jelent különös nehézséget. A rostmassza víztelenítési képessége a sikszitán jelentéktelenül romlik. Az üledék és a legapróbb rostok olyan szerkezetűek, hogy a rostpaplanban töltőanyagként szolgálnak.

A *schönheidei* gyárban nagy termelékenységet adó durva rostanyagot alkalmaznak, és e rostok közé berakódik az elvezetett víz üledéke. Az üledék használata némi kénsavtúlfogyasztással jár, minthogy az üledék lúgos, és a műgyanta kötése csak savas közegben jöhet létre.

Végeredményben elmondható, hogy az elvezetett vizek üledéke a mostani technológiai körülmények mellett visszadolgozható.

1.13 Lengyel Népköztársaság

A lengyel farostlemez-ipart a II. világháború után hozták létre, és dinamikus fejlődése 1963-tól kezdve számítható. Addig Lengyelországban mindössze 4 farostlemezgyár működött, 10 termelő szalaggal. 1974. év végén már 8 üzem és 18 szalag működött.

A lengyel farostlemez-ipar tényleges termelési teljesítménye 1973. év végéig kb. 440 ezer tonna farostlemez évente, 1975-ben a termelési potenciál eléri az évenkénti fél millió tonna értéket.

Ilyen mennyiségű farostlemez gyártása nagy mennyiségű tiszta vizet igényel, és nagy mennyiségű szennyezett víz keletkezését okozza. 1973-ban a lengyel farostlemez-ipar termelési célokra 7627 ezer m³ tiszta vizet igényelt (itt nincs számításba véve a hő- és elektromos központok szükséglete). Ilyen mennyiségű tiszta víz felhasználása mellett 1064 ezer m³ elvezetett hűtővíz (amely gyakorlatilag tiszta), és 6563 ezer m³ erősen szennyezett technológiai elvezetett víz keletkezett.

Tisztítatlan állapotban az elvezetett vizek kb. 14 tonna szervesanyag-szuszpenziót tartalmaznak. Kémiaileg oxidálható kb. 18 tonna, biokémiaileg oxidálható 18 tonna oxigénfogyasztásnak megfelelő szennyezés.

A felsorolt adatok bizonyítják, hogy nem könnyű a lengyel farostlemez-ipar előtt álló feladat: a víztárolók tisztaságának hatékony védelme.

A lengyelországi farostlemezgyárak az esetek többségében megbízható vízforrásokkal rendelkező kis víztárolós helyeknél találhatók. Csak két gyár található jobb körülmények között. Az egyik 23 m³/s hozamú folyó mellett van, a másik vizeit a Balti-tengerbe vezeti.

A lengyelországi felületi vizek tisztaság szempontjából három osztályba sorolhatók. Az ezekre az osztályokra jellemző értékhatárokat és a szennyezettség fő mutatóit a 3. táblázatban ismertetjük.

3. táblázat

A felületi vizek szennyezettségének megengedett értékei az egyes tisztítási osztályokban

Mutató	Tisztítási osztály		
	I.	II.	III.
Feloldott oxigén, min. mg O ₂ /liter	6	5	4
Oxidálhatóság, min. KMnO ₄ /liter/mg O ₂ /liter	10	20	30
Kémiai oxigénszükséglet (KOI) K ₂ Cr ₂ O ₇ min. mg O ₂ /liter	40	60	100
Biokémiai oxigénszükséglet (BOI) min. BOI ₅ mg O ₂ /liter	4	8	12
Összes szuszpenzió (a váratlan áradások kizárásával) mg/liter, min.	20	30	50

Az elvezetett vizek szennyezettsége

A racionális vízgazdálkodás követelménye volt a szennyezettségek abszolút értéke növelési tendenciájának lefékezése a farostlemez-gyártás során. 1974-ben a lengyel farostlemez-gyártás történetében először alakult ki a legkisebb szuszpenziószennyezettség.

Az előzőekben felsorolt fajlagos elvezetett szennyezettség, valamint a BOI-szennyezettség összehasonlítása az egyéb szerzők által felsorolt adatokkal tanúskodik a lengyel ipar világviszonylatban elért sikereiről.

A lengyel farostlemezgyárak közül csak egy, a legkisebb nincs ellátva szűrőkkel. Független

4. táblázat

A lengyel farostlemez-gyártó ipar vízgazdálkodásának karakterisztikája 1963–1974. években, és a megtisztított elfolyó vizek szennyezettsége

Év	Tisztavízszükséglet e. m ³ /év	Techn. elfolyás menny. e. m ³ /év	Szuszpenzió tonna/év	Oxidálhatóság KMnO ₄ /év O ₂ tonna/év	BOI ₅ O ₂ tonna/év
1963	7529	7259	1989	5042	4286
1968	9173	8175	2373	8263	8166
1973	7627	6583	2061	7219	7133
1974	8732	6926	1875	8236	5826

ülepítőkkal rendelkezik az összes gyár. A mechanikus tisztítóberendezések helyes üzemeltetésére Lengyelországban nagy figyelmet fordítanak, függetlenül attól, hogy az előzetes vagy a végleges tisztítási fázisokban nyerne elhelyezést. Egyes üzemekben a tisztítás első fokozatához biológiai tisztító is tartozik.

A biológiai módszerek között alkalmazzák a szennyvizek mezőgazdasági hasznosítását, valamint az aktív iszapos tisztítást. A zárt rendszerben használt vizek besűrítési és tisztítási módszerét eddig nem alkalmazták.

A zárt rendszerből elvezetett víz a teljes vízmennyiségnek mindössze 8%-a.

A lengyel farostlemez-gyártó ipar műszaki fejlesztésének célja, hogy gyökeresen megoldják az elvezetett vizek problémáját. Ez azt jelenti, hogy olyan feltételeket kívánnak létrehozni, melyeknél minden vállalat az általa okozott szennyezettséget a megállapított normatívák alá csökkenti.

1.14 Csehszlovákia

Itt 5 üzem dolgozik nedves eljárással. Ilyen gyártás folyik pl. Szolo Szusicében, Drevina Turaniban és Szmercsina Banskaja Bisztricában. Ezeknek az üzemeknek az összteljesítménye kb. 105 ezer tonna évenként.

A farostlemez-gyártáshoz hengeres alapanyagot használnak, fűrésztelepi hulladék szelvényekkel együtt. A gyártási technológia mind a három gyárban a *Defibrátor cég* rendszere szerinti.

Az elvezetett vizek semlegesítésére használatos mechanikus—biológiai tisztítóállomást Szolo Szusicében 1964-ben indították be szakaszonként. A tisztítóállomás nagyon hatékonyan működik, az előírt tisztítási fokot tartja. Pontosan ugyanilyen eredményeket mutat a Drevina Turani-i tisztítóállomás is. Más a helyzet Szmercsina Banskaja Bisztricában. A távlati koncepciók alapján a szerves szennyeződést itt a városi tisztítóállomáson szüntetik meg, a városi háztartási szennyvíz semlegesítésével együtt. Az elvezetett vizek tisztításának technológiáját a kísérleti üzem eredményeinek számításbavételével dolgozták ki. Mechanikus aktiváló tisztítóállomást szerelnek fel, amely levegőcserével, szennyvízellőtető tartállyal működik. Az iszap megsemmisítését gyorsított rothasztós rendszerrel, és iszapmezőkön való szárítással oldották meg.

A csehszlovákiai tudományos kutatómunka a Szolo Szusicei Farostlemezgyárban, a tisztítóállomás felszerelése után az aktív iszap felhasználására irányult. A *Gumuszol*-műtrágya termelési technológiájának kidolgozása után (csehszlovák szabadalom védelme alatt) a kísérletek fehérjedús takarmánykoncentrátumok előállítására irányultak.

Jelenleg már megoldott az aktív iszaptól készülő takarmány gazdaságos gyártásának problémája, amelynek bevezetése teljes egészében a komplex állami feladat megoldásának eredményétől függ.

A megoldás lényege, hogy nagyobb mértékű iszapvíztelenítést érnek el vákuumszűrős módszerrel. Ebből a célból nagy teljesítményű vákuumszűrőket építettek be a gyár rekonstrukciója során. Ezután a vákuumszűrés további lényeges teljesítménynövelését sikerült elérni a biológiai iszap koagulálásával, amely a szűrési ellenállás nagyságrenddel való csökkentését eredményezte.

Más utat választottak a *Banskaja Bisztrica-i Szmercsina* gyárban. A zárt vízű üzemmód elvi rendszere már régen ismert: a defibráció után kapott anyagból kipréselik a vizet, és az anyagot 3%-os szárazanyag-tartalmú maradékká hígítják.

A továbbiakban az elvezetett vizet vákuum segítségével elpárologtatják, s így kb. 50%-os szárazanyag-tartalmú maradékot kapnak.

A szárított termék a mezőgazdaságban állati takarmánycént felhasználható.

Az 1975. évben a kísérleti gyártás keretein belül bővebb vizsgálatokat szándékoztak végrehajtani.

Szusicében két független (önálló) tisztítási rendszert alakítottak ki, melyekben kétfajta aktív iszapot sűrítenek be. Ugyanakkor létezik még a visszavezető rendszer is, mely a megtisztított víz 50%-át visszavezeti a gyártósorhoz.

A primer iszapot — amely meghatározott farostszázalékot és feldolgozási maradékot tartalmaz — csigás (PO 420 típusú) centrifugán víztelenítik. Ezt a berendezést a Vlasimi Bányagépgyártó Vállalat készíti. A felsoroltak eredményeképpen 30%-os száraz maradék keletkezik, melyet raktároznak.

E termék és az aktív iszap felhasználása alapján kidolgozták a sampinyontermesztés technológiáját — (szintén csehszlovák szabadalom). Ezenkívül, ezt a terméket használják műtrágyaként is.

A primer ülepítés hatékonysága vízszintes áramlás esetén az ülepítendő anyag kb. 95%-a. A BOI_5 -csökkenés kb. 3—5%-os.

Hasonló mechanikus tisztítóállomás üzemel *Drevina Turaniban* is.

A mechanikus módszerrel előzőleg megtisztított víz, melynek pH-értéke 7,5—8,0, egylép-csős szennyvízellőtető tartályba folyik. Ebben természetes levegőcserét alkalmaznak 3 m-es, mélyen benyúló szellőzőcsövekkel. Az átvezetett víz mennyisége 50—60 m³ naponta.

A szennyvízellőtető tartályból a víz a szekunder ülepítőbe folyik, ahonnan már tiszta víz áramlik egy következő tartályba. A megmaradó aktív iszapot visszavezetik a termelési folyamatba. Itt egy része ismét leülepedik és kiválik a maradék iszap.

A biológiai iszap ily módon cirkulál a szennyvízellőtető tartályon keresztül.

Szolo Szusicében a vízfogyasztás 1 tonna farostlemez gyártásához 40—45 m³. *Drevina Turaniban* a vízfogyasztás 32 m³/tonna. Szolo Szusicében az elvezetett vizek tisztításának költsége a termelési önköltség 6,3%-a.

Ezen a tisztítóállomáson naponta kb. 500—700 m³ szennyvíz keletkezik 7—10 g/liter szárazanyag-tartalommal, azaz kb. 4,5 tonna száraz iszap naponta.

A levegőcserét három CSKD Prága turboszivattyú segítségével végzik, 2 × 10 000 m³/óra és 1 × 16 000 m³/óra teljesítménnyel. A biológiai tisztítás hatékonysága 95—98%-os.

5. táblázat

A szennyvizek adatai a Szolo Szusice-i üzemben

Mérendő egységek	Tisztítás előtt	Tisztítás után
BOI_5 mg O ₂ /liter	1300	40
KOI K ₂ Cr ₂ O ₇ mg/liter	2500	180
Szuszpenzió mg/liter	2000	100
pH	3,5—7,5	6,5
Hőmérséklet, °C	29	26

a *Drevina Turan-i* üzemben

Paraméterek	Tisztítás előtt	Tisztítás után
BOI_5 mg/O ₂ /liter	879,4	38,8
KOI mg/O ₂ (KMnO ₄)	629,6	168,4
Szuszpenzió g/liter	—	0,05
pH	4,8	7,2
Hőmérséklet °C	15—29	15—22

A szennyvíztisztítás egyes megoldási módszerei hatékonyságának tekintetében a csehszlovák szakemberek véleményei különbözőek. Más a helyzet ott, ahol nincsenek mechanikus—biológiai tisztítóállomások felszerelve, és más ott, ahol már működnek. A helyzet helyes megítéléséhez gazdasági összehasonlításra lenne szükség.

1.15 Szovjetunió

Jelenleg a SZU-ban, csakúgy mint más KGST-országokban, általában szintén nedves eljárást alkalmaznak. Az egyes szövetségi köztársaságokban a vízszükséglet fajlagos mennyisége 20—80 m³/t/lap, a berendezések műszaki színvonalától, az alkalmazott technológiától, a nyersanyag tulajdonságaitól és más tényezőktől függően.

A farostlemez-gyártó üzemekben keletkező szennyvízmennyiség 1 tonna lapra átlagosan 35—40 m³.

A SZU-ban a visszatérő víz tisztítás nélküli többszöri felhasználására egész sor intézkedést tettek, amelyek lehetőséget adtak arra, hogy a szennyvizek mennyiségét 13,5—15,0 m³-re csökkentsék 1 tonna lemezre számítva. Feltételezzük, hogy a vízfelhasználás további csökkentésére lehetőség van a retúrvíz közbülső tisztításával.

1968-ban próbálták ki egy kísérleti ipari berendezést a retúrvíz vegyi tisztítására. A rendszer kénsavas alumínium hozzáadásával, koagulációs módszerrel dolgozik. A tisztítás hatékonysága 85—90%-os volt. Az előzetes adatok alapján a vegyi úton tisztított retúrvíz többszöri felhasználásával a tisztavíz-fogyasztást 8—9 m³/t/lapra lehet csökkenteni.

A tisztavíz-felhasználás csökkentésének másik lehetséges útja a víz cirkuláltatása a hűtőberendezésben. Ez esetben olajfelfogó beépítése és az olajfelfogó közbülső tisztítása szükséges. Ezt a vizet tiszta víz helyett a hőprések szűrőalátétjeinek mosására lehet felhasználni. Ezzel a módszerrel a tisztavíz-felhasználás normája átlag 10—11 m³/t/lapra csökkenthető.

Az elvezetett vízben levő szennyezőanyag mennyiségét másképp is lehet csökkenteni. Ismeretes, hogy a fa hidrotermikus bomlása a hőmérséklet és nyomás függvénye. A rostosítás folyamatában alkalmazott gőznyomás csökkentésével a keletkező lebomlott anyagok mennyisége mérsékelhető. Svéd szakemberek azt tartják, hogy az apríték defibrálása 6 atm nyomás alatt észrevehetően csökkenti a szennyvizek szennyezettségét, ezzel egyidejűleg javul a lemezek minősége és növekszik a farostkihozatal is. Feltehető, hogy a kutatómunkát ebben az irányban kell folytatni.

Sok vállalat szennyvizét a komplex tisztítást végző városi berendezéseken tisztítják. Egyes üzemekben, ahol kicsi a vízfogyasztás, a szennyvizet csak mechanikai tisztításnak vetik alá.

A szennyvíztisztítás alkalmazott módszereinek elemzése lehetőséget ad olyan következtetésre, hogy a farostlemez-üzemekben keletkező szennyvizek alapvető és leghatékonyabb módszere jelenleg a biológiai tisztítási módszer.

Továbbra is probléma a SZU-ban a maradék aktív iszap felhasználása, továbbá a tisztítás során keletkező salakanyagok elhelyezése. Jelenleg a tisztítóberendezésekre kerülő iszap és salak koncentrációja az egyes berendezésektől függően mindössze 1,5—4,00%. Ez a csekély koncentráció nehezíti a további feldolgozást.

Az iszapot és a salakot főként szedimentációs ülepítőekben víztelenítik.

Az aktív iszap és a salak sűrítési módszerei közül a leghatékonyabbnak tartják a centrifugák és különböző szerkezetű szűrők, valamint a hengeres pressorok segítségével végzett víztelenítést.

Azoknak a szennyvizeknek a tisztítása, amelyek nagy koncentrációjú anyagokat tartalmaznak (fenol, formaldehid, metanol) jelenleg még kutatás alatt van.

1.16 Magyarország

A magyarországi farostlemez-termelés szennyvízkérdése nincs kielégítően megoldva. Jól-lehet, a kibocsátott szennyvíz anyagai a Duna Mohács környéki felvevőképességéhez mérten csekélyek, a fennálló vízvédelmi törvények és hazai rendelkezések értelmében tisztítatlan ipari szennyvizet élő vizekbe engedni nem szabad. Tekintettel arra, hogy a szennyvíztisztítás közismerten költséges, a farostlemezgyár csak részben tudta megoldani a kérdést, és a jövő feladata lesz a minden tekintetben kielégítő tisztítási módszerek bevezetése.

Az elmúlt években a mindinkább előtérbe kerülő környezetvédelmi problémákkal kapcsolatban megkezdődtek a kutatások, főleg elsősorban a fejlettebb országokban alkalmazott megoldások tanulmányozásával.

A kutatások során a következő problémaköröket vizsgáltuk:

- a keletkező szennyvíz anyagainak visszanyerését vagy másirányú hasznosítását;
- a visszamaradó szennyezőanyagok kémiai vagy biológiai tisztítását.

Az első problémakörben főleg a farostvesztés és a felhasznált kötőanyag-vesztés csökkentésének lehetőségével foglalkoztunk. Ezzel kapcsolatban a kötőanyag hatékony kicsapását és az ezzel szorosan összefüggő pH-érték szabályozását vizsgáltuk.

A második témakörben a szennyezőanyagok kvantitatív analizisével és a kimutatási módszerekkel összefüggő kérdéseket vizsgáltuk, ami a komplex kémiai—biológiai tisztítási előkészítését, műszaki, gazdasági tervezéséhez szükséges előzetes adatgyűjtés célját szolgálta.

A technológiai víz pH-értékének szabályozása céljából végzett kutatómunka ismertetése

A mohácsi gyár mintegy 60—65%-ban retürvízből fedezi technológiai vízszükségletét. Teljes vízcseré átlag 10 naponként történik. A gyártási folyamat különböző szakaszain eltérő pH-értékek mérhetők. A pH-változás a nyersvíz pH-értékének változásán kívül (ami 7,55—7,9 között változik) erősen függ a felhasznált fafajösszetételtől is. Ismeretes, hogy a mohácsi gyár főleg különböző lombos fafajokból, cser, nyár, fűz stb. termel. Ennek megfelelően a derített ipari víz átlag 7,6 pH-értéke a retürvíznél 4,5—5,3 értékre csökken. Az üzemi $Al_2(SO_4)_3$ oldattal csapattja ki a gyantát. A rostmasszaoldat pH-értéke általában 4,5—5,0 között változik. A kutatások azt mutatták, hogy a felhasznált gyanták pH-értékén kívül egyéb befolyásoló tényezőkkel is számolni kell. Nevezetesen: a folyamat megindulásakor igen lényeges a diszperziós részecskék és a hordozó oldat sűrűségének viszonya. Ez pedig a lombos anyagok esetében lényegesen eltér a fenyőanyagok felhasználásakor alkalmazott sűrűségviszonytól. A nagyobb sűrűségkülönbség miatt megnövekedett ülepedési sebesség (az ismert Stokes-féle összefüggés szerint) egyrészt gyorsabban hígítja a rostmasszát és nagyobb a rostvesztés, másrészt a felhígult oldatban a gyantarészecskék könnyebben állnak össze. A 4,5—5,5 pH-értékű oldatban az egyébként is elért izoelektromos pont következtében megindult koaguláció sebessége a kicsapószer alkalmazása következtében megnövekszik, és a gyantapelyhek a hígabb szuszpenzióban nem a rostokra csapódnak, hanem egy részük összeállva leülepszik a rosttörmelékekkel együtt. Az eredmény: elég jelentős műgyantavesztés és a derítendő víz nagyobb szervesanyag-tartalma.

A kutatási eredmények elemzése arra a következtetésre vezetett, hogy a lombos fajok felhasználásakor a kicsapószer koncentrációjának, a rostmassza sűrűségének és a pH-értéknek igen finom egyensúlyban kell lennie, s azt a mindenkori fafajösszetétel és a nyersvíz pH-értéke szerint folyamatosan szabályozni kell.

Túlzott mennyiségű, ill. nagyobb koncentrációjú kicsapórendszer alkalmazása esetén a síkszítán távozó víz a bekevert gyanta 3—40%-át is magával viheti, illetőleg a kötőanyagok ez a része leülepedve veszendőbe megy. Levonható tehát az a következtetés, hogy a pH-érték szabályozása technológiai, gazdasági és nem utolsósorban a szennyvízbe kerülő

fenolgyanta mérgező hatása szempontjából egyaránt igen lényeges. A pH-ellenőrzés tehát — az olyan üzemekben, ahol a fajajösszetétel, ill. ennek következtében a rostmassza pH-értéke nagyobb ingadozást mutat — elengedhetetlenül fontos.

Kvantitatív fenolmeghatározási módszerek kidolgozásával kapcsolatos kutatások

A fenolgyanta mennyiségi kimutatásának az előzőekben vázoltak szerint szintén kettős célja van. Az egyik a gyártás során a rostpaplanban jelenlevő gyantamennyiség meghatározása, és ezzel a technológiai folyamat szabályozásának elősegítése. A másik — esetünkben érdekesebb — probléma az elvezetett szennyvizben jelenlevő fenolműgyanta kimutatása, ill. mennyiségi meghatározása. A kvantitatív meghatározásra elméletileg többféle lehetőség van. A fenol-formaldehid gyanták többféle vegyianyaggal reakcióképesek, ezért többféle lehetőség közül azt kell kiválasztani, amely egyrészt megbízható, aktív reakció során stabil reakcióterméket hoz létre, másrészt amelynek mennyiségi meghatározása a legkisebb hibával érhető el.

Tulajdonképpen a módszer elvi meghatározásán túl a mérési hibák kiszűrése, ill. a hibahatárok megállapítása képezte a kutatások tárgyát. A hibák ugyanis nemcsak az egyes módszereknél különbözőek, hanem az alkalmazási feltételektől is függenek. A hibaértékek mások a rost jelenlétében és ismét mások az elvezetett szennyvíz esetében.

A kémiai módszerek mellett rendelkezésre állnak még a fizikai módszerek is, amelynek szintén különböző nagyságú és szórású hibáik vannak. A kémiai módszerek közül kézenfekvő a fenol benzolgyűrűje OH vagy CH_2OH szabad csoportjának felhasználása reagensként; ez esetben még mindig többféle lehetőség adódik tisztán kémiai és kombinált fiziko-kémiai meghatározási módszerek kiválasztására. Ez utóbbira jellemző példa lehet az általunk választott egyik megoldás: a CH_2OH csoport p.nitrodiazóniumkloriddal kapcsolva színes oldatot képez (a szín a közegtől függ), ami spektrofotometriás úton mennyiségi meghatározást tesz lehetővé. Az így meghatározott színezékmennyiség arányos a jelenlevő fenolszármazék mennyiségével. Az előzetes tájékoztató kísérletek alapján éppen ez utóbbi meghatározási eljárások voltak megfelelőek, ezért lényegében három módszerrel végeztünk részletesebb vizsgálatokat.

Az első tisztán kémiai eljárás, a másik kettő kombinált eljárás volt:

- meghatározás bromatometriás módszerrel,
- diazóniumsókkal képzett vegyületek mérése kolorimetriás módszerrel,
- 4-aminoantipirinnel képzett vegyületek mérése ugyancsak kolorimetriás módszerrel.

A kísérletek során mindhárom módszernél felvettük a kalibrációs diagramokat, és vizsgáltuk a befolyásoló tényezők hatásait.

A kísérleteket víz- és lúgoldható gyantaféleségek meghatározására terjesztettük ki, és vizsgáltuk a lombos fák rostjának jelenlétében bekövetkező átlag- és szóráseltolódásokat.

Az eredményeket nagyon röviden összefoglalva megállapítottuk, hogy a vizsgált módszerek közül az elsőként említett és ismert *Koopeschaar*-módszer (illetve némileg módosított változata) szerinti fenol mennyiségi meghatározás — a szennyvizben 0,012% koncentrációnál nem nagyobb mértékű rosttartalom mellett — alkalikus oldatból 8—10% hibával végezhető el. A hiba mértékét az elvezetett vízben levő oldott szerves anyagok mennyisége befolyásolja. Nagyobb mennyiségű farost jelenlétében (0,1% koncentráció) ez a módszer nem alkalmazható.

A kolorimetriás módszerek nagyjából azonos hibahatárokat mutattak (4—5% max. hiba), és kevésbé érzékenyek a befolyásoló tényezőkre. Mindamellét farostok jelenlétében csak a 4-aminoantipirines módszer mutatkozott alkalmasnak 10% relatív hibahatáron belüli mennyiségi meghatározásra.

A derített szennyvíz további tisztításával kapcsolatban csak néhány adatunk van, mivel ebben a vonatkozásban ez ideig nem kényszerültünk alapvető megoldásokra.

A jelenlegi tisztítás az elvezetett vízhez adagolt Alu-szulfáttal történik (előzetes lúgosítás után), ami a rostra fel nem tapadt gyantát teljes mértékben kicsapja, és az így összeállt pehelyes szilárd anyagot többlépcsős rendszerben ülepti.

Az elvezetett víz összes szárazanyag-tartalma átlagosan 2000 mg/liter. A szélső értékek ugyan változóak 800 és 5000 mg/liter értékek között.

Az oldott vegyianyag-tartalom átlagosan 2400 mg/liter. A kibocsátott szennyvíz fenolt gyakorlatilag nem tartalmaz. Az előzetes vizsgálódások szerint a kémiai oxigénfogyasztás (KOI) a derített vízben 2400—3200 mg/liter között változik, a biológiai oxigénfogyasztás (BOI₅) pedig 4—500 mg/literrel vehető számításba.

Megjegyezzük, hogy a kémiai oxigénfogyasztás nem a szokásos KMnO₄-felhasználásra, hanem dikromátos fogyasztásra vonatkozik.

Magyarországon a környezetvédelemmel kapcsolatos előírások között szerepel a szennyvizek BOI₅ értékének korlátozása. A megengedett maximális érték 75 mg/liter. Ebből következik, hogy a törvények türelmi idejét is beleértve a jövőben hamarosan meg kell oldalni a farostlemezyarak szennyvitzisztítási problémáit is.

A megoldáshoz többféle terv készül, amelyek közül műszaki—gazdasági elemzés után kerül kiválasztásra az optimális.

Valószínűnek látszik, hogy a kétlépcsős, kémiai—biológiai tisztítás hozza majd a legjobb eredményt. A laboratóriumi kísérletek tanúsága szerint a kémiai és biológiai tisztítás együttes — illetőleg egymás utáni — alkalmazásával még mindig mintegy 100—300 mg/liter BOI₅ értékű marad a szennyvíz, amely a követelmény szerint még nem kielégítő. Szükséges tehát egyrészt megismernünk az ide vonatkozó nemzetközi színvonalat, illetőleg az e téren elérhető maximális eredményeket ahhoz, hogy további gyakorlati lépéseket tudjunk tenni.

A vitzisztítás kémiai szakasza egyébként további — farostlemezyártás-technológiai — problémákat vet fel. Egyrészt a retúr vízből el kell távolítani a kicsapott üledéket, hogy az újrafelhasználáskor ne okozzon gondot a síkszítánál, illetőleg a lemezek esztétikai megjelenését ne rontsa. Másrészt ilyen formában nehézséget okoz a rostvisszanyerés is.

Nem ismerjük még eléggé azokat a megoldásokat, amelyek a kémiai derítést oly módon oldják meg, hogy a retúr vízből nem kell leválasztani a csapadékot, hanem a derítőanyag beépül a lemezbe.

Lehetőség van arra is, hogy a keletkezett üledékek leválasztva kémiai feldolgozásra kerüljenek. A szennyvízben elég nagy mennyiségben jelenlevő hexózokat és pentózokat közvetlenül fermentálni lehet, a poliszacharidokat pedig hidrolízis után lehet hasznosítani, pl. furfurolo előállítására.

Összefoglalásként ismételten hangsúlyozni kell, hogy a farostlemezyártásban keletkező szennyvíz tisztítása, ill. hasznosítása terén Magyarországon még nagyon kezdeti stádiumban vannak a kutatások, és még azzal sem dicsekedhetünk, hogy jól ismerjük az ide vonatkozó nemzetközi eredményeket.

Tudjuk, hogy a téma műszakilag és gazdaságilag — de főleg környezetvédelmi szempontból — rendkívüli jelentőségű. Tudjuk, hogy a gyakorlati megoldások meglehetősen költségesek, nagy mennyiségű kémiai anyagot és bonyolult technikai berendezéseket követelnek. Az ember tiszta környezetének és a természet értékeinek megóvása a jövő generációk számára azonban nem lehet számunkra drága, s ezért készségesen kapcsolódunk az elvégzendő kutatási feladatokhoz és azok megvalósításához.

Láthattuk, hogy az egyes KGST-országokban igen nagy erőfeszítéseket tettek már ezen a téren. Az eredmények rendelkezésre állnak, s a gyakorlati megvalósítás elsősorban gazdasági problémákat vet fel, amelyek nem látszanak könnyen megoldhatónak.

1.2 A fafeldolgozó ipar egyéb folyamataiban keletkező szennyvizek tisztításával kapcsolatos eredmények

A faforgácslap-iparban nemcsak a farostlemezyárakban keletkezik szennyvíz, hanem a fűrészüzemekben, faforgácslapüzemekben, és a másodlagos felhasználó üzemekben is. Ezeknek a szennyvizeknek a mennyisége és szennyezettsége azonban olyan kis mértékű, hogy eddig sehol nem okozott gondot. Az ezekben az üzemekben keletkező szennyvizek tisztításával eddig tudomásunk szerint csak Romániában és Bulgáriában foglalkoztak a szakemberek. Eredményeiket a következőkben foglaltuk össze:

1.2.1 A román furnér-, bútortalap- és rétegelt lemezeket gyártó üzemek

Ezeknek a termékeknek technológiai folyamatában igen fontos fázist jelent a rönkök hőkezelése, ami a legnagyobb mennyiségű szennyvizet produkálja a gyáron belül. A rönköket nagyrészt forróvízes módszerrel, vagy kombinált vizes—forróvízes módszerrel hámazzák.

A felhasznált vizet medencébe gyűjtik, és a gőz kondenzációja után a csatornába vezetik. A furnérgyártás folyamán a ragasztóanyagok elkészítésére használt berendezések időszakos mosásakor keletkezik szennyvíz, amelyet azután rendszerint az üzem csatornahálózatába vezetnek a ragasztó-elkülönítőn keresztül, és ott keveredik a szolgáltatási egységben keletkező szennyvízzel.

A bükkfárönkök tárolómedencéiből és az esőzések folyamán keletkező vízből a felhasznált vizet elvezetik, azután üleptik, és biológiai módszerrel a gazdasági vízzel együtt megtisztítják!

Az a szennyvíz, amely a rönkök megmunkálása közben keletkezik, összetétel szempontjából hasonló a nedves eljárású farostlemez-üzemekben keletkező szennyvízhez; hemicellulóz származékokat (pentózokat és hexózokat), cserzőanyagot és illó savakat tartalmaz. A hidrotermikus eljárással kezelt rönkök medencéjéből azonban nagyobb mennyiségű és kisebb koncentrációjú szennyvizet vezetnek el, mint a farostlemez-gyártásnál.

Példaként az egyik gyár 6. táblázatban közölt összetételű szennyvizét adjuk meg, ahol a furnér- és rétegelt lemez gyártására hidrotermikus eljárást alkalmaznak.

Abban az esetben, ha a megfelelő közös gyűjtőcsatorna-rendszer nem tudja befogadni előzetes tisztítás nélkül ezt a vizet, akkor a szennyvizet kémiai—mechanikai tisztítóállomáson tisztítják, amely a következő fokozatokból áll:

— savközbombosító állomás, ahol kalcium-hidroxiddal neutralizálják a szennyvizet pH = 8,5-ig, és kb. 300—500 mg/liter alumíniumszulfáttal kezelik;

— vízszintes üleptető, melyben az előzetesen vegyi anyaggal ellátott vizet 2 óra hosszat tárolják. Ez alatt az idő alatt az elvezetett vízből átlag 3% szennyező anyag ülepedik le;

— a visszamaradó szennyeződést szárítóban víztelenítik.

6. táblázat

Mutatók	Átlagmennyiség
pH	4,65
Szuszpenziók mg/liter	200
Maradék	95
	4327
BOI ₅ mg/liter	810
Fenol mg/dm ³	0,7

Hajlított- és korpuszbútorgyártás

Általában ezek az üzemek nem termelnek jelentős mennyiségű szennyvizet. A ragasztó-készítő és a felületkezelő üzemekből a szennyvizet ülepitőn keresztül a csatornába vezetik, és a felhasznált gazdasági vízzel együtt tisztítják. A hajlított bútort gyártó üzemekben még az átítató üzemszervekben is keletkezik egy kis mennyiségű szennyvíz, amely ugyanolyan összetételű, mint a furnérüzemekben hőkezeléskor keletkező szennyvíz.

Ezt a vizet szintén keresztülvezetik az ülepitőn, és a gazdasági vízzel együtt tisztítják. Az egyik önálló hajlítottbútor-üzemben gözzel működő oxidációs berendezést építettek.

Fűrésüzemek, parketta-, hordó- és ládakészítő üzemek stb.

Ezekben az üzemekben szennyvízforrásként jelentkezhetnek a bükkörnkök tárolására szolgáló medencék, a túlevelű fafajok rönkjeinek osztályozására szolgáló medencék, a rönkmosó berendezések, a bükkfa fűrészáru gőzölésére szolgáló kamrák stb.

Általában ezek a szennyvizek ásványi és szerves szuszpenziókkal telítettek, amelyeket könnyen el lehet különíteni közvetlen ülepitéssel mikroszűrők segítségével.

Ami a szerves szennyeződést illeti, általában jelentéktelen, kivéve a gőzölőkamrákból elvezetett vizet, amelynek összetétele megegyezik a furnérüzemek hőkezelő eljárásokról keletkező szennyvizeinek összetételével.

Ezeket a vizeket a gazdasági szennyvízzel együtt biológiai úton lehet tisztítani. Abból kiindulva, hogy ezeknek a vizeknek nagy része aránylag rövid idő alatt keletkezik, a tisztító-állomás károsodásának megelőzése vagy pedig a berendezések megóvása végett feltétlenül szükséges a vizeket fokozatosan, először egy speciálisan erre a célra létrehozott medencén, majd a már meglévő technológiai medencén (tárolásra, osztályozásra, ülepitésre) keresztülvezetni.

E gyártási folyamatokban a vízfelhasználás csökkentése céljából berendezéseket létesítettek a kevésbé szennyezett vagy feltételesen tiszta szennyvizek (pl. a rönktárolásnál, a rönkmosásnál stb. keletkező vizek) másodlagos felhasználására.

1.22 Faipari szennyvizek tisztításának helyzete a Bolgár Népköztársaságban

Szennyvízforrások

Fűrészüzemi gőzölőkamrák kondenzvíze. A gőzölés hőmérséklete 60–80 °C. A lecsapódott gőzt és a faanyag hulladékokat összegyűjtik, és elvezetik a csatornába.

A furnérüzemekben a furnérgyártáshoz a rönköket vízzel telt medencébe helyezik, majd 80 °C hőmérsékleten gőzölik. A szennyvizet és a rönkhulladékokat összegyűjtik a tárolóba, és szivattyú segítségével csatornába továbbítják. Szennyvíz keletkezik még a gőzölőkamrákban, a ragasztókészítésre használt edények mosásánál és a helyiség padlójának felmosásánál is.

A kazánberendezések vizét, amely lágyításra szolgál, ioncserélő szűrőkkel tisztítják. Ezeket nátriumklorid oldattal regenerálják. A regeneráció folyamán keletkező szennyvizet a csatornába vezetik.

Szolgáltatási szennyvíz keletkezik az üzem műhelyeinek egyes helyiségeiben a szociális létesítményektől, valamint az üzem lakóépületeiben.

A szennyvizek összetétele:

— a gőzölőkamráktól elvezetett szennyvíz színe világosbarnától sötétbarnáig terjed, sárgás szaga van és savanyú vegyhatású. Oldott állapotban levő szerves savakat tartalmaz,

pl. ecetsavat, hangyasavat, hemicellulózt stb. pH-ja 4,8—6,8, hőmérséklete átlag 60 °C $\text{BOI}_5 = 4400$ mg/liter, az átlag KOI 7900 mg/liter O_2 .

A szuszpendáltanyag-tartalom átlag 5800 mg/liter.

A ragasztóanyag-készítő üzemrészekből elvezetett szennyvizek fehéres színűek, hőmérsékletük átlag 38 °C, BOI_5 átlag 510 mg/liter, KOI 1400 mg/liter — a szuszpendáltanyag-tartalom (karbamidgyanta-maradvány) átlag 459 mg/liter.

A medencéktől elvezetett szennyvíz BOI_5 átlaga 20 mg/liter és pH = 6,6.

A lágyítóállomástól elvezetett szennyvíz nem tartalmaz szerves szennyeződések, főleg kálium- és magnéziumklorid szennyeződések tartalmaz.

A megtisztított vizet második kategóriájú folyóba vezetik. A Gabrovnyics folyó vize egészen tiszta (BOI_5 1 mg/liter), és a mezőgazdaságban itatásra használják.

A tisztítóállomás berendezései:

1. közömbösítő berendezés,
2. szűrőrács,
3. keverőkamra,
4. oxidálóárok,
5. másodlagos ülepitő,
6. szivattyúállomás,
7. víztelenítő,
8. reagensrészleg,
9. kontakt ülepitő klórozóval,
10. komplex segédberendezések.

A szennyvizek viszonylag szegények nitrogénben és foszforban, ezért mesterséges úton dúsítják őket a tisztítóállomáson ammóniumsulfát és szuperfoszfát oldatok adagolásával úgy, hogy az összetétel a következő arányú lesz:

$$\text{BOI}_5 : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1.$$

Az oxidálóárookban a szennyvizet biológiai aerob eljárással tisztítják. A szükséges oxigénmennyiséget fűvókák segítségével adagolják. 1 m³ tiszta víz önköltsége 0,03 leva.

Az ismertetett kutatások és gyakorlati eredmények alapján a szennyvizek tisztítása ma már a felfeldolgozó iparban is a sürgős megoldásra váró kérdések közé tartozik. Ez a munka már megkezdődött és a KGST-tagországok együttműködése segít abban, hogy sok fölösleges párhuzamos munkát kiküszöbölve, gyorsan és eredményesen oldjuk meg a környezetvédelemnek ezt az igen fontos problémáját.

2. A LEVEGŐ TISZTASÁGÁNAK VÉDELME

2.1 Csehszlovák Szocialista Köztársaság

A nemzetgyűlés 1967-ben fogadta el a 35. törvényt, amely az új levegőtisztaság-védelmi követelményeket is tartalmazza. A törvény előírásai szerint a szennyezőanyagok mennyiségét abszolút értékben (kg/óra) mérik. Azoknak a szennyezőanyagoknak a mennyiségét, amelyeket 1 km átmérőjű körben több kémény vagy kürtő bocsát ki az üzem körüli területre, úgy számítják, mintha egy kémény vagy kürtő bocsátaná ki.

A törvény meghatározza azokat a feladatokat, amelyeket a minisztériumoknak az atmoszféra védelme végett a tudományos kutatás és a berendezések fejlesztése területén, valamint a természetvédelemben végre kell hajtaniuk. A törvény alapján létrehozták az Állami Műszaki Felügyeletet, melynek feladata a levegő tisztaságának védelmét szolgáló berendezések ellenőrzése, az esetleges büntetések kiszabása és behajtása, segítségnyújtás a különböző műszaki problémák megoldásához.

A CSSZSZK-ban jelenleg üzemelő porleválasztó berendezések többsége ciklon. A régebbi típusok hatásfoka (65—67%) már nem kielégítő. A Légtechnikai Tudományos Kutató Intézet új ciklonsorozatot tervezett, amelyek hatásfoka — helyes kiválasztás esetén — 99,2—99%.

A korszerű fafeldolgozó berendezések nagyobb mennyiségű légszennyező anyagot bocsátanak ki, ezért növekednek a ventilátorok teljesítményével szemben támasztott követelmények. A fafeldolgozó iparban jelenleg működő ventilátorok hatásfoka 80—85%, de csak tiszta vagy kevésbé szennyezett levegő elszívására alkalmazhatók. Ezért a porleválasztó berendezéseket a ventilátorok „szívott” oldalán helyezik el.

A csiszoláskor keletkező por leválasztásának legelterjedtebb módszere a nedves leválasztás. A nedves leválasztáskor a leválasztott por a technológiai folyamat szempontjából értéktelen anyag, el kell égetni; a nedves anyag elégetése viszont nehéz, ezért a nedves leválasztókat fokozatosan megszüntetik. Alkalmazzanak még multiciklonokat is, de perspektivikusan szöveteleemes szűrők beépítését tervezik.

A lakkcsiszoláskor nagy mennyiségű finom por keletkezik, amelyet el kell szívni és le kell választani. A por viszonylag finom, tulajdonságai a leválasztás szempontjából kedvezőtlenek; jelentős mértékben tapad, szöveteleemes szűrők nem alkalmazhatók, mivel nehéz a regenerálásuk. Szemcseösszetételük csekély térfogatsúllyal párosul, ez viszont kizárja mechanikus leválasztóberendezések alkalmazását. Csak a nedves leválasztás lehetősége marad meg, ennél azonban sajátos probléma a rossz nedvesíthetőség és a habzás, amely megnehezíti az ülepítést. A probléma megoldására két olyan nedves leválasztóberendezést dolgoztak ki, amelyek hatásfoka kb. 94—98% között változik.

A CSSZSZK szakértői úgy vélik, hogy sikerült megoldaniuk a poreltávolítás problémáját és részeredményeket elérni a porleválasztó berendezések hatásfokának javításában. Továbbra is probléma maradt azonban a leválasztott por összegyűjtése és szállítása. A helyzet javítása céljából jelenleg kazánokat építenek, melyekhez speciális berendezésekben tárolják, szállítják a hulladékot. A fapor tüzelőanyagként való megsemmisítése nem az egyetlen lehetséges megoldás, de az egyéb megoldások gyakorlati alkalmazása még nem kiforrott.

A tervezendő fafeldolgozó üzemekben szakadatlanul növekszik az elszívandó levegő mennyisége. A leválasztóberendezésekkel szemben támasztott követelményeken kívül igen nagyok a követelmények az energiagazdálkodás szempontjából is, mivel az elszívott levegőt meleg és tiszta levegővel kell pótolni. A nagy üzemekben elszívott levegő mennyisége több mint 500 000 m³/óra, a téli hővesztés eléri az 5 millió kal/h-t. A tisztított levegő visszavezetésének megoldását ezért igen fontosnak tekintik.

A visszavezetendő levegő portartalma — a vonatkozó munkaegészségügyi előírások szerint — maximum 0,15 mg/m³ lehet. Ez a követelmény csak szöveteleemes szűrők és nedves leválasztók kombinált alkalmazásával teljesíthető.

A szöveteleemes szűrők az utóbbi időben mindenekelőtt azért terjedtek el, mert ezek a leghatékonyabb porleválasztó berendezések, és az így leválasztott por felhasználható vagy elégethető. Hatásfokuk mindenekelőtt a szűrőre kerülő por szemcseösszetételétől és a szűrőfajlagos terhelésétől függ.

A gáz halmazállapotú szennyezőanyagok összegyűjtésére általában a következő módszerek alkalmazhatók:

- adszorpciós eljárások,
- abszorpciós eljárások,
- a levegőben levő szennyezőanyagok égetése.

Az abszorpció és az elégetés nem terjedt el a CSSZSZK fafeldolgozó iparában. A gáz halmazállapotú szennyezőanyagok eltávolítására jelenleg a legelterjedtebb eljárás a keletkezés helyéről történő elszívás, figyelembe véve a munkahelyeken megengedett koncentrációértékeket és az elszívott levegő koncentrációértékeit.

A szellőztetés minőségének megállapítására — főleg higiéniai szempontból nézve — a légtechnikai berendezések higiéniai mutatóját használják.

Gazdaságossági szempontból gyakran előnyös a helyi elszívás, mivel egyrészt megakadályozza a szennyezőanyagok szétterjedését az üzem légtérében, másrészt pedig jóval kisebb mennyiségű levegő mozgatására van szükség, és az nemcsak gazdaságos, hanem fokozott lehetőséget nyújt az elszívott levegő tisztítására.

Azokkal az előírásokkal kapcsolatban, amelyek szabályozzák az egészségre káros anyagok koncentrációját, valamint az egyéb munkaegészségügyi igényeket, feltétlenül figyelembe kell venni a hő- és energiagazdálkodás problematikáját is. A leválasztó- és szűrőberendezések nemcsak a levegőt hivatottak tisztítani, hanem hatással vannak a hő- és energiagazdálkodásra is. A közönséges elszívásnál az elszívott levegő jelentős mennyiségű szennyezőanyagot tartalmaz, következésképpen alkalmatlan a visszavezetésre, ezért a hőveszteségek jelentősek. Ez nemcsak nagy gyártási költségekhez vezet, hanem a beruházási költségek is emelkednek, mert többet kell fordítani a nagyobb teljesítményű energiaforrások létrehozására. Korszerűbb hő- és energiafelhasználást lehet elérni hőcserélők alkalmazásával. A külső levegő hőcserélőkben való előzetes melegítésével jelentős hőmennyiséget lehet megtakarítani. A szennyezőanyagok eltávolítását és az energiagazdálkodás egyenlegét javítani lehet a hőcserélők és az elszívók gazdaságos összehangolásával.

2.2 Lengyel Népköztársaság

A levegő tisztaságának védelmére végzendő munkák még csak most kezdődtek. Központi környezetvédelmi szervezetet hoztak létre: a Kommunális Gazdálkodási és Környezetvédelmi Minisztériumot. Az agglomerált lapok gyártásának fejlesztésével foglalkozó kutatóközpont iparági környezetvédelmi laboratóriumot hozott létre. E laboratórium feladatköre — a központi irányelveknek megfelelően — a jelenlegi állapot felmérése és intézkedések megtétele a környezetvédelem javítására.

Kijelölték azokat az üzemeket, amelyek kötelesek a szennyezőanyagok koncentrációját mérni. A méréseket 1974-ben kezdték meg. A Lengyel Tudományos Akadémia Környezetvédelmi Központja kidolgozta a mérési hálózatot és a mérések munkamódszereit. A méréseket a faiparban jelenleg rétegelt lemez-, farostlemez- és faforgácslapgyárak környezetében végzik. A gyárak különböző körülmények között üzemelnek: városokban, városokhoz közel, mező- és erdőgazdasági területeken.

A mért szennyezőanyagok

- az ülepedő por és
- a kéndioxid.

A mérések időtartama egy hónap.

A mérési eredmények alapján megállapítják az ipar által kibocsátott szennyezőanyagok hatása alá kerülő területek nagyságát, a szükséges gyártástechnológiai változtatásokat, a használandó berendezéseket a földrajzi környezet és a klímaviszonyok függvényében.

Meghatározzák az üzemek körüli védőzónák kiterjedését az üzemtípus és nagyság, valamint a gépesítési fok függvényében; továbbá a gyártási folyamatok fejlesztésének lehetőségeit a környezetvédelmi előírások figyelembevételével.

2.3 Német Demokratikus Köztársaság

Itt is környezetvédelmi törvény határozza meg a légszennyező anyagok kibocsátható mennyiségét a kibocsátási hely lokális magasságának függvényében. Ez azt jelenti, hogy a tisztítás nélkül kiengedett levegő számára igen magas kürtöket kell építeni.

A por- és forgácsleválasztó berendezések többsége az NDK-ban is ciklon. A ciklonok előnye olcsóságuk, egyszerű szerkezetük, a kevés karbantartási munka. A berendezések hosszú élettartamúak. Hiányosságuk, hogy üzemeltetésük költsége magas, a legapróbb por-szemcséket nem választják le kellőképpen. Érzékenyek a terhelés ingadozására. A jelenleg üzemeltetett ciklonok nem felelnek meg a legújabb műszaki követelményeknek.

Széleskörűen alkalmazzák a szövetelemes szűrőket. A szűrőket mechanikusan működő berendezésekkel tisztítják.

A leválasztott hulladék felhasználási területe az agglomerált lapok gyártása és a tüzelés. A gazdaságos felhasználás akadálya az összegyűjtés és a szállítás megoldatlansága.

Az üzemeltetett ciklonok hatásfoka kb. 78%, a szövetelemes szűrők hatásfoka optimális esetben 98%. Az NDK szakemberei úgy vélik, hogy ciklonok és szövetelemes szűrők kombinált alkalmazásával lehet a környezetvédelmi törvény előírásait teljesíteni.

A felületkezelésben a hagyományos filmképző anyagokon kívül mind nagyobb mennyiségben használják a karbamid-formaldehid, illetve poliészter típusú műgyantákkal impregnált dekoratív papírokat. A dekoratív papírokat központi üzemben gyártják. A központosított gyártás a gazdasági és műszaki előnyökön kívül környezetvédelmi szempontból is célszerű, mert

- a szennyezőanyagok csak kis területeken oszlanak el, és
- a szennyezett levegő tisztítására fordított költségek kedvezőbb műszaki és gazdasági eredményekhez vezetnek.

A felületkezelő anyagot szárító alagutakból kikerülő levegő tisztítására alkalmazott módszerek a műgyanták, illetve az oldószerek mennyiségétől és minőségétől függenek. Ha az illó komponensek csak kis mennyiségben vannak jelen, akkor elegendőnek tartják a tiszta levegővel való keverést és a megfelelő magasságú kürtök alkalmazását.

Ha a szennyezett levegő nagyobb mennyiségben tartalmaz oldószergőzőket, akkor a gőzt kondenzálják és újra elhasználják. Ha az oldószerek gőzei nagy mennyiségben, de keverék formájában kerülnek a levegőbe, akkor a levegő tisztítására az egyetlen lehetőségnek a katalitikus égetést tartják. E módszerrel a szennyezett levegőhöz az égetőkamra előtt éghető gázt kevernek, hogy az égetési hőmérséklet egyenletes legyen. A gáz halmazállapotú szennyezőanyagok hőforrásként vehetők figyelembe. A megoldás hátránya a nagy beruházási és üzemeltetési költség. Ez a jellemzője az oldószerek újrafelhasználásának is.

Mivel a szennyezett levegő tisztítása gyakran igen költséges, sok időt vesz igénybe, megfigyelhető az a tendencia, mely szerint olyan műgyantákat igyekeznek felhasználni, amelyekben nincs oldószer, vagy csak kis mennyiséget tartalmaznak. Törekednek a veszélytelen oldószerek alkalmazására. Ez a vegyiparban új gyártási módszerek alkalmazását követeli meg, ami a műgyanták árainak emelkedését eredményezi.

2.4 Szovjetunió

A SZU-ban — többek között — a faforgácslap-gyártásban felhasználásra kerülő karbamid-formaldehid és fenol-formaldehid típusú műgyanták szabadformaldehid-tartalmának csökkentésével, illetve a környezetre kevésbé káros felületkezelő anyagok kidolgozásával foglalkoznak.

A karbamid-formaldehid típusú kötőanyagoknak szabadformaldehid-fölösleget kell tartalmazniuk ahhoz, hogy a térhálósodás végbemenjen. Szükséges a formaldehidfölösleg azért is, mert a formaldehid erősen illékony anyag.

A szabadformaldehid-tartalom minimalizálása a környezetvédelem mellett higiénés szempontból is jelentős. A Szovjetunióban ugyanis a lakó- és a középületek légtérében a megengedett formaldehid-koncentráció $0,012 \text{ mg/m}^3$ ipari épületek légtérében pedig $0,5 \text{ mg/m}^3$. Több országban ennél jelentősebb formaldehid-koncentrációt is engedélyeznek.

Úgy találták, hogy a faforgácslapok préselésekor és felhasználásakor igen bonyolult fizikai és kémiai folyamatok mennek végbe. Ezért először megkíséreltek közelítő magyarázatot találni a formaldehid-felszabadulás okaira, amelyek a következők:

- a faforgácslapok préselésekor felszabaduló formaldehid jelentős része a vízgőzzel együtt távozik a lapokból, különösen a nyomás csökkentésekor, illetve a prés nyitásakor. A lapokban vizes oldatként, valamint gázként marad szabad formaldehid;

- a formaldehid távozása nem fejeződik be a préseléskor, hanem folytatódik azután is;

- a faforgácslapok préselésekor lehetséges a kötőanyag bomlása is, mivel a forgácspaplan melegítése nem egyenletes. A külső rétegeknél kisebb sebességgel keményedő kötőanyag alkalmazása csökkenti a bomlást, de nem szünteti meg teljesen;

- felhasználás után, illetve használatba vételkor a formaldehid a faforgácslapok belső rétegéből a külsőbe áramlik, innen pedig a környezetbe kerül;

- a megkeményedett kötőanyagban jelenlevő szabad metilolcsoportok szintén okozói lehetnek a formaldehid felszabadulásának.

E magyarázatokból kiindulva először tanulmányozták a karbamid-formaldehid típusú kötőanyagok alapvető tulajdonságainak hatását a formaldehid felszabadulására faanyag nélkül, majd pedig laboratóriumi körülmények között vizsgálták a technológiai tényezők hatását a faforgácslapból felszabaduló formaldehidre.

A kötőanyagok tulajdonságainak hatását a következőkben foglalták össze:

- a kötőanyag szárazanyag-tartalmának növelésekor a formaldehid felszabadulása csökken. Ezt azzal magyarázták, hogy a szárazanyag-tartalom növelésekor csökken a szabad metilolcsoportok száma, kisebb a lehetőség a hidrolizisre;

- megállapították, hogy a hőmérséklet emelésével a formaldehid felszabadulása növekszik;

- az alkalmazott katalizátor mennyiségének növelése csökkenti a felszabaduló formaldehid mennyiségét. Ez a lehetőség azonban technológiai, illetve minőségi szempontból korlátozott. Emellett a szabadformaldehid-tartalom — bizonyos határon túli — csökkentése a kötőképeség csökkenésével és a műgyanta stabilitásának negatív változásával jár;

- megállapították, hogy a formaldehidtartalom csökkentésére kedvező hatással van a gyártás utáni tárolás.

A faforgácslap-gyártás technológiai tényezőinek hatását tanulmányozva a következőket állapították meg:

- a préselés hőmérsékletének emelése kedvező hatással van a felszabaduló formaldehid mennyiségének csökkentésére. A kötőanyagokkal, illetve a faforgácslapokkal végzett vizs-

gálatok közötti ellentmondást azzal magyarázzák, hogy magas hőmérsékletű préselésnél több formaldehid szabadul fel és kevesebb marad a lapokban, mint alacsonyabb hőmérsékleten;

— a préselés időtartamának növelésével is csökkenthető a felszabaduló formaldehid mennyisége.

Összefoglalva, a szovjet szakemberek szerint a probléma megoldásának leghathatósabb módja: a kötőanyag szabadformaldehid-tartalmának csökkentése és a kötőanyag maximális keményedésének biztosítása a préselés alatt.

Az elvégzett munka lehetőséget nyújtott kis szabadformaldehid-tartalmú kötőanyag előállítására, amelyet az iparban bevezetnek.

Hasonló jellegű kutatási munkáról számoltak be a fenol-formaldehid típusú kötőanyagok gyártása, illetve fenol felszabadulásának vonatkozásában. E munkát az előzőhöz hasonló metodikával szintén eredményesen fejezték be.

A felületkezeléskor keletkező szennyezőanyagok csökkentése érdekében a következő munkákat végzik:

- minimális káros illó alkotórészt tartalmazó felületkezelő anyagok bevezetése;
- műgyantával impregnált papírlaminátok felhasználása;
- maximálisan zárt, nagy teljesítményű berendezések alkalmazása, ami megakadályozza a káros illó alkotórészek kijutását a munkahely légtérébe;
- hatékonyabb berendezések használata a szennyezőanyagok összegyűjtésére és közömbösítésére.

A szennyezőanyagok mennyiségének csökkentése céljából az utóbbi években egész sor feladatot oldottak meg, amelyek eredményeit az iparban bevezették.

A KGST-tagországok fafeldolgozó iparában való levegőtisztaság-védelmi munka továbbfejlesztésére a teendőket a következőkben lehet összefoglalni:

A) *A már jelenleg is működő berendezésekkel kapcsolatos intézkedések:*

- a biológiai szempontból káros anyagokat kevésbé veszélyes anyagokkal kell felváltani;
- a szennyezőanyagokat tartalmazó anyagokkal dolgozó üzemszerveket el kell szigetelni a többi gyártási folyamattól;
- az elszívott levegő hőtartalmát hasznosítani kell;
- a légtechnikai berendezések állapotát rendszeresen ellenőrizni kell.

B) *A perspektivikusan teendő intézkedések:*

- szükséges, hogy már a beruházások kezdeti fázisában szorosan együttműködjenek a műszaki és környezetvédelmi szakemberek;
- fokozott figyelmet kell fordítani a gyártástechnológiák kidolgozásánál a biológiai szempontból káros anyagok keletkezésének kiküszöbölésére;
- jó hatásfokú tisztító — mindenekelőtt gáztisztító — berendezéseket kell kidolgozni;
- komplex megoldásokra kell törekedni a levegő tisztaságának védelme, illetve a hőenergiagazdálkodás vonatkozásában;
- hatékony intézkedéseket kell tenni a szennyezőanyagokat leválasztó berendezések üzembiztonságának fokozására;

- egységes előírásokat kell kidolgozni a szennyezőanyagok megengedett koncentrációjára, a mérési és értékelési módszerekre;
- a környezetvédelmi kutatások, valamint a kutatási eredmények bevezetése céljából a szocialista integráció minden vívmányát hasznosítani kell;
- a műszaki kutatásokban és a berendezések üzemeltetésekor a pozitív eredményeket és az újdonságokat publikálni kell.

Összefoglalás

A tanulmány áttekintést nyújt a KGST faipari tudományos műszaki együttműködésének a környezetvédelemmel kapcsolatban végzett kutatási tevékenységéről. Ezen belül tárgyalja az egyes országokban folyó kutatásokat, amelyeket a környezeti vizeket és levegőt szennyező anyagok felmérése és a megengedhető határértékek meghatározására végeztek.

Foglalkozik továbbá a tanulmány azokkal az eredményekkel, amelyeket a faipari termékek gyártása során keletkező környezetszennyező anyagok közömbösítésével, illetve további felhasználhatóságával kapcsolatban folytatnak. Sorra veszi azokat a lehetőségeket, amelyeket a kutatások eredményeként az üzemi technológiában gyakorlatilag már eddig is alkalmaztak, vagy a közeljövőben használatba kerülhetnek.

Az összegező ismertetés alapján a faipari ágazatban elsősorban a nedves eljárással dolgozó faprostlemezgyárak működése közben keletkező szennyvizek tisztításával foglalkoznak a legbehatóbban az egyes KGST-országokban. Ezen túlmenően kutatási munkák folynak a különböző fafeldolgozó üzemekben keletkező gázok és porok levegőszennyező hatásának konkrét csökkentési lehetőségeivel.

Az anyag a rendelkezésre álló külföldi statisztikai adatok alapján betekintést nyújt a környezetvédelemmel kapcsolatos állami szabályozó intézkedésekbe, valamint a közeljövőben várható tudományos eredményekbe és azok gyakorlati felhasználásának lehetőségeibe, elsősorban a hazai adaptációs lehetőségeket figyelembe véve. Tekintettel a témakörben rendelkezésre álló viszonylag csekély információra, az ismertetett együttműködési munka még hézagos, de irányt mutat az e téren szükséges további munkák céljaira, módozataira, és felhívja a figyelmet a környezetvédelem problémájának fontosságára.

ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д-Р ЙОЖЕФ ХАДНАДЬ

инж. инженер, руководитель главного научного отдела

ЙОЖЕФ НЯРШ

инж. инженер деревообрабатывающей промышленности, руководитель научного отдела

В статье дается обзор проведенной исследовательской деятельности научно-технического сотрудничества стран-членов СЭВ по защите окружающей среды в деревообрабатывающей промышленности. Внутри этого обсуждаются исследования, проведенные в отдельных странах по замеру загрязненности воды и воздуха и определяют предельно-допустимые величины загрязненности.

В дальнейшем занимались и теми результатами, которые получены при нейтрализации загрязняющих веществ окружающей среды, выделяемых производствами деревообрабатывающей промышленности, вернее занимаются возможностью их дальнейшего использования. Из результатов исследований выбирают те способы, которые уже практически применялись в производственной технологии или могут быть в будущем использованы.

На основе изложенного можно определить, что в отдельных странах-членах СЭВ обстоятельно занимаются очисткой сточных вод, получаемых при производстве древесноволокнистых плит мокрым способом. Кроме этого продолжают заниматься конкретными возможностями уменьшения влияния загрязняющих воздух газов и пыли, выделяемых производствами деревообрабатывающей промышленности. На основе имеющихся в распоряжении зарубежных статистических данных создается возможность ознакомиться с проводимыми государственными мероприятиями, а также с ожидаемыми в недалеком будущем научными результатами и возможностями их применения на практике, в первую очередь, учитывая отечественные адаптационные возможности.

Работа по сотрудничеству имеет пробелы из-за незначительного числа информации, имеющихся в распоряжении по теме, но дает направление для дальнейшей работы и обращает внимание на важность проблемы по защите окружающей среды.

RESULTS IN THE ENVIRONMENTAL DEFENCE OBTAINED BY THE SCIENTIFIC RESEARCH CO-OPERATION OF THE COUNCIL OF MUTUAL ECONOMIC AID (COMECON) ON THE FIELD OF THE TIMBER INDUSTRY

DR. JÓZSEF HADNAGY

Certificated civil engineer, head of a scientific main department

JÓZSEF NYÁRS

Graduate of the University of Woodworking Industry, head of a scientific department

The study offers a survey of the research activity carried out by the scientific technical co-operation of timber industry of the COMECON on the field of the environmental defence. Within this question it discusses the investigations carried out in the respective countries to estimate the materials which contaminate the ambient waters and air, and to define the allowable limit values. Furthermore the study deals with the examinations carried out to make possible the counteraction of the materials which come from the manufacturing of wood products and contaminate the environment, and to resolve the additional usability of those materials. It details the possibilities which so far have been practically realized in the workshop technology or would be considered in the near future as results of the investigations.

On the basis of the summarizing survey it can be stated that within the woodworking sector the respective countries of COMECON deal the most thoroughly with the purification of contaminated waters which rise from the fibre board manufacturing of wet process. In addition of this, investigations are carried out in connection with the concrete reduction possibilities of the air contaminating gas and dust arising in the various woodworking shops.

On the basis of the foreign statistical data, the study allows to examine the government regulative measures related to the environmental defence as well as the scientific results to be expected in the near future and the possibilities of their practical usability, taking into consideration mainly the home possibilities of the application.

With regard to the relatively scarce informations available in this subject, the reported work of co-operation is still incomplete, but it defines the purposes and methods for the additional work necessitated on this field, as well as it calls attention to the importance of the environmental defence.

NEUERE ERGEBNISSE DER IM RAHMEN DER WISSENSCHAFTLICHEN ZUSAMMENARBEIT DES RGW DURCHGEFÜHRTEN UMWELTSCHUTZ- FORSCHUNGEN

DR. JÓZSEF HADNAGY

Dipl.-Zivilingenieur, wiss. Hauptabteilungsleiter

JÓZSEF NYÁRS

Dipl.-Ing. der holzverarbeitenden Industrie, wiss. Abteilungsleiter

Die Abhandlung gibt eine Übersicht über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit für Holzindustrie im RGW in Bezug auf die Forschungstätigkeit für Umweltschutz. Es wurden Forschungen in den einzelnen Ländern, die sich mit der Ermessung der Verunreinigung der Gewässer und der Luft und mit der Bestimmung der zulässigen Grenzwerte befassen, angeführt.

Es werden weiterhin Resultate von Untersuchungen bekanntgemacht, die sich mit der Neutralisation der die Umwelt verunreinigenden Materialien bei der Herstellung von Produkten in der Holzindustrie, bzw. mit der Verwertung dieser Materialien beschäftigen. Es werden die Möglichkeiten untersucht, die als Ergebnis von Forschungen in der Betriebstechnologie praktisch auch schon bisher angewandt worden sind oder in naher Zukunft angewandt werden.

Es ist festzustellen, dass man sich in den RGW Ländern im Sektor der Holzindustrie am eingehendsten mit der Reinigung der verschmutzten Gewässer durch Holzfaserplatten mit nassem Verfahren herstellende Betriebe beschäftigt.

Ausserdem werden Forschungsarbeiten zu den konkreten Möglichkeiten der Verminderung der Wirkung von in verschiedenen holzverarbeitenden Betrieben entstehendem Gas und Staub durchgeführt.

Aufgrund statistischer Angaben gibt die Abhandlung einen Einblick in die staatlichen Regelungsmassnahmen bezüglich des Umweltschutzes. Es werden die in naher Zukunft zu erwartenden wissenschaftlichen Ergebnisse und die Möglichkeiten deren praktischen Anwendung angegeben. In erster Linie werden die Adaptationsmöglichkeiten in Ungarn in Betracht gezogen.

Wegen der verhältnismässig geringen Anzahl der Informationen, die in diesem Themenkreis zur Verfügung stehen, ist die bekanntgemachte Zusammenarbeit noch nicht entsprechend ausgebaut, aber sie gibt eine Richtlinie zur Bestimmung von den Zielstellungen und Abänderungen der auf diesem Gebiet notwendigen weiteren Tätigkeit und sie macht die Betreffenden auf die Problematik des Umweltschutzes aufmerksam.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Fürjes János</i> : Keretfűrészek és rönkvágó szalagfűrészek műszaki összehasonlító vizsgálata	5
<i>Strobl Kálmán</i> : Az építőipar differenciált igényeit kielégítő forgácslapválasztékok	15
<i>Erdélyi György</i> : A fenyőfa-felhasználás korszerű eljárásai	31
<i>Wittmann Gyula—Pluzsík András</i> : A faanyagú rétegelt-ragasztott tartószerkezetek hazai alkalmazásának új eredményei	61
<i>Szőke Lajosné</i> : Építőelem-szerkezeti csomópontok mechanikai, épületfizikai igénybevételek elemzése	71
<i>Harsányi István</i> : Nyár alapanyag hasznosítása a faházak gyártásánál	95
<i>Vámos Róbert</i> : A célforgács-előállítás és -frakcionálás műszaki feltételeinek vizsgálata . .	105
<i>Strobl Kálmán</i> : Az akácfatömeg optimális használata	143
<i>Dr. Szabó Károly</i> : Az elsődleges fafeldolgozó ipar termékeinek rangsora	155
<i>Dr. Tusa Gábor</i> : Korszerű matematikai módszerek alkalmazása a fagazdaság tervezési munkájában	175
<i>Dr. Szabó Károly</i> : A szakmai oktatás vizsgálata a meggyorsult technikai és technológiai feladatok tükrében	187
<i>Szalay Lajos</i> : A fehérfűz (<i>Salix alba</i> L.) fizikai-mechanikai tulajdonságai	199
<i>Dr. Babos Károly</i> : Kéreganatómiai vizsgálatok a <i>Quercus cerris</i> var. <i>cerris</i> Loud. és a <i>Q. cerris</i> var. <i>austriaca</i> (Willd.) Loud. törzsekben	207
<i>Szalay Lajos—Ortutay Béla—Orosz Jenő</i> : Hulladékhasznosítás, anyag- és energiatakarékoság	221
<i>Dr. Hadnagy József—Nyárs József</i> : A KGST faipari tudományos kutatási együttműködésének a környezetvédelemben elért eredményei	235

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Янош Фюреш:</i> Сравнительное техническое испытание рамных пил и ленточных пил для распиловки бревен	5
<i>Калман Штробл:</i> Выбор древесностружечных плит, удовлетворяющих дифференциальные потребности строительной промышленности	15
<i>Дьёрдь Эрдеи:</i> Современные методы применения древесины сосны	31
<i>Дьюла Виттманн—Андраш Плужик:</i> Новые результаты отечественного применения опорной конструкции из слоистой клееной древесины	61
<i>Лайош Сёке:</i> Анализ механических и строительно-физических усилий узлов соединений строительных элементов конструкций	71
<i>Иштван Харшани:</i> Использование сырья тополя для производства деревянных домов	95
<i>Роберт Вамош:</i> Исследование технических условий получения и фракционирования специальной стружки	105
<i>Калман Штробл:</i> Оптимальное использование древесины акации	143
<i>Д-р Карой Сабо:</i> Классификация первичной продукции деревообрабатывающей промышленности	155
<i>Д-р Габор Туша:</i> Применение современных математических методов в плановой работе лесного хозяйства	175
<i>Д-р Карой Сабо:</i> Исследование профессионального обучения в свете ускоренных технических и технологических заданий	187
<i>Лайош Салаи:</i> Физико-механические свойства белой ивы (<i>Salix alba</i> L.)	199
<i>Д-р Карой Бабош:</i> Анатомические испытание коры ствола <i>Quercus cerris</i> varietas <i>cerris</i> Loud. и <i>Q. cerris</i> var. <i>austriaca</i> (Willd.) Loud.	207
<i>Лайош Салаи—Бела Ортутай—Енё Орос:</i> Использование отходов, экономия материалов и энергии	221
<i>Д-р Йозеф Хаднадь—Йозеф Нярш:</i> Достигнутые результаты научно-исследовательского сотрудничества стран-членов СЭВ по защите окружающей среды в деревообрабатывающей промышленности	235

CONTENTS

<i>János Fürjes</i> : Technical Comparative Test of the Frame Saws and Band Saws for Logs	5
<i>Kálmán Strobl</i> : Chipboard Assortments in Accordance with the Differentiated Demands of the Building Industry	15
<i>György Erdélyi</i> : The Up-to-date Procedures in the Utilization of Fir-Wood	31
<i>Gyula Wittmann—András Pluzsik</i> : Recent Results of the Application of the Home Fabricated Glued-Laminated Timber Supporting Structures	61
<i>Mrs. L. Szöke</i> : Analysis of Mechanical and Building-Physical Stresses in the Joint Connections of Building Unit Constructions	71
<i>István Harsányi</i> : Utilization of the Wood of Poplar in the Manufacture of Timber Houses	95
<i>Róbert Vámos</i> : Examination of the Technical Conditions for Manufacturing and Fractionating of Chips	105
<i>Kálmán Strobl</i> : The Optimum Utilization of the Wood of the Home Grown Acacia	143
<i>Dr. Károly Szabó</i> : Rating of the Products of the Primary Woodworking Industry	155
<i>Dr. Gábor Tusa</i> : Application of the Up-to-date Mathematical Methods in the Planning Work of the Wood-Economy	175
<i>Dr. Károly Szabó</i> : Examination of the Professional Training from the Point of View of the Increased Technical and Technological Tasks	187
<i>Lajos Szalay</i> : The Physical-Mechanical Characteristics of the White Willow (<i>Salix alba</i> L.)	199
<i>Dr. Károly Babos</i> : Anatomical Examinations of the Bark on the Stem of <i>Quercus cerris</i> varietas <i>cerris</i> Loud. and of the <i>Q. cerris</i> var. <i>austriaca</i> (Willd.) Loud.	207
<i>Lajos Szalay—Béla Ortutay—Jenő Orosz</i> : Utilization of Wooden Waste, Saving of Materials and Energy	221
<i>Dr. József Hadnagy—József Nyárs</i> : Results in the Environmental Defence Obtained by the Scientific Research Co-operation of the Council of Mutual Economic Aid (COMECON) on the Field of the Timber Industry	235

INHALTSVERZEICHNIS

<i>János Fürjes</i> : Technische Vergleichsuntersuchung der Gatter- und Blockbandsägen	5
<i>Kálmán Strobl</i> : Spanplattensortimente für den differenzierten Bedarf der Bauindustrie . . .	15
<i>György Erdélyi</i> : Zeitgemässe Verfahren der Anwendung von Fichtenholz	31
<i>Gyula Wittmann—András Pluzsik</i> : Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der heimischen Verwendung der lamelliert—verleimten Tragkonstruktionen aus Holz	61
<i>Frau Szóke L.</i> : Analyse der mechanischen, bauphysikalischen Beanspruchungen der Knotenpunkte bei Bauelementen	71
<i>István Harsányi</i> : Die Anwendung von Pappel-Rohstoff bei der Herstellung von Holzhäusern	95
<i>Róbert Vámos</i> : Untersuchung der technischen Voraussetzungen der Herstellung und Fraktionierung des Spanes	105
<i>Kálmán Strobl</i> : Die optimale Verwertung des einheimischen Akazienvorrates	143
<i>Dr. Károly Szabó</i> : Die Werteneinstufung der Produkte der primären holzverarbeitenden Industrie	155
<i>Dr. Gábor Tusa</i> : Verwendung zeitgemässer mathematischer Methoden in der Planungsarbeit der Holzwirtschaft	175
<i>Dr. Károly Szabó</i> : Untersuchung der Fachausbildung im Spiegel der erhöhten technischen und technologischen Aufgaben	187
<i>Lajos Szalay</i> : Die physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Holzes der Weissweide (<i>Salix alba</i> L.)	199
<i>Dr. Károly Babos</i> : Anatomische Untersuchungen der Rinde an Stämmen von <i>Quercus cerris</i> var. <i>cerris</i> Loud. und <i>Q. cerris</i> var. <i>austriaca</i> (Willd.) Loud.	207
<i>Lajos Szalay—Béla Ortutay—Jenő Orosz</i> : Abfallnutzung, Rohstoff- und Energieersparung	221
<i>Dr. József Hadnagy—József Nyárs</i> : Neuere Ergebnisse der im Rahmen der wissenschaftlichen Zusammenarbeit des RGW durchgeführten Umweltschutzforschungen	235



4262

Megjelent a Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat gondozásában
Felelős kiadó a Faipari Kutató Intézet igazgatója
Felelős szerkesztő Strobl Kálmán
Műszaki vezető Korom Ferenc
Műszaki szerkesztő Müller Zsuzsa

*

Nyomásra engedélyezve 1976 XII.30-án
Megjelent 450 példányban, 22 3/4 (A/5) iv terjedelemben, 87 ábrával
Készült az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint

MG 2633-a-7600

77.3291.66-13-1 Alföldi Nyomda, Debrecen