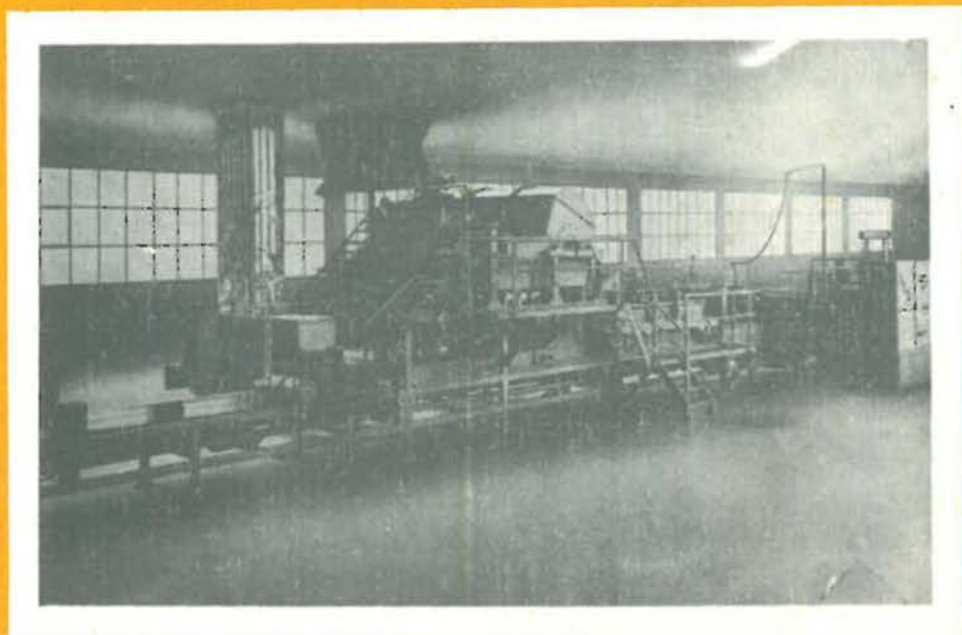


FAIPARI KUTATÓ INTÉZET

KÉZIRAT



K Ö Z L E M É N Y E K

a faipari kutatások eredményeiről

BUDAPEST

1978

FAIPARI KUTATÓ INTÉZET

K Ö Z L E M É N Y E K

a faipari kutatások eredményeiről

Kézirat

Budapest

1978

Faipari Kutató Intézet, 1978.

ERDÉSZETI ÉS FAIPARI TERVEZŐ ÉS SZERVEZŐ IRODA

Bp. VII., Csengery utca 11.

Tsz.: 78399 Készült: 300 példányban

Felelős vezető:

Árva Józsefné

igazgatóhelyettes

FŰRÉSZIPARI TERMÉKEK SZÁRÍTÁSÁNAK IDŐSZERŰ KÉRDÉSEI

FÁBIÁN TIBOR

okl. gépész- és közgazdász mérnök, tudományos osztályvezető

B E V E Z E T Ő

A hazai ipar feladata évente több száz ezer m³ fűrészáru és egyéb fűrészipari termék szárítása. Ezt az igényt a meglevő mesterséges szárítási kapacitásokkal nem tudják teljes mértékben kielégíteni. Az *OMFB* a 7-7106/1-T sz. 1974. májusában elkészített tanulmányában célul tűzte ki a megfelelő szárítókapacitások létrehozását. Ehhez szükségessé vált a felhasználási követelmények és azok kielégítése jelenlegi szintjének meghatározása.

A fűrészipari termékek feldolgozásával és szárításával az ipar sok ágazata foglalkozik. A szárítási feladatokat többnyire egymástól függetlenül oldják meg. Ennek következtében nagyszámu, eltérő típusu berendezés beszerzésére és kivitelezésére került sor. A hazai ipar és több szárítóberendezés-típus gyártását kezdte meg. A hazai ipar közel 50 szárítóberendezés-típust üzemeltet, melyek részben egyedi tervek szerint készültek.

Sok berendezés üzemel a faipari gyártáskor keletkező fűrészpor és darabos hulladék eltüzelésével nyert hőenergia hasznosításával. Az *OMFB* 7-7405 témaszámu, *A fakitermelés és fafeldolgozás hulladékainak gazdaságos hasznosítása* c. tanulmánya megállapítja, hogy a faanyag hulladékok *"energia célú hasznosítása is újra egyre nagyobb jelentőségűvé válik"*. Ez a megállapítás elsősorban azon hulladékokra vonatkozik, amelyek kéreggel, csiszolóporral stb. szennyezettek. Tekintettel arra, hogy *"a fának mint energiahordozónak az átértékelése időszzerűvé vált"*, meg kell vizsgálni és elemezni kell a füstgázüzemű, a fahulladékok hőenergiáját hasznosító szárítóberendezések jelenlegi fejlesztésének indokoltságát is.

Mindezek azt igazolják, hogy nincs egységes állásfoglalás a szárítási igények kielégítésének megoldásában.

Ugyanakkor sok üzem jelenleg még nincs felkészülve arra, hogy a korszerű, butoripari, épületszerkezeteket gyártó stb. ipari, technológiai igényeknek megfelelő mértékű és minőségű szárítás elvégzésére képes legyen.

Központi állásfoglalás kialakítására van szükség ahhoz, hogy a szárítókapacitások létrehozására külföldi berendezéseket importáljunk, vagy old-

juk meg azt hazailag kifejlesztett, illetve hazailag gyártott berendezésekkel. Megítélésünk szerint a faipari tervezéssel foglalkozó hazai intézmények és a gépgyártás lehetővé teszik az igények kielégítésére megfelelő, korszerű, automatikus vagy félautomatikus üzemeltetésre is alkalmas szárítótípusok kifejlesztését és gyártását. Ehhez el kell végezni a jelenleg alkalmazott korszerű berendezések vizsgálatát és összehasonlító értékelését, elemezni kell a hazai fejlesztés és gyártás lehetőségeit. Ugyanakkor meg kell vizsgálni az importálható berendezések beszerzésének és a külföldi licencek átvételének gazdaságosságát.

Elsősorban fel kellett mérni a fűrészelt termékek szárításának jelenlegi helyzetét, és meg kellett határozni a szárítási kapacitásigény kielégítésére alkalmazható megoldásokat.

1. A FÜRÉSZELT TERMÉKEK SZÁRÍTÁSÁNAK HELYZETE A MAGYAR IPARBAN

A fűrészelt termékek szárításával a szocialista ipar mindkét szektorában, az állami és a szövetkezeti iparban is foglalkoznak.

A faipari termelésben a faanyagszárítást nélkülözhetetlenné teszik a felhasználási és a faanyagvédelmi követelmények. A felhasználási területek kiterjednek

- a butoriparra,
- a mezőgazdaságra,
- a csomagolóiparra,
- a járműiparra és
- az egyéb ipari termelési ágakra.

A faipari termékgyártás termékenként az 1. táblázatban megadott fafajú és nedvességtartalmu anyagokat igényli.

A fűrészüzemekből feldolgozásra kikerülő faanyagok nedvességtartalma az intézeti felmérések szerint a legnagyobb részarányokban előforduló fafajoknál a következő értékű:

a fenyőknél	36,5%,
a bükknél	48,2%,
a tölgynél	46,4%,
egyéb fafajoknál	52,0%.

Az importált fűrészárak általában félszáraz, vagy szállítószáraz állapotban, azaz

18 - 30%-os

nedvességtartalommal kerülnek a továbbfeldolgozó üzemekbe. A gőzölt bükk-

1. táblázat

A termék megnevezése	A felhasznált faanyag	
	fafaja	max. nedvességtartalma százalékban
Butoripari méretre szabott nyers alkatrészelemek	Fenyő, bükk, tölgy	18
Butoralkatrészek, butorok	Fenyő, bükk, tölgy	10 /+2/
Méretre szabott épületasztalosipari alkatrészelemek	Fenyő	18
Parketta	Tölgy, gyertyán, bükk, kőris, cser, akác	10 /+2/
Panelparketta	Fenyő, nyár, bükk, akác, cser	6-8
Parkettafriz	Tölgy, gyertyán, bükk, kőris, cser, akác	21
Lamellafriz	Tölgy, kőris	21
Hajópadlódeszka	Fenyő	18
Svédpadló	Tölgy	12
Lambéria	Fenyő, tölgy, akác	12
Külső nyilászáró szerkezet	Fenyő, tölgy	12-14
Belső nyilászáró szerkezet	Fenyő	8-10
Ládaelem	Fenyő, nyár	18
Hordódonga	Tölgy, bükk, cser, akác, gesztenye, eper	18
Rakodólapelem	Fenyő, nyár, éger	18
Léc	Fenyő és lombosok	18
Tartószerkezetek	Fenyő, nyár, akác	18
Rag. tartószerkezetek lamellái	Fenyő, nyár, akác	15
Faházelemek	Fenyő, akác	18
Zsaluzóanyagok	Fenyő	18
Járműalkatrészek	Fenyő, akác, tölgy, gyertyán	13-16

faanyagok szárítás előtti átlagnedvességtartalma pedig

32,6%.

2. táblázat

Fafaj	A természetes száritással elért átlag végnedvességtartalom %-ban
Fenyő	31,9
Bükk	29,7
Tölgy	38,1
Gőzölt bükk	29,5
Nyár	52,5
Cser	38,0
Akác	33,2
Egyéb lombosok	41,0
Az összes lombos fafaj átlagosan	36,6

a jelentősége a nehezebben száritható lombos fafajoknál.

Az állami ipar 1975. évben teljesített száritási feladatát a 3. táblázat tartalmazza.

A szövetkezeti ipar a termeléshez fűrészárut dolgozott fel, amelynek

- 62,0%-a fenyő,
- 4,5%-a lágy lombos,
- 23,5%-a kemény lombos

fafaju volt. Ebben az időszakban

10,93 ezer m³/év

száritási teljesítményt értek el.

A tényleges száritási feladatok felmérése alapján megállapítható volt, hogy 1975-ben

- az állami ipar 70 százalékban,
- a szövetkezeti ipar 8 százalékban

tudta az igényeket teljesíteni. A nagy mennyiségben száritó ágazatok közül legkedvezőbb helyzetben az ÉVM, majd a MÉM volt, bár ez utóbbi az iparági átlagot nem érte el.

Az ipar területén a természetes száritást mint előszáritást csak kevés vállalatnál és gazdaságnál alkalmazzák céltudatosan. A feldolgozandó faanyagot tárolásra, ill. előszáritásra máglyázzák. A természetes száritással a faanyag nedvességét átlagosan a 2. táblázatban megadott értékig csökkentik.

A 6 hónapos, máglyában való tárolásnál a faanyagok nedvességtartalma jó megközelítéssel 35 ± 5 százalékra csökkent. Az így elért nedvességcsökkenés átlagosan közel 15 százalékos. A nedvességcsökkenésnek nagyobb

3. táblázat

A száritott anyag megnevezése	Mennyiség 1000 m ³ -ben
Fenyőfűrészáru	168,24
Lombosfűrészáru	136,21
Fenyő fafaju egyéb alkatrészek	61,56
Lombos fafaju egyéb alkatrészek	79,05

Az állami iparban üzemelő szárítóberendezések negyedrésze egyedi tervek szerint készült, ezek közül már sok korszerűtlen, a felújításuk nem gazdaságos. Nagy számban üzemelnek különböző típusu, hazai gyártmányu és a KGST országokból vagy más európai országból beszerzett szárítóberendezések. Megállapítható, hogy a szárítók beszerzésénél, illetve építésénél nem volt kialakítva egységes állásfoglalás, és ez nem egyszer a típus megválasztásánál nem a legkedvezőbb döntéshez vezetett.

Az üzemelő berendezések kivétel nélkül konvekciós rendszerűek, három berendezés ezek közül kondenzációs elven működik.

Az utóbbi időben különböző gyártmányu korszerű berendezéseket importáltunk Nyugat-Németországból, Ausztriából és Jugoszláviából. Ezek mind fél-automatikus, vagy automatikus vezérléssel üzemelnek. A többi berendezésünk kis hányadát üzemeltetik programvezérléssel, egyébként a többinél kézi szabályozást alkalmaznak.

A szakemberellátottság nem kielégítő.

Az alkalmazott szárítási technológia az üzemek nagy többségénél megfelelő. A szárítás után a minőség ellenőrzését a *MÉM* ágazati szabványelőírásokkal kötelezővé tette az irányítása alá eső gazdaságoknak és vállalatoknak, más ágazatok e feladatot csak technológiai előírásokkal és házi szabványokkal szabályozzák.

A szárítóberendezéseknél az anyagmozgatás gépesítése nagyon alacsony foku.

A szövetkezeti iparban alkalmazott szárítási módszerek műszaki és technológiai színvonala jelenleg alacsony. A berendezések többsége közepes vagy gyenge műszaki állapotban van. Ezek egyedi tervek alapján, vagy háziilag készültek. Ennek egyik oka az, hogy igen nagy számu a viszonylag kevés faanyagot felhasználó szövetkezet.

Ezen az állapoton a tervezett technológiai korszerűsítések és az ezt elősegítő termelészkoncentrálások változtatnak.

2. A SZÁRÍTÁS FEJLESZTÉSÉNEK FELADATAI

A faanyagok mesterséges szárítási kapacitásában jelenleg meglévő hiány kiküszöbölése, a fokozódó igény kielégítése az egész iparág fejlődésének feltétele. A korszerű feldolgozótechnológiai és felhasználási követelmények a szárítás minőségével szembeni igényeket is növelik. Mindezekért a feladat a kapacitásbővítéssel egyidejűleg a szárítás fejlesztése is.

A szárítási feladat a fűrészipari rekonstrukció irányelvei és az egyéb faipari termeléssel foglalkozó irányítószervek tervei szerint 1980-ig jelentősen növekszik, a szárítók kapacitás nagymértékű fejlesztését kell el-

végezni, és ugyanakkor szárítóüzemek szervezésével a berendezések üzembentartásánál a hasznos időalap jobb kihasználását megteremteni.

Az 5. ötéves tervidőszakban a MÉM irányítása alá tartozó gazdaságokon és vállalatokon kívül a felmérés tárgyát képező termelőegységek jelentős kapacitást növelő fejlesztést nem terveznek.

A MÉM vállalatok és gazdaságok 20 százalékos kapacitásbővítést irányoztak elő az általuk előállított termékek magasabb készültségi fokának biztosítására, a félkész- és késztermék-kibocsátás növelésére.

A szövetkezeti iparban 1980-ig a szövetkezetek fejlesztési elgondolásai mellett várható szárítókapacitás alakulása nem jelent lényegesebb javulást. A tervezett fejlesztés végrehajtása esetén a várható szárítókapacitás kb. 30 000 m³/év lesz, mely az igényeket 15 százalékban elégíti ki. Ugyanakkor a szárítási technológiák is fejlődni fognak. További fejlődést ígérnek távlatilag a koncentrációdást célzó fúziók.

Ahhoz, hogy az egyéb iparban a faanyagszárításban jelentős színvonal-emelkedés legyen várható, időszerű, sürgős feladat

- a természetes szárítás lehetőségeinek jobb kihasználása,
- a technikai szárítás kapacitásának a tervezettnél nagyobb mértékű bővítése,
- a szárítóüzemek részére szakemberek biztosításához a vállalati vagy iparági szakképzések megszervezése,
- a szárítási technológiai és minőségi követelmények szabványelőírásokkal való egységesítése.

A kapacitások bővítésének és a szárítás fejlesztésének megoldási lehetőségei eltérőek az állami és a szövetkezeti iparban.

Az állami faipar szárításfejlesztési feladatának megoldásakor nélkülözhetetlen a természetes szárítás előnyeinek hasznosítása.

A magyarországi adottságok lehetővé teszik a szabadban tárolt faanyagok nedvességtartalmánál az év nagy részében a légszárazság elérését. Ennek kihasználása energiagazdálkodási szempontokból nagyon előnyös. Ugyanakkor a szárítóberendezések teljesítményét is nagymértékben befolyásolja ez. Példaként említhető, hogy a mesterséges szárításra kerülő faanyagok nedvességtartalmának természetes úton, 30 százalék helyett 18 százalékra való csökkentésével a kemény lombos faanyagok szárításakor átlagosan közel 32 százalékos, a fenyőanyagok szárításakor átlagosan 22 százalékos szárítókapacitás-növekedés érhető el. Az új berendezések beszerzésénél ez a beruházási költségek csökkenésében nagy jelentőségű.

A természetes szárítás időigénye jelentős mértékben csökkenthető a gyorsított természetes szárítási módok alkalmazásával, a rakatokban, technikai eszközökkel a légáramlás fokozásával.

Viszonylag minimális beruházási költséggel, nagy teljesítményű ventilátorok üzembeállításával - hazai tapasztalatok szerint - a természetes

szárítás időszükséglete kedvező időjárásviszonyok mellett 40-50 százalékkal csökkenthető.

A faanyagellátás és az anyagter-kialakítások korlátozott lehetőségei kizárják a természetes szárítás előnyeinek teljes mértékű kihasználását, ezért a szárításfejlesztési célkitűzésben a mesterséges szárítás előtt természetes, lehetőleg gyorsított természetes szárítással a faanyag nedvességtartalmának 30 százalékgig való csökkentése irányozható csak elő. Lehetőség esetén célszerű a természetes szárítást - a szárítási önköltségek csökkentése végett - a légszárazságig, vagy azt megközelítő mértékig végezni.

A mesterséges szárítóberendezésekkel a magyar faipar megfelelő mértékű ellátásához, a berendezések beszerzendő mennyiségének nagy száma miatt, célszerű a hazai gyártóbázis kialakítása.

A gyártandó berendezéstípus megválasztásakor irányadó, hogy nem nagy intervallumban a befogadóképesség azonos egységelemek alkalmazásával változtatható legyen. Hazai viszonyok között is célravezető az a világviszonylatban észrevehető tendencia, hogy a teljes mértékben fémvázás berendezések létesítését helyezik előtérbe. Ez lehetővé teszi az esetleges áttelepítést, a későbbi teljesítménynövelő bővitést, és ugyanakkor az előregyárthatósággal a szárítóberendezés építése rövid idő alatt végezhető el.

Bár a beruházási és az üzemeltetési költségek kedvezőbbek a nagy befogadó-képességű szárítóberendezéseknél, a hazailag gyártandó típusnál elsősorban a közepes befogadóképesség szükséges. Ezt az üzemnagyságok és a gyártáshoz felhasznált fa alapanyagok fafaj, méret és az eltérő termőhelyi adottságok, valamint az eltérő tárolási körülmények következtében a nedvességtartalom szerinti nagy ingadozás indokolja.

Az alaptípusnál a befogadóképesség 25-30 m³-ben jelölhető meg. Az utóbbi időben több korszerű szárítóberendezés létesítésekor is ezeket a méreteket igényelték.

A szárítóberendezéseket szárítókokcsikkal célszerű üzemeltetni, a kocsik fel- és leterhelését, valamint a kocsik mozgatását gépi erővel célszerű elvégezni. A szárítókokcsik mérete a rakodólap-méretekhez igazodjék.

A szárítóberendezések kezelhetősége végett lehetővé kell tenni a különböző vezérlési módok alkalmazását. A legigényesebb faipari termékek alapanyagának szárításához a teljesen automatikus vezérlést célszerű alkalmazni, amelynél a menetrendekben meghatározott szárítástechnológiai paraméterek beállítását és tartását a teljes szárítási ciklus alatt automatika végzi. A berendezés szárítás közben méri a szárítási hőmérsékletet, a szárítóközeg relatív páratartalmát, valamint több helyen a faanyag pillanatnyi nedvességtartalmát, és ez utóbbi alapján végzi a szabályozást. Ezzel a vezérlési módszerrel kiküszöbölhetőek a szárítási hibák, és biztosítható a megkívánt szárítási minőség.

A kevésbé igényes faanyagszárítás végzésénél nem gazdaságos teljes auto-

matikus berendezések üzemeltetése. Ez esetben elegendő az un. félautomatikus működtetés. Ez meghatározott program szerint vezeti le a szárítást.

Mindezek alkalmazása mellett az automatika esetleges üzemzavarai esetére lehetővé kell tenni a szárítási folyamat műszeres ellenőrzését, valamint, hogy kézi szabályzással a szárítási ciklus levezetése elvégezhető legyen. Ez szükségessé teszi a magas szinten képzett szárítókezelők alkalmazását.

A hazai ipar egyes területein - a nagy gyártási volument képviselő vállalatoknál -, ahol azonos faanyag nagy mennyiségű szárítása a feladat /pl. az épületasztalos-ipari termékeket, épületszerkezeti elemeket gyártó üzemekben/, gazdaságosabb a nagy befogadóképességű szárítóberendezések üzemeltetése.

Ismeretesek azok a törekvések, hogy a hazai igények kielégítésére új hazai fűrészáru-szárító típusokat fejlesszenek ki. Ugyanakkor több gazdaság és vállalat tervezi import szárítóberendezés üzembeállítását.

A gyártandó berendezéstípus megválasztásához szükségessé vált a hazai ipar által már több éve üzemeltetett és a gyakorlatban bevált korszerű berendezések, így a *Hildebrand*, a *Vanicek* és a *Sloveniales* cégek által gyártott szárítók gyorsított műszeres ellenőrző vizsgálatának és összehasonlító értékelésének elvégzése. E berendezéseket kifejlesztő cégek közül már több jelezte a szárítók gyártására vonatkozó licencek átadására, illetve a magyar, valamint külföldi igények kielégítésére, közös gyártásra irányuló készségét. Az automatikus vezérlőegységek iránti szükséglet vagy import útján, vagy hazai kifejlesztéssel elégíthető ki.

A külföldi berendezések már rendelkezésre álló vizsgálati eredményeinek, a licencek átvételi lehetőségeinek, valamint a jelenleg kifejlesztés alatt álló új hazai szárító konstrukciók jellemzőinek figyelembevételével lehetséges a gyártásra alkalmas típus végleges megvalósítása.

A szövetkezeti ipar igényeire jellemző a termelőegységenkénti, többnyire kis volumenű szárítási feladat. Ennek teljesítésére olyan technikai és technológiai megoldás szükséges, amellyel egyszerűen lehet programozni, illetve a szárítást levezetni, és a jó minőségű szárítás feladatai biztonságosan hajthatók végre.

E fejlesztési feladat célravezető megoldásának tekinthető a hazai és külföldi kedvező tapasztalatok alapján a kondenzációs, alacsony hőmérsékletű szárítási mód alkalmazása.

A kondenzációs szárítási eljárás növekvő mértékben terjed. Ez előnyös szárítási mód. Előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- viszonylag hibamentes a szárítás,
- igen alacsony az investíció,
- a félautomatikus működés rendkívül leegyszerűsíti a szárítókezelés igényét,

- a működéshez nem szükséges hőközpont, illetve gőzellátás, a szárítási mód kizárólag villamos energiát igényel,

- az eljárás elve a szárítás teljesen zárt térben való levezetését, gazdaságos energiafelhasználást tesz lehetővé.

Az alkalmazott szárítási módnál a szárítólevegő hőmérséklete 25-35°C között változik a folyamat során, és a rakatok közötti áramlási sebesség nem haladja meg az 1,8-2,0 m/sec értéket. Így a szárítás a tapasztalatok szerint igen jó nedvesség-kiegyenlítődést biztosít, a szokásos szárítási hibák nem lépnek fel és még a kemény lombos fafajoknál is elkerülhetők a szokásos deformációk, valamint repedések.

A hazai kondenzációs szárítás fejlesztésére az utóbbi időben a *MUFI* végzett kísérleteket. Az *Sz-I.* prototípus 1972-ben épült, és 1973-ban folytattak azzal kísérleteket. Az *SZA-II.* típusu berendezést 1973-ban gyártották le, és 1974-ben került sor kísérletekre.

A *MUFI* által kifejlesztett berendezések 5-15 m³ faanyag szárítására alkalmasak. A száradási sebesség adott körülmények között pl. 100x100 mm keresztmetszetű tölgy faanyag 25 százalékról 14 százalékra való szárításánál 0,5-0,6%/nap, 80 mm vastag fenyő faanyag 40 százalékról 23 százalékra való leszárításánál 2,5%/nap.

Figyelemre méltóak a kondenzációs szárítás energiaigényének adatai. A faanyagból elvont víz kg-onként 1700-3400 kcal energiát igényel.

A szárítóberendezést kifejlesztő *MUFI* berendezéstípus gyártásához a bázis biztosítani tudja.

Célszerű lenne a jelenleg üzemelő két prototípus üzemi tapasztalatainak értékelése alapján e típus továbbfejlesztése.

Az üzemi kísérletek eredményei szerint a kb. 5 kW és a kb. 8 kW nagyságrendű kompresszorral üzemelő, 15-30 m³ kamratöltet szárítására alkalmas szárítóberendezés elégitené ki legjobban a szövetkezeti ipar üzemait.

A berendezések gyártása és a technológia bevezetése hazai kivitelezéssel, hazai szellemi bázissal megvalósítható volna, ez a fejlesztési irány a kis- és középüzemek fűrészelt áruk szárításának fejlesztési feladatát megoldaná. A nagyobb ipari szövetkezetek szárítóüzemeinek fejlesztésekor - megítélésünk szerint - az állami ipar vállalatainál alkalmazandó megoldás célravezető.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai iparban a fűrészelt termékek szárításának fejlesztése időszerű és sürgős feladatokat ró a termelésre és a műszaki fejlesztéssel foglalkozó szakemberekre.

Mind az állami, mind a szövetkezeti faiparban a rendelkezésre álló szárítókapacitások nem elégítik ki a jelenlegi igényeket. A hiány kiküszöböléséhez és az 5. ötéves tervben növekvő igények teljesítéséhez meg kell teremteni a korszerű,

- az állami ipar részére elsősorban 25-30 m³ befogadóképességű, konvekciós rendszerű, fémvázas kamrás;

- a szövetkezeti ipar részére pedig a 8 kW teljesítményű kompresszorral üzemelő, 15-30 m³ befogadóképességű kondenzációs rendszerű szárítóberendezések hazai gyártóbázisát.

KIS ÁTMÉRŐJŰ HENGERESFA (VÉKONYFA) FŰRÉSZIPARI FELDOLGOZÁSÁNAK TECHNOLÓGIÁI

DUDÁS LÁSZLÓ

okl. erdőmérnök, tudományos főmunkatárs

B E V E Z E T Ő

A nyersanyaghiány a természetes faanyagok felhasználása terén is lassan világhajalenséggé válik. A hiány fokozódása különösen azokra az országokra jellemző, amelyek - mint Magyarország is - saját erdőgazdasági termelésük-ből sem mennyiségileg, sem pedig választék és minőség szerint megközelítő-en sem tudják kielégíteni a felhasználás igényeit. Ebből a szükség-szerűség-ből következik, hogy minden eszközzel törekedni kell a rendelkezésre álló fatömeg mind teljesebb és gazdaságosabb komplex feldolgozására és haszno-sítására. A fejlett ipari országok által kifejlesztett korszerű technika és technológia figyelembevételével a komplex feldolgozás és hasznosítás egyik lehetősége a kis átmérőjű /vékony/ hengeresfa korszerű fűrészüzemi feldolgozása.

1. A KIS ÁTMÉRŐJŰ /VÉKONY/ HENGERESFA JELLEMZÉSE ÉS HAZAI MENNYISÉGE

A kis átmérőjű hengeresfa méreteire és minőségére vonatkozóan ez ideig még nincsen nemzetközileg is elfogadott pontos és egyértelmű meghatározás. Fűrészüzemi feldolgozás szempontjából általában olyan különböző /korlátozás nélküli/ hosszúságú hengeresfa tartozik ebbe a kategóriába, mely a fűrész-rönknél kisebb átmérőjű, és alkalmas meghatározott fűrészipari választékok - különböző szelvény- és szegletesáru - előállítására. A minimális átmérő, amely még megfelel egyes vékonyabb fűrészipari termékek gyártásához, 10 cm.

E meghatározás alapján - figyelembe véve a szabvány szerinti legkisebb fűrészrönk-vastagságot - méretileg a 10-18 centiméteres átmérőjű, tetszés szerinti hosszúságú fenyő és lombos hengeresfa tartozik a szóban forgó ka-tegóriába. Mivel azonban a méreti előírások nem szigorúan kötöttek, egy-azon fűrészüzemen belül a termelési céltól és az alkalmazott technológiától függően meg lehet állapítani ettől némileg eltérő méretű és speciális minő-

ségű vékony hengeresfa-kategóriákat is. Előfordulhat pl. az, hogy a kisebb átmérőjű fűrészrönk-választékokat is a vékonyfa közé sorolják. A *vékonyfa* megnevezés itt csupán a fűrészüzemi feldolgozásban számításba vehető kis átmérőjű hengeresfa választékokra vonatkozik, tehát nem tévesztendő össze az erdőgazdasági vékonyfa jelentésével. A külföldi gyakorlat sem egészen egységes a vékonyfa meghatározásában. A vastagságra vonatkozóan például van 10-20 centiméter és 12-22 centiméteres kategorizálás is.

A különböző erdőgazdasági hengeres fatermékek vastagsági előírásait összehasonlítva a vékony hengeresfáéval látható, hogy több termék vékonyabb /vagy esetleg vastagabb/ választékai átmérőben megfelelnek a fűrészüzemi vékonyfa méreti előírásainak.

Amennyiben a kis átmérőjű hengeresfa /vékonyfa/ átmérőjének alsó és felső határát 10-18 centiméterben állapítjuk meg, akkor a különböző erdei termékek közül ide sorolhatók a következők /a termék alsó, ill. a vékonyfa felső mérethatárainak feltüntetésével/:

- Kivágás, kemény lombos /12-18 cm/ /MSZ 44/2-70/
- Kivágás, fenyő /10-18 cm/ /MSZ 44/4-70/
- Kivágás, lágy lombos /10-18 cm/ /MSZ 44/3-70/
- Bányafa /10-18 cm/ /MSZ 3084-70/
- Papírfa /10-18 cm/ /MSZ 5351-58/
- Állványfa /14-18 cm/ /MSZ 6798-71/
- Rudfa /10-14 cm/ /MSZ 6795-70/
- Ládadeszka alapanyag /14-18 cm/ /MÉMMSZ 587-70/
- Zárléc alapanyag /15-18 cm/ /házi szabvány/
- Faragási alapanyag /10-18 cm/ /házi szabvány/

A kis átmérőjű fűrészüzemi alapanyagok közé sorolható még a hámozási maradékhenger is /10 cm-től/.

Ha a kis átmérőjű hengeresfa átmérőjének felső határát 20 vagy 22 centiméterben állapítjuk meg, akkor ide tartoznak a fűrészrönkök ezen átmérő alatti választékai is.

Az utóbbi években Európa-szerte és Európán kívüli fejlett ipari államokban is mind nagyobb mértékben terjed a kis méretű hengeresfa fűrészüzemi feldolgozása. Ezt egyrészt szükségessé teszi a faanyag terén is jelentkező nyersanyaghiány és a lassan fokozódó többlet vékonyfa-kitermelés, ill. vékonyfakinálat, másrészt pedig lehetővé teszi a gazdaságos feldolgozásra alkalmas korszerű technológiák és eszközök /gépek, berendezések/ kifejldése.

Nálunk ezek a tényezők többé-kevésbé ugyancsak megvannak, tehát számítani lehet a korszerű vékonyfa-feldolgozás nagyobb mértékű bevezetésének szükségességére és ezzel a vékonyfa gazdaságosabb hasznosításának szélesebb körű elterjedésére.

Magyarországon is számottevő faanyag-mennyiséget képvisel a vékonyfa, amely két forrásból ered: hazai erdőgazdasági termelésből és az import hengeresfából. A hazai termelésből származó, tulnyomórészt kemény és lágy lombos vékonyfa mennyisége, ha csak az egyéb hengeres iparifát és a feldolgozási fa vékony részét vesszük számításba, kb. 250 ezer köbmétert tesz ki; ha azonban az előzőekben felsorolt erdei választékoknak a méretileg ideeső részét, valamint - a későbbiek folyamán - a tűzifából kivehető mennyiséget is számításba vesszük, akkor szerény becslések szerint a vékonyfa mennyisége kb. 600-700 ezer köbméter között van. Ebből a hazai fenyőanyag mintegy 40 ezer köbméterre tehető.

Az importból származó vékony hengeresfa majdnem kizárólag fenyő, és fűrészüzemi feldolgozás szempontjából számításba vehető mennyisége 350-400 ezer köbméterre becsülhető. Összességében tehát kb. 1 000 000 m³ az a rendelkezésre álló fenyő és lombos vékonyfa, amelynek korszerűbb és gazdaságosabb fűrészüzemi feldolgozása, ill. hasznosítása fontos lenne már a közeljövőben.

A kis átmérőjű hengeresfa fűrészelés útján való feldolgozása nem ujkeletű jelenség a fűrészüzemi gyakorlatban. A fűrészüzemi termelés során már eddig is felmerült a vékonyfa feldolgozásának szükségessége, de még nem jelentett elsőrendű feladatot, mert a normál méretű hengeresfa /fűrészrönk/ mellett csak elenyésző mennyiségben és csak időszakosan képezte a feldolgozás alapanyagát. Ebből kifolyólag a fűrészüzemen belül nem igen alkalmaztak speciális gépeket vagy gépsorokat a vékonyfa feldolgozására, csupán a faipar egyes speciális ágazataiban és speciális termékek előállítására végett törekedtek a vékony hengeresfa nagy mennyiségű feldolgozására. A fűrészüzemekben belül rendszerint a meglévő termelőberendezésekkel igyekeztek megoldani a vékonyabb alapanyag felvágását, ami természetesen nem lehetett gazdaságos.

Az utóbbi időben azonban a már ismerttetett kényszerítő körülmények és technikai lehetőségek megteremtették a vékonyfa feldolgozásának újabb, korszerű módszereit és technológiáit, melyekkel már megvalósítható a vékonyfa tömegszerű és gazdaságos felhasználása, ill. az igényeknek megfelelő hasznosítása. Ezek az újabb eljárások egyúttal már a vékonyfa anyagának mind teljesebb kihasználását is igyekeznek megoldani, és azt hasznos terméké feldolgozni. A legfejlettebb technika alkalmazása pedig lehetővé teszi az igen nagy fokú mechanizálást és automatizálást.

Az elmondottak alapján lényegében két csoportra oszthatjuk a vékonyfa feldolgozására szolgáló és a gyakorlatban alkalmazott módszereket és technológiákat:

- hagyományos termelési módszerek, technológiák,
- új, korszerű termelési módszerek, technológiák.

2. A KIS ÁTMÉRŐJŰ /VÉKONY/ HENGERESFA FÜRÉSZÜZEMI FELDOLGOZÁSÁNAK HAGYOMÁNYOS MÓDSZEREI

A hagyományos módszerek /technológiák/ fontosabb általános jellemvonásai a következők:

a/ a meglevő - nagyobb méretű hengeresfa felvágására szolgáló - fűrészgépeken való felfűrészelés, és ehhez esetleg kiegészítő eszközök, eljárások felhasználása;

b/ a használatos fűrészgépekkel azonos szerkezetű, de kisebb méretű fűrészgépek alkalmazása;

c/ egyedi gépeken való feldolgozás az egyes munkaműveletek elvégzésére szolgáló gépek mechanikai kapcsolata nélkül;

d/ nehéz fizikai munkát igénylő nagy munkaerő-szükségletek.

Jellegetes fűrészüzemi alapgépek alkalmazása szerint a vékonyfa-feldolgozás hagyományos módszerei, technológiái a következő három fő csoportba sorolhatók:

1. keretfűrész,es,
2. szalagfűrész,es,
3. körfűrész,es

módszerek vagy technológiák.

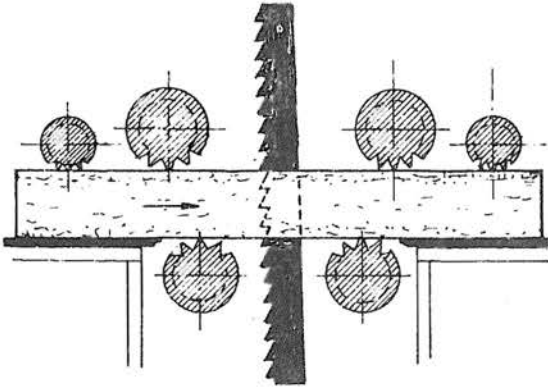
Ezeknek legismertebb változatait röviden a következőkben ismertetjük.

ad 1.

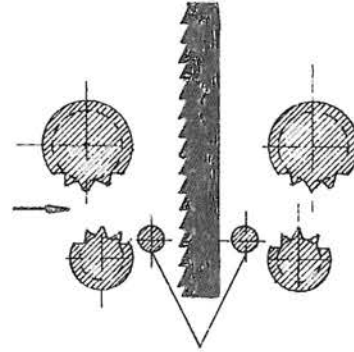
A keretfűrész technológiák lényege tulajdonképpen az, hogy a vékony hengeresfa felvágása ugyanolyan gépen és módon történik, mint a normál vastagságú faanyagé, de a fűrészelés elvégzéséhez a vékonyfa kis méreteinél fogva különböző segédeszközöket, pótlólagos felszereléseket, speciális befogási és előtolási módszereket kell alkalmazni, vagy pedig erre a célra készített speciális kisméretű keretfűrészsel végzik a vékonyfa felvágását.

Amennyiben csak vastag hengeresfa felvágására szolgáló nagyméretű keretfűrész áll rendelkezésre, akkor ezt egyrészt alkalmassá kell tenni a vékony hengeresfa felvágására, másrészt új eljárásokat kell bevezetni a teljesítmény fokozására. Az igen sokszor rövid vékony hengeresfa biztonságos befogására és vezetésére a keretfűrész pótlólagosan még egy vagy két előtoló, ill. befogó hengerpárral szokták felszerelni. Az alsó járulékos hengereket a padlóhoz rögzített tartólemezekkel is lehet helyettesíteni. Az ilyen - két járulékos hengerrel és első-hátsó tartólemezzel ellátott - rövid faanyag felvágására szolgáló felszerelés szerkezeti vázlatát mutatja be az 1. ábra. A jobb felfekvés célját szolgálja az a megoldás, ahol az

alsó előtoló hengerek és a fűrészpengék közé kis átmérőjű, szabadon futó hengereket szerelnek be, amint ezt a 2. ábra is mutatja.

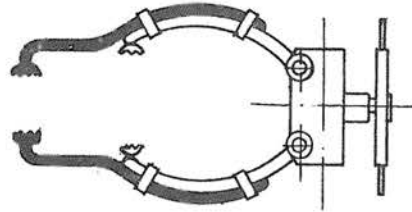


1. ábra

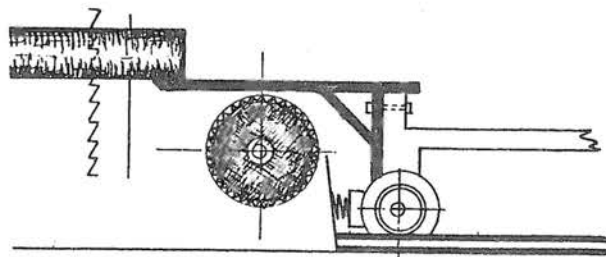


2. ábra

A rövid és vékony faanyag megfogását és vezetését teszi lehetővé az az eljárás, amikor a rönkbefogó szorítókarjait meghosszabbítják, és a hátsó támasztókocsit az alsó henger fölött majdnem a fűrészlapokig benyúló tartólemezsel egészítik ki. Ezt a megoldást mutatja be a 3. ábra.

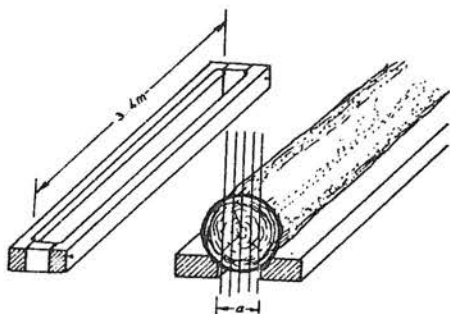


Az előzőekben ismertetett járulékos felszerelésekkel lehetővé válik a rövid és vékony hengeresfa normál méretű keretfűrészben való felvágása azáltal, hogy ezek biztonságosan tartják és helyes irányban vezetik a faanyagot, továbbá, hogy megakadályozzák a faanyag fölé alá verődését a fűrészelés kezdeti és befejezési szakaszában.



3. ábra

A vékony hengeresfa /szerdorong, rudfa/ keretfűrészben való felvágását segíti elő a 3-4 méter hosszú tölgyfa keret használata, amelynek rajzát a 4. ábra mutatja be. A keret hosszanti lécei a vágást végző fűrészlapok két oldala mellett a faanyag haladási irányában vízszintesen helyezkednek el, és mindkét végüket változó



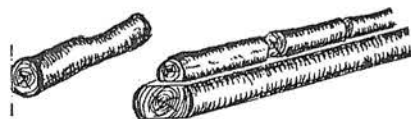
4. ábra

Az ábrán a = a keret változtatható szélessége a rönkátmérő függvényében.

Az ilyen keret használatához három ember szükséges. Az egyik berakja a faanyagot a keretbe, a második vezérli a felső előtolóhengereket a hengeresfa különféle átmérőjének megfelelően, a harmadik pedig elszedi a felfűrészelt anyagot.

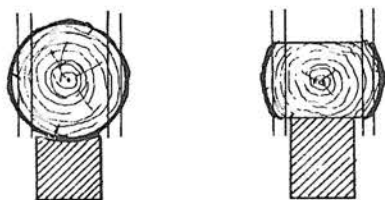
Ugyanezen elv alapján acélszerkezetű segédberendezéseket is készítenek és használnak a keretfűrészekhez vékonyfa felvágására.

Az előbbinél egyszerűbb, de természetesen kevésbé biztonságos és megbízható eljárás az, hogyha a felfűrészkelendő vékony anyagot egy vastagabb és hosszabb rönkből vágott prizmára fektetik és azzal együtt fűrészelik fel, mint ahogy az az 5. ábrán látható.



5. ábra

Ebben az esetben a vékony, görbe és rövid hengeresfa egyik oldalán megelőző fűrészelés útján felfekvő sikot kell kiképezni.



6. ábra

az a felfekvő felület siklap. Ezen eljárás és vágásmód keresztmetszeti rajzát a 6. ábra mutatja.

A vékony hengeresfa nagyobb méretű keretfűrészben való egyenkénti felfűrészelése annyira lecsökkentheti a gép teljesítményét, hogy ez a feldolgozási mód bizonyos határon túl már nem gazdaságos. A gazdaságosság végett arra törekedtek, hogy egyszerre egy menetben legalább két darab vékony hengeresfa felvágását tegyék lehetővé. Erre a célra szolgálnak a különböző befogó segédberendezések, amelyekkel egymás felett két azonos vagy különböző vastagságú vékonyfa felvágása végezhető el.

Zárléc, gerenda, vagy egyéb élfa termelésére szolgáló, ún. prizmavágás esetén az alátétfa szerepét megfelelő keresztmetszetű gerenda /vagy zárléc/ is betöltheti. A hengeresfa elővágása esetén az alátétfa felső lapját a kellő felfekvés megteremtése végett homorura /vályuszerűen kell kiképezni. Utánvágás esetén

A kis átmérőjű hengeresfa hagyományos keretfűrészkes feldolgozásának egy másik fajta lehetősége az, hogy erre a célra konstruált és készített kis méretű keretfűrészket állítanak be a vékonyfa felvágására. A különböző típusú kis méretű keretfűrészkes alkalmazása azt a célt szolgálja, hogy gazdaságossá tegye a vékonyfa keretfűrészkes feldolgozását. A keretfűrészkes működési elvéből és szerkezeti felépítéséből eredő mechanikai tulajdonságok azonban nem teszik lehetővé azt, hogy a hengeresfa kisebb átmérőjéből eredő teljesítménycsökkenést egyes más tulajdonságok - úgymint a szerkezeti méretek, a szerszámsebesség, az előtolási sebesség, a fordulatszám, az energiaigény, az üzemeltetési költségek stb. - megjavításával kellő mértékben ellensúlyozzák. Ezért a hagyományos szerkezetű és működésű kis keretfűrészkes csak korlátozott mértékben terjedtek el a vékony hengeresfa üzemszerű feldolgozásához.

A 10-22 centiméteres átmérőkategóriába tartozó vékony hengeresfa kizárólagos feldolgozására szolgáló, egészen kis méretű keretfűrészkeseket pedig - az előbb említett mechanikai tulajdonságok korlátozó volta miatt - sorozatban nem is igen gyártottak, vagy ha készültek is ilyenek, ezek a folyamatos és tömegszerű termelésben gazdaságosan nem voltak felhasználhatók. Az ismert legkisebb keretnyílások: 300 mm, illetve 14". A kis méretű keretfűrészkeseken végzett vékonyfa-fűrészelés technológiája általában megegyezik a normál keretfűrészkes technológiával. Eltérés csak a gyártandó termék /szelvény- és szegletesáru/ méreteiben jelentkezik.

ad 2.

A hagyományos szalagfűrészkes technológiák két csoportra oszthatók aszerint, hogy milyen szerkezetű /típusú/ szalagfűrészkesgépen végzik a vékony hengeresfa felvágását. Ennek megfelelően megkülönböztetünk

- kis /asztalos/ szalagfűrészkeseken és
- kis méretű, speciális rönkvágó szalagfűrészkeseken

végzett vékonyfa feldolgozást.

A szalagfűrészkes vékonyfa-feldolgozás kezdetleges módszere a kis szalagfűrészkesen való felvágás. Az univerzális jellegű asztalos szalagfűrészkes ugyanis nincs felszerelve a hengeresfa befogását és előtolását szolgáló mechanikus berendezéssel, ezért ezeket a munkaműveleteket kézi erővel kell végrehajtani.

A fűrészelést ezeken a gépeken úgy végzik, hogy a gépmunkás a fűrészkespengétől megfelelő távolságban lehelyezett vezetőléccel mellett az asztalra fekvő hengeresfát kézzel csusztatja, ill. nyomja előre a penge vágóélével szembeni irányban, és ezt ismételve egymás után vágja le a beállított vastagságú szelvényeket. A fűrészelési munka elvégzéséhez két ember szükséges. Az egyik a hengeres anyagot felrakja és a vezetőléccel mellé be-

irányozva tolja előre, a másik a kimenő oldalon fogja, huzással segíti az előtolást, és leszedi a levágott szelvényeket.

Ez a módszer manapság már a folyamatos, üzemszerű termelés céljára - nagy munkaerőigénye, alacsony teljesítménye és baleseti veszélyessége miatt - nem igen alkalmazható.

A speciális rönkvágó szalagfűrészgépek már fel vannak szerelve rönkbefogó és előtoló berendezéssel. A vékony hengeresfa felvágására a legkisebb méretű rönkvágó szalagfűrész használatosak. Ezeknek tárcsaátmérője rendszerint 1000-1100-1200 mm. A rönkvágó szalagfűrészgépek szinte kivétel nélkül széles fűrészszalagokkal dolgoznak, amely nagyobb vágáspontosságot és jobb pengevezetést tesz lehetővé. Előtoló berendezésük mechanikus /fogasléces, vonóköteles/ vagy hidraulikus működtetésű lehet.

A kis méretű rönkvágó szalagfűrészeken a vékony hengeresfa feldolgozása ugyanolyan módszerrel végezhető, mint a normál vastagságú fűrészrönké.

Az egyedi működésű gépek kiszolgálásához, kezeléséhez rendszerint két ember szükséges. Az egyik a gép mellé behordott vagy folyamatosan beérkező vékony hengeresfát az előtolóasztalra felrakja, majd beigazítja és rögzíti, beállítja a kívánt szelvényvastagságot és előtolási sebességet, beindítja az előtolást, vezérli az asztal visszajövetelét és az újravágáshoz ismét beállítja a faanyagot. A másik munkaerő gondoskodik a felfűrészelt anyag elszedéséről, szortírozásáról és az átmeneti helyére való lerakásáról. Az egyedi működtetésű szalagfűrészgépek után a már ismert gépekkel /továbbhasító szalagfűrészszel, szélező és daraboló körfűrészszel stb./ és technológiával végzik a rönkhasító géppel felvágott faanyag /szelvény- vagy szegletesáru/ továbbfeldolgozását.

A hagyományos módszerek közül - az eddigi tapasztalatok szerint - a kis méretű rönkvágó szalagfűrészgépeken való vékonyfa feldolgozás mutatkozott a legcélravezetőbbnek és a legeredményesebbnek. Ez annak tulajdonítható, hogy a legutóbbi évtizedekben nagyot fejlődött ezeknek a gépeknek a konstrukciója, felszerelése és teljesítménye. Magyarországon is többféle bevált típusú rönkhasító szalagfűrészgép került használatba az utóbbi évtizedben /*Canali, Gillet, Guilliet, Raimann* stb./ . Mind ez ideig azonban ezek a gépek is csak mint egyedi működésű gépegységek kerültek beépítésre és felhasználásra a vékonyfa üzemszerű feldolgozásához.

ad 3.

A körfűrész technológiákat is két csoportba sorolhatjuk. Az egyik csoportba tartoznak azok a módszerek, amelyeknél asztalos körfűrészgépek felhasználásával történik a vékonyfa felvágása. A másik csoportot képezik azok a módszerek, amelyek már kifejezetten erre a célra szolgáló, ún. rönkhasító körfűrészgépek felhasználásával végzik a kis átmérőjű hengeresfa felfűrészelését.

Az asztalos körfűrészeken - mivel ezek nem kifejezetten rönkvágásra készültek és nincsenek ellátva rönkbefogó és előtoló berendezéssel - az asztalos szalagfűrészekhez hasonlóan, kézi erővel végzik a hengeresfa felvágását. Ez a módszer is csak esetenkénti kisüzemi rönkfűrészelésre alkalmas. Nagy munkaerőigénye, kis teljesítménye és baleseti veszélyessége miatt nagyüzemi termelési módszerként nem célszerű alkalmazni. Az asztalos körfűrészeken való hengeresfa-feldolgozás lényegében hasonló, mint az asztalos szalagfűrészgépeken.

A speciális rönkhasító körfűrészgépek használata az utóbbi években egyes fejlett ipari országokban - elsősorban fenyő hengeresfa felfűrészelésére - mind szélesebb körben terjed. Ezek a géptípusok már el vannak látva megfelelő befogó és előtoló berendezésekkel. Vékony hengeresfa felvágására a kisebb tárcsaátmérőjű fűrészgépeket célszerű alkalmazni.

A rönkhasító körfűrészgépeken elvégezhető főbb vágásműveletek lényegében azonosak a rönkhasító szalagfűrészgépekével. Vékony hengeresfa fűrészelése esetén rendszerint a közvetlen szelvényáruvágást /élesvágást/, a teljes prizmázást és a szélezővágásokat alkalmazzák. Több vágásmenet esetén gondoskodni kell a fűrészselendő faanyag körforgásszerű visszaállításáról és újbóli beadagolásáról.

A rönkhasító körfűrészgépekkel való vékonyfa-felvágás esetében is csak akkor beszélünk hagyományos technológiáról, ha ezek a gépek is egyedi működésűek, vagyis nincsenek összekapcsolva más gépekkel is, és nem alkotnak mechanizált vagy automatizált gépsorokat.

A körfűrésztechnológiák között kell megemlíteni a kettős lapu, ún. párhuzamos /paralel/ körfűrész alkalmazásával kialakult rönkvágó módszereket is. Rövid és vékony hengeresfa felvágására a közelmúltban még sok helyen alkalmazták a kézi kiszolgálású rönkvágó, ún. *párhuzam-körfűrészeket*. Ezek kezelése és üzemeltetése azonban igen nagy fizikai erőt igényelt, és amellettt igen balesetveszélyes volt. Később kifejlesztették a mechanikus adagolású /előtolású/ és befogású rönkvágó párhuzam-körfűrészeket, amelyek használata ugyancsak elég széles körben elterjedt. A mechanizált kiszolgálású, kisebb méretű párhuzam-körfűrész felvágására, vagy szélezővágására igen jól felhasználhatók.

Az újabb típusoknál a körfűrész tárcsák egymástól való távolsága távvezérlés útján állítható be a kívánt vastagsági méretre.

A körfűrészgépes feldolgozással általában - az alkalmazható nagyobb előtolási sebesség következtében - nagyobb teljesítmény érhető el, mint a másik két módszerrel, de ezzel szemben a fűrészporvesztesség - a vastagabb fűrészpenge miatt - jóval nagyobb, mint a másik kettőnél.

3. A KIS ÁTMÉRŐJŰ /VÉKONY/ HENGERESFA FÜRÉSZÜZEMI FELDOLGOZÁSÁNAK KORSZERŰ MÓDSZEREI

A vékony hengeresfa gazdaságos fűrészüzemi feldolgozására a fejlett ipari országokban az utóbbi évek folyamán többféle újszerű technológia /módszer/ fejlődött ki. Ezek mindegyikére az jellemző, hogy a legkorszerűbb gépek felhasználásával, mechanizált vagy automatizált elemekkel összekapcsolt és a kész fűrészáru előállítását szolgáló gépsorokat /géprendszereket/ alkotnak, szemben a hagyományos módszerekkel, amelyeknél egyedi működésű gépek végeznek egy-egy munkaműveletet szinkron mechanikus vagy automatikus kapcsolat nélkül.

A vékonyfa nagyobb tömegű feldolgozásának szükségszerűsége következtében a fejlett országok gépgyártó ipara is egész sor újdonságot hozott piacra.

Ilyenek többek között:

- a magas fordulatszámú keretfűrészgépek,
- a többlapu körfűrészgépek,
- az iker szalagfűrészgépek,
- a profilforgácsoló gépek és
- a felsorolt gépfajtáknak a kombinációi, mechanizált és automatizált gépsorokká egyesítve.

A korszerű feldolgozási módszerek /technológiák/ fontosabb általános jellemvonásai a következők szerint foglalhatók össze:

- a/ Korszerű, speciális feldolgozó gépfajták alkalmazása.
- b/ Mechanizált, vagy automatizált feldolgozó gépsorok kialakítása; nagy munkaerő-megtakarítás.
- c/ A gépsorral a vékonyfa végtermékké való teljes feldolgozása.
- d/ A vékonyfa tulajdonságainak megfelelő és leggazdaságosabb kihozatalt biztosító gépkombinációk alkalmazása.
- e/ Újfajta vágási /hasítási, darabolási/ módszerek /pl. célforgácsolás/ bevezetése és meghonosítása a fűrésziparban.
- f/ A feldolgozási teljesítmény lényeges, az eddiginek többszörösére való növelése.
- g/ A termelő gépek és berendezések jobb kihasználásának elérése.

Az egyes géptípusok alapgépként való alkalmazásának megfelelően a vékonyfa feldolgozására kialakult korszerű technológiák:

1. Keretfűrész technológia
2. Szalagfűrész technológia
3. Körfűrész technológia
4. Forgácsológépes technológia

5. Kombinatív /vegyes/ technológia /többfajta alapgép összekapcsolásával/.

6. Speciális technológia /többféle fűrészelési és forgácsolási műveletet végző gépegység kialakításával/.

ad 1.

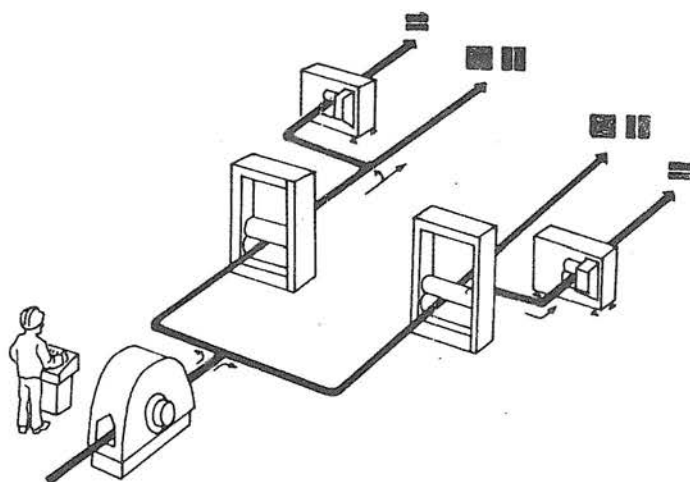
A vékonyfa keretfűrész technológiával való feldolgozásához manapság már korszerű, magas fordulatszámú, rövid anyag befogadására is alkalmas, mechanikus adagolású, kis méretű keretfűrészeket alkalmaznak. A kis keretfűrészekkel elérhető szerszámsebesség 7-7,5 m/sec, az előtolás pedig - a faanyag jellemzőitől, a vágás minőségétől és a lapvastagságtól függően 5-20 m/min. A nagyobb előtolási sebesség esetén is azonban csak akkor érhető el a kívánt nagyobb teljesítmény, hogyha az adagolás folyamatos. A 15 centiméternél kisebb átmérőjű vékonyfa feldolgozására már célszerűbb és gazdaságosabb más technológiát alkalmazni.

Vékonyfa feldolgozásához csupán keretfűrészekből álló gépsort nem igen alkalmaznak. A leggyakoribb eljárás az, hogy a keretfűrészek elé kapcsolnak egy profilforgácsoló gépet. Egy ilyen gépsor technológiai folyamatábráját mutatja be a 7. ábra.

A keretfűrész technológiánál a feldolgozásra kerülő hengeresfát megelőzően vastagság szerint osztályozni kell, tehát a termelési sorhoz tartozik a rönkosztályozó berendezés.

Ma már valamennyi esetben kérgeznek is feldolgozás előtt. Az így osztályozott és kérgezett /és szükség szerint hengeresre forgácsolt, redukált/ hengeresfa a sik /profil/ forgácsoló gépbe kerül, amely azt kétoldalt párhuzamos síkban leforgácsolja /prizmázza/. A prizmázott anyag 90°-kal elfordítva két keretfűrészre kerül, amelyek azt a kívánt vastagságú szelvényekre vágják fel. A leeső oldalanyag szélező körfűrészre, vagy szélező, maró /forgácsoló/ gépekre kerül, amelyek azt megfelelő szélességűre leszélezik.

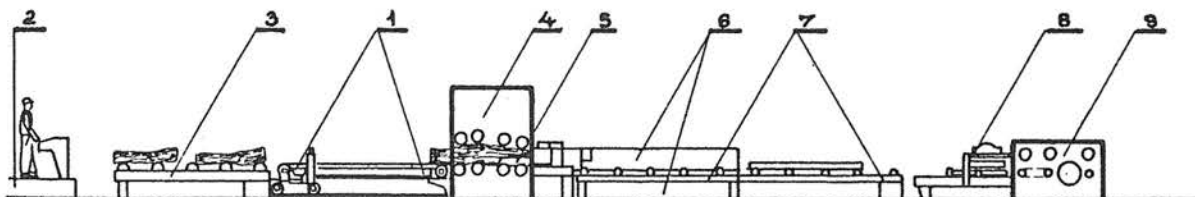
A normális fűrészrönk méretétől eltérő hengeresfa feldolgozására speciális keretfűrész gépsorokat is kialakítottak. Egy ilyen speciális, rövid és görbe hengeresfa feldolgozására szolgáló gépsor hosszmetzeti el-



7. ábra

rendezési vázlatát mutatja be a 8. ábra, amely különösen a kemény lombos faanyag feldolgozása szempontjából figyelemre méltó.

KERETFÜRÉSZES GÉPSOR GÖRBE ÉS RÖVID HENGERESFA FELVÁGÁSÁHOZ



- 1 AUTOMATIKUS ADAGOLÓBERENDEZÉS
- 2 KEZELŐ /VEZÉRLŐ/ ÁLLÁS
- 3 HIDRAULIKUS, MEGHAJTOTT GÖRGŐSASZTAL /SZABÁLYOZHATÓ/
- 4 KERETFÜRÉSZGÉP
- 5 SPECIÁLIS HASITÓÉK
- 6 VEZETŐ LEMEZEK
- 7 MEGHAJTOTT GÖRGŐSASZTAL
- 8 AUTOMATIKUS ADAGOLÁS A VISSZAVÁGÁSHOZ
- 9 AUTOMATIKUS VISSZAVÁGÓGÉP

8. ábra

Ez a gépsor vékony és rövid hengeresfa felvágására is alkalmas, mert az alapgépet képező *K* típusjelű speciális keretfűrészgépet 340 mm-es keretszélességű kivitelben is készíti a gyártó cég. A keretfűrészgép 8 hengeres kivitelben készül, mely lehetővé teszi a minimálisan 65 centiméteres rövid hengeresfa felfűrészelését. A gépsor speciális beirányító, adagoló és elszedő, valamint továbbító berendezésekkel is el van látva, és nagyrésztben automatikus irányítású. Az ábra felírásaiból a technológiai folyamat leolvasható. A gépsor kezeléséhez /vezérléséhez/ egy fő szükséges.

ad 2.

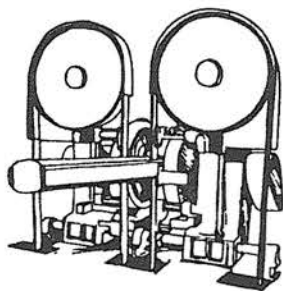
A vékony hengeresfa gazdaságos feldolgozásához a szalagfűrészgépek nemcsak mint egyedi működésű gépek, hanem mint szalagfűrészkes gépsorok is széleskörűen beváltak. A szalagfűrészgépek előnye az, hogy a legkisebb vágásrésszel dolgoznak, az elérhető előtolási sebesség viszonylag magas /40-50 m/min, sőt már 150 m/min-os gép is van/, és rugalmasan kapcsolódhatnak más feldolgozó gépekhez.

Vékonyfa feldolgozásához már ez ideig is többféle elrendezésű és típusú szalagfűrészkes gépsort alakítottak ki a felfűrészkelendő hengeresfa méreti és minőségi tulajdonságainak megfelelően. Ritkán találkozunk kizárólag

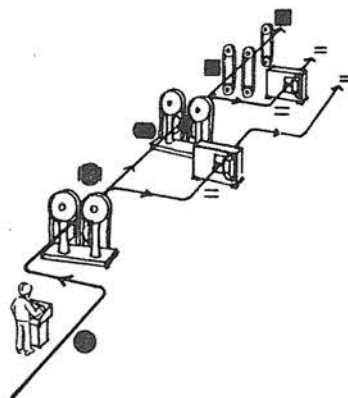
csak szalagfűrészekből álló termelősorral, legtöbbször a szalagfűrészeket is másfajta alapgéppel kapcsolják össze. Az elvégzendő fűrészelési feladat nagyságának megfelelően leginkább előforduló kombinációs lehetőségek:

- a/ Rönkvágó szalagfűrészgép - kettős szélező körfűrészgép
- b/ Rönkvágó szalagfűrészgép - hasító szalagfűrészgép - kettős szélező körfűrészgép
- c/ Rönkvágó szalagfűrészgép - prizmázó kettős körfűrészgép - kettős szélező körfűrészgép
- d/ Prizmázó körfűrészgép - hasító szalagfűrészgép - kettős szélező körfűrészgép
- e/ Profilforgácsológép - iker szalagfűrészgép /és ennek fordítottja/.

Ujabban mindinkább elterjedőben van a vékonyfa feldolgozásához is az iker szalagfűrészek alkalmazása. Speciális fékonyfafeldolgozó gépegységet alakítottak ki iker szalagfűrészgép és profilforgácsológép egybeépítésével. A 9. ábrán ilyen egybeépített iker szalagfűrész-forgácsológépes gépegység látható.



9. ábra



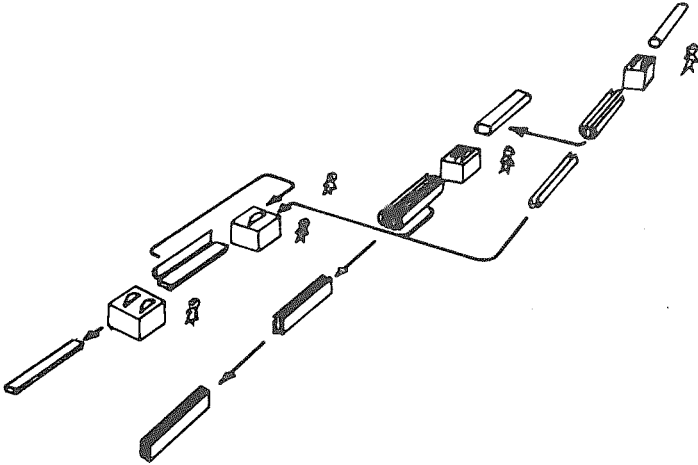
10. ábra

A 10. ábra a síkforgácsolóval kombinált iker szalagfűrészkes vékonyfafeldolgozó gépsor technológiai folyamatábráját mutatja be. A gépsor két iker szalagfűrész-síkforgácsoló gépegységből, két oldalanyag szélező gépből és a további szelvényáru készítéséhez megfelelő számú szalagfűrészből áll. Az iker szalagfűrészkes gépegységek végzik a teljes prizmázás és az ezzel járó oldalanyag levágás és a síkforgácsolás munkaműveleteit. Az egész gépsor irányítását /vezetését/ egy ember látja el.

ad 3.

Az utóbbi időben a körfűrészgépek is mind nagyobb szerephez jutottak a hengeresfa feldolgozásában, nemcsak mint utánvágó, hanem mint rönkvágó fűrészüzemi alapgépek is. A skandináv államokban igen sok olyan /kis és közepes/ fűrészüzem van, mely kizárólag körfűrészgépekkel dolgozik. Tehát a fűrészüzem minden munkaműveletét a körfűrészekből álló gépsorok végzik.

A körfűrészgépes technológiák elterjedésüket annak köszönhetik, hogy a körfűrészgépek teljesítménye /előtolási sebessége/ a többi géppel összehasonlítva jóval nagyobb, a vágásrést sikerült 3,2 mm-ig leszorítani, a körfűrész gépsorok nagymértékben automatizálhatók és beruházási költségük viszonylag a legkisebb.

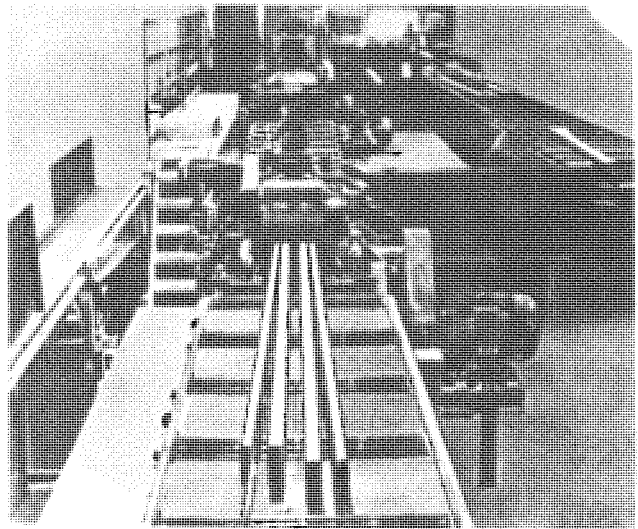


11. ábra

A 12. ábrán három körfűrészgép kombinációjával létrehozott körfűrész fűrészüzem gépsorának fényképe látható. Az első körfűrészgép két fűrészlappal a prizmazást végzi, a második gép három fűrészlappal a prizma szélezését és a felezővágást, a harmadik, ugyancsak kettős lapu körfűrész pedig a két fél prizma továbbhasítását. Az automatizált teljes gépsor irányítását /vezérlését/ egy ember látja el.

Erre a technológiára is vonatkozik az, hogy a gyakorlatban nem mindig alkalmaznak tisztán körfűrészgépekből álló feldolgozó gépsort, hanem a célszerűség kivánalmának megfelelően esetleg más fűrészipari alapgépet is beépítenek a termelősorba. Keretfűrészgépekkel és szalagfűrészgépekkel való társítás ritkábban fordul elő, annál inkább gyakori a profilforgácsoló gépekkel való kombináció. A körfűrészgépes technológia elsősorban fenyő vékonyfa fűrészüzemi feldolgozására alkalmas.

Ujabban már a vékony hengeresfa teljes feldolgozására is alkalmaznak körfűrész gépsorokat. Ilyen, kizárólag körfűrészgépekkel dolgozó vékonyfa-feldolgozó üzem technológiai folyamatábráját mutatja be a 11. ábra. A prizmazás, hasítás és szélezés munkaműveleteit egyaránt körfűrészgépek végzik. A séma szerinti, csupán mechanizált gépsor kiszolgálásához 5 fő munkaerő szükséges.



12. ábra

ad 4.

A forgácsológépes technológia alkalmazása a fűrészüzemi feldolgozásban egészen újkeletű. Térhódítása a legutóbbi 10-15 évben következett be, amikor a farostlemez-, a forgácslap- és a cellulóógyártó ipar erőteljesen növekvő alapanyag-szükséglete már igényt tartott a fűrészüzemi darabos hulladéokra is. Ugyanakkor a fűrészüzemi másik hulladék, a fűrészpor számára mind ez ideig semmiféle kielégítő felhasználást nem találtak. Ebből a helyzetből kiindulva a fejlett ipari országokban a 60-as évek elején arra az elgondolásra jutottak, hogy a darabos hulladékot ne a nehezen kezelhető és szállítható eredeti formájában, sőt ne is ennek a fűrészüzemben való utólagos feldarabolásával - apríték alakjában - szállítsák a továbbfelhasználó iparnak, hanem a kívánt minőségű célforgács alakjában, vagyis a lekerülő darabos hulladékot /már a fűrészüzemben a feldolgozási munkafolyamat során/ eleve ilyen forgácsá dolgozzák fel. Ezáltal teljesen kiküszöbölik a darabos hulladék keletkezését, és a lehető legkisebb mértékűvé csökkentik a fűrészpor keletkezését.

A forgácsoló technika fűrészüzemi alkalmazásával arra törekedtek, hogy a hagyományos fűrészelési eljárást - különösen a vékony hengeresfa feldolgozása esetén - messzemenően kikapcsolják, és lehetővé tegyék a faanyag mind teljesebb és gazdaságosabb kihasználását.

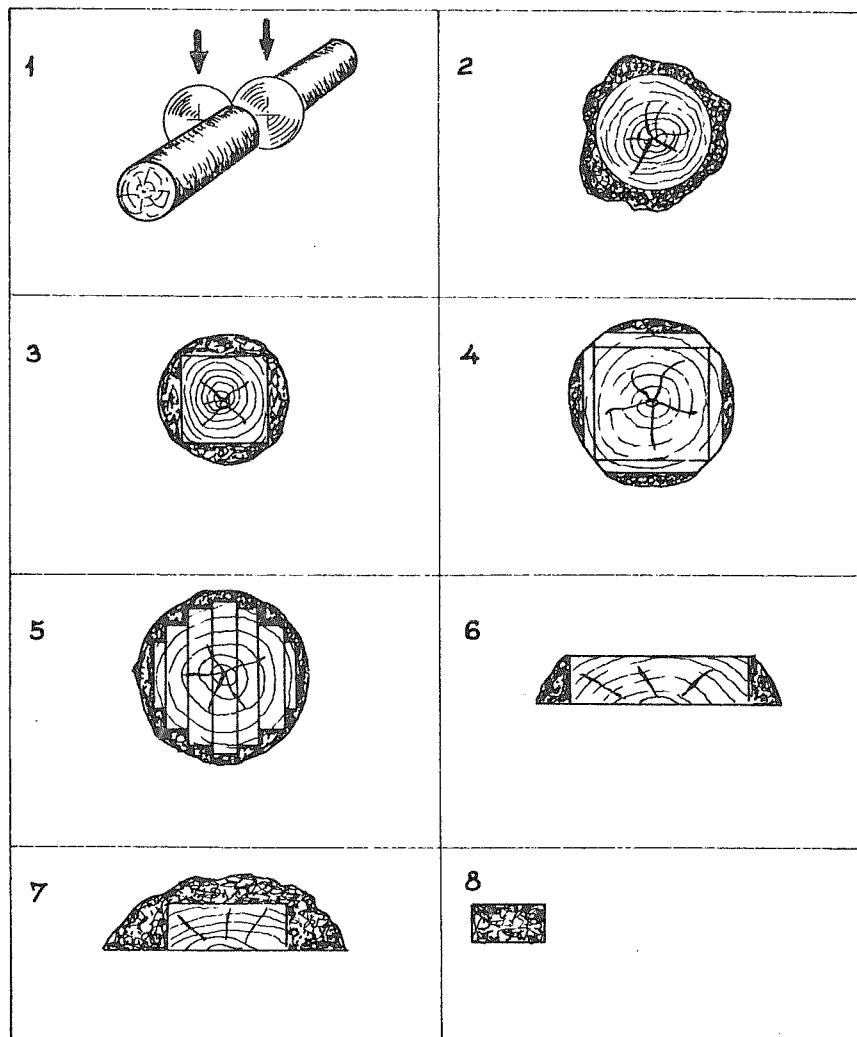
A forgácsoló eljárás rövid pályafutása alatt a fejlett ipari országok fűrésziparában széles körű gyakorlattá vált, és többféle hagyományos fűrészelési munkaműveletet helyettesítésére, ill. elvégzésére alkalmazható. A 13. ábra /lásd 28. old./ bemutatja a forgácsolási eljárás fűrészüzemi felhasználási /alkalmazási/ lehetőségeit, illetve technológiai alapl műveleteit. Ezekhez a következő rövid magyarázatot fűzzük:

ad 1. Már a hosszú hengeresfa /hosszufa/ fűrészüzemi hosztolásához és bütüzéséhez /leszabásához/ célszerűen alkalmazható egyedülálló /vékonyfához/ vagy kettős /vastagfához/ keresztvágó maró /forgácsoló/ tárcsa, amely 20 mm vastag, és a marókések kiképzése olyan, hogy továbbfelhasználásra alkalmas célforgácsot állíthat elő.

ad 2. Az un. *körredukálás* a rendszerint szabálytalan alaku és felületi hiányosságokkal /gyökérterpesz, csomók, csomorok, ágcsomók, növekedési rendellenességek/ rendelkező gömbfa szabályos henger alakúvá való leforgácsolására alkalmas. A körredukálást a fűrészüzemi felvágás előtt a kérgezéssel együtt, vagy azt követően végzik.

ad 3. és 4. Ezek tulajdonképpen egy vagy két menetben végzett prizmásági műveletek, amikor is a bőrdeszka azonnal felforgácsolásra kerül. A 4. műveletnél egyidejűleg a két oldalon széldeszka lefűrészelésére is sor

A FORGÁCSOLÓTECHNIKA FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI



- 1 HOSSZTOLÁS ÉS BÜTÜZÉS
- 2 KÖRREDUKÁLÁS
- 3 PÁRHUZAM-FORGÁCSOLÁS /EGY VAGY KÉT MUNKAMENETBEN/
- 4 PÁRHUZAM-FORGÁCSOLÁS OLDALDESZKA LEFŰRÉSZELEÉSSEL /KÉT MUNKAMENETBEN/
- 5 PROFILFORGÁCSOLÁS PROFILLEVÁLASZTÁSSAL /EGY MUNKAFOLYAMATBAN/
- 6 APRITÓSZÉLEZÉS
- 7 BŐRDESZKA - HASZONFORGÁCSOLÁS /EGY MUNKAFOLYAMATBAN/
- 8 TELJES KERESZTMETSZETŰ FORGÁCSOLÁS

kerül. Ezt a két vágásmódot egyébként egy szóval sikredukálásnak is nevezik. Az alapművelet itt mindkettőnél és a következőknél is tulajdonképpen síkforgácsolás, különböző keresztmetszeti profilok kialakítása.

ad 5. Profilforgácsolás úgy, hogy egyidejűleg többféle méretű szelvényprofil kerül kialakításra, és egyuttal ezeknek fűrészeléssel való szétválasztását is elvégzik.

ad 6. A kettős szélezést fűrészelés helyett forgácsolással végzik.

ad 7. A bőrdeszka egy menetben végzett profilforgácsolása úgy, hogy még szelvényáru is termelődjék.

ad 8. Ez azt az eljárást mutatja, amikor a darabos hulladék teljes keresztmetszetében felforgácsolásra kerül.

A forgácsolási eljárással előállítható:

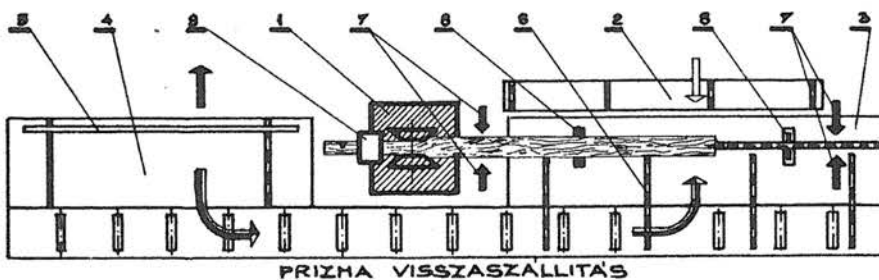
a/ Síkforgács 0,2-0,4 mm vastagságban a forgácslapgyártáshoz.

b/ Apríték, különböző hosszúságban a farostlemez- és a cellulózzgyártáshoz.

A forgácsolási eljárás általában jobb minőségű felületeket ad mint a fűrészelés. Az elérhető előtolási sebesség ez idő szerint 20-70 m/min. A síkforgácsolást rendszerint a faanyag két oldalán egyszerre végzik, amelyet párhuzam- vagy paralelforgácsolásnak neveznek.

A forgácsológépek a fűrészüzemi feldolgozás során igen sokféleképpen kombinálhatók más fűrészgépekkel magas teljesítményű gépsorokká, de egy-

PÁRHUZAMFORGÁCSOLÓGÉP ELRENDEZÉSI RAJZA



- 1 FORGÁCSOLÓ GÉPEGYBÉG /ELŐTOLÓMŰVEL, HIDRAULIKÁVAL, KEZELŐÁLLÁSSAL
- 2 HENGERESFA FELADÓ KERESZTSZÁLLÍTÓ
- 3 BEHÚZÓASZTAL
- 4 ELOSZTÓASZTAL
- 5 AUTOMATIKUS ELOSZTÓ
- 6 A PRIZMA KERESZTSZÁLLÍTÓJA
- 7 HÁTSÓ KÖZPONTOSÍTÓ
- 8 FORDÍTÓBERENDEZÉS
- 9 KEZELŐÁLLÁS

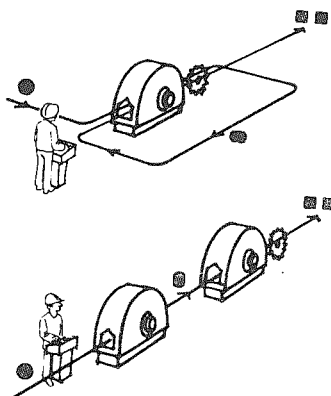
féle gyártmány /zárléc vagy gerenda/ előállítására egymagukban is felhasználhatók.

A 14. ábra egy vékonyfa feldolgozására szolgáló paralelforgácsoló gép-egység és a hozzátartozó kiszolgáló berendezések technológiai elrendezési rajzát mutatja be. Az ábra felirataiból és a gépegységek számozott megnevezéseiből kiolvasható a technológiai folyamat. A berendezéssel két- vagy négyoldalon szélezett prizma, ill. zárléc vagy gerenda termelhető. A maximális előtolási sebesség 65 m/min.

A forgácsológépes technológia leggyakrabban előforduló fűrészüzemi gép-kombinációi a következők:

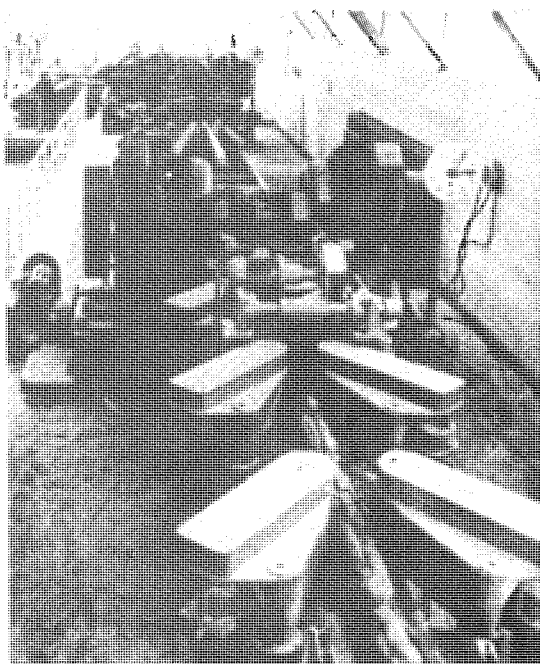
a/ *Forgácsológép - hasító körfűrészgép /egybeépítve/, vagy hasító szalagfűrészgép.* Ezen a gépsoron egyszeri átengedéssel kétoldalon szélezett; kétszeri átengedéssel négyoldalon szélezett gerenda- vagy zárlécféleségek termelhetők.

Technológiai folyamatábráját a 15. ábrán látható felső rajz mutatja.



15. ábra

b/ *Forgácsológép - hasító körfűrészgép /vagy szalagfűrészgép/ gerenda- és zárlécféleségek gyártására.* Ez nagyobb teljesítményű mint az előbbi, mert körforgásos visszaszállítást nem igényel. Teljesítménye kb. 2,3-szorosa az előbbinek. Technológiai folyamatábrája ugyancsak a 15. ábrán /alsó rajz/, fényképe pedig a 16. ábrán látható.

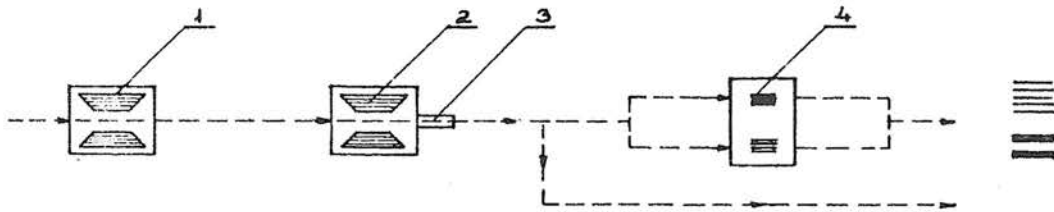


16. ábra

c/ *Forgácsológép - forgácsológép - hasító körfűrészgép /vagy szalagfűrészgép/ - kéttengelyes, többlapu körfűrész.* Ez a kombináció deszka, fűrészelt gerenda és zárlécféleségek előállítására alkalmas. Technológiai elrendezési rajza a 17. ábrán látható.

FORGÁCSOLÓGÉP - KOMBINÁCIÓ

/17cm átlagátmérőjű vékonyfa feldolgozáshoz/

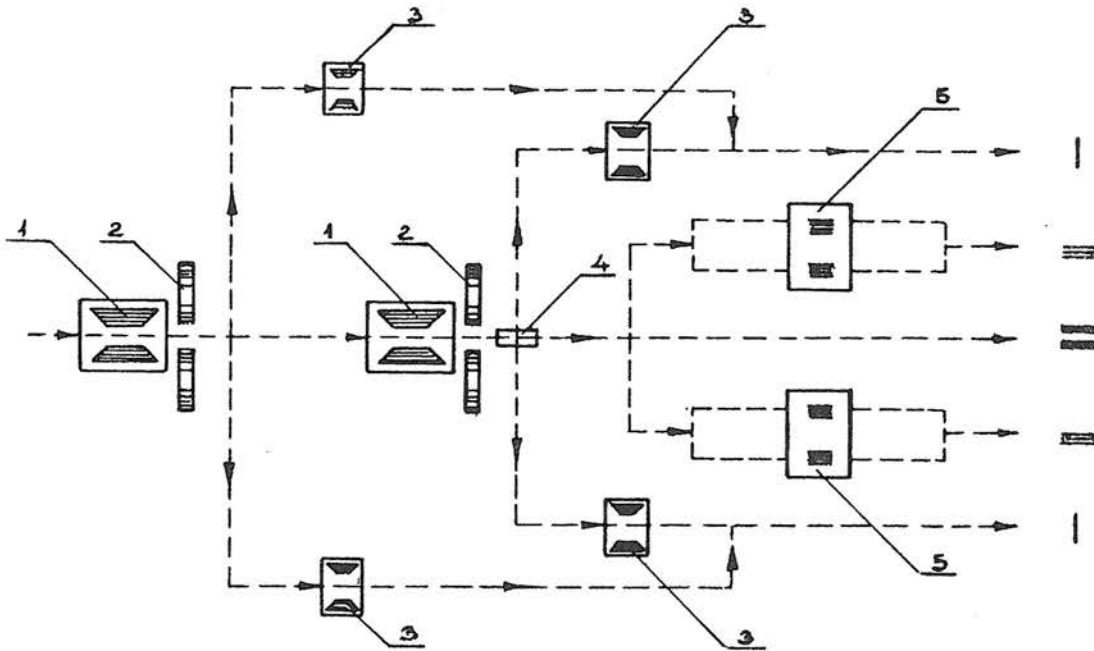


- 1 PROFILFORGÁCSOLÓGÉP
- 2 PROFILFORGÁCSOLÓGÉP
- 3 HASITÓKÖRFÜRESZGÉP
- 4 KÉTENGELYES TÖBBLAPU KÖRFÜRESZGÉP

17. ábra

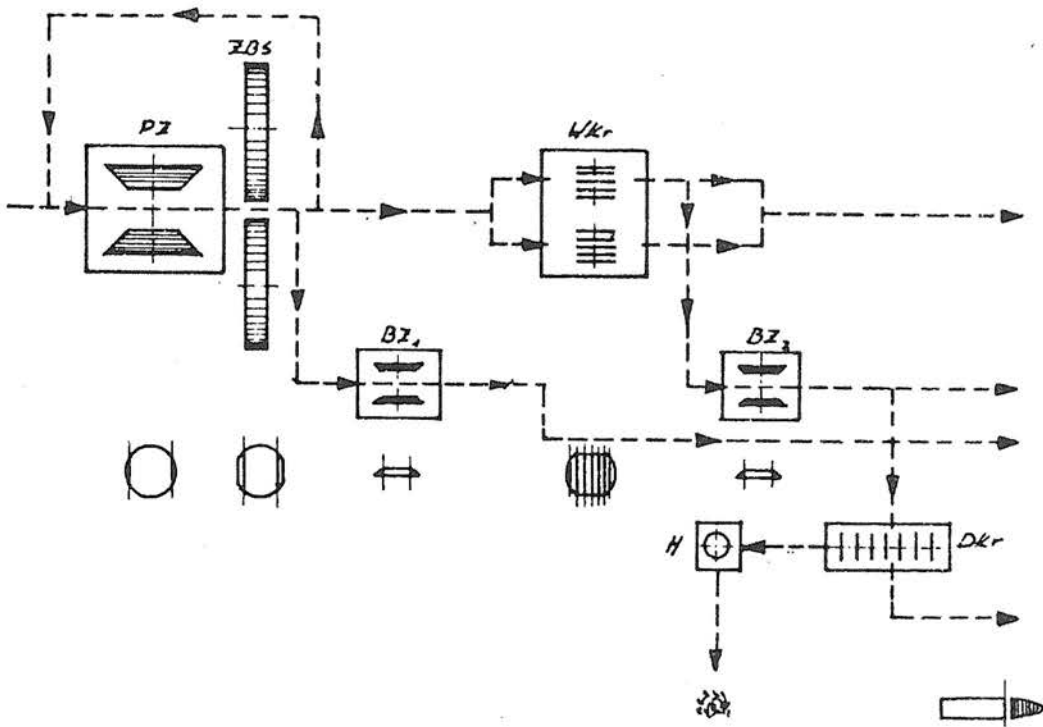
FORGÁCSOLÓGÉP - KOMBINÁCIÓ

/24 cm átlagátmérőjű vékonyfa feldolgozáshoz/



- 1 PROFILFORGÁCSOLÓGÉP
- 2 IKERSZALAGFÜRESZGÉP
- 3 SZÉLEZŐAPRÍTÓ ~/FORGÁCSOLÓ/ GÉP
- 4 HASITÓKÖRFÜRESZGÉP
- 5 KÉTENGELYES TÖBBLAPU KÖRFÜRESZGÉP

18. ábra



20. ábra

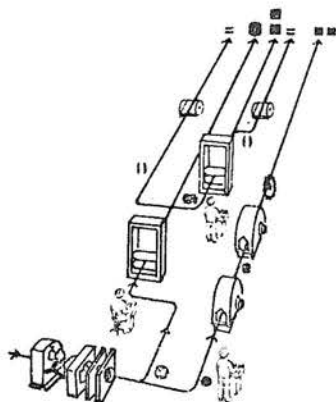
Az ábrákon található gépek jelmagyarázata a következő:

- PZ = Profilforgácsoló-gép
- ZBS = Iker szalagfűrészgép
- TBS = Hasító szalagfűrészgép
- BZ = Szélező forgácsológép
- WKr = Kettőstengelyű körfűrészgép
- SKr = Hasító körfűrészgép
- DKr = Daraboló /leszabó/ körfűrész-gépsor
- H = Darabos hulladékaprító-gép

ad 5.

A kombinatív /vegyes/ technológiák célszerű és a leggyakrabban előforduló változatairól már az egyes alapgépes technológiák tárgyalásakor szó volt. Ezeken túlmenően még igen sokféle kombináció lehetséges. Azt, hogy a sok közül melyik a legalkalmasabb és a leggazdaságosabb, mindig az adott körülmények - főképpen a feldolgozandó alapanyag összetétele /fajaja, mennyisége, mérete, minősége/ és a gyártandó termékek választéka -, valamint a piaci lehetőségek döntenek el. További kombinációk felsorolásának tehát gyakorlati értelme nincs, legfeljebb még említést kell tenni arról, hogy a már meglévő és vastagfa feldolgozására berendezkedett fűrész-

üzemek is kerülhetnek olyan helyzetbe, hogy a vastagfával egyidejűleg nagyobb mennyiségű vékony hengeresfa feldolgozására is rákényszerülnek. A vékonyfamennyiség még nem akkora, hogy érdemes lenne teljesen komplett, új



21. ábra

vékonyfafeldolgozó üzemet is építeni. Ilyen esetben a legcélszerűbb az eredeti gépsor mellett, annak munkafolyamatából - mégpedig az előkészítés /kérgezés, redukálás/ után - kiegészítő vékony hengeresfa-feldolgozó gépsort felállítani. Ezzel elkerülhető az eredeti gépsornak a kis átmérőjű faanyag feldolgozása következtében előálló kihasználatlansága. Az ilyen tehermentesítő üzem technológiai folyamatát szemlélteti a 21. ábra. Az ábrázolt esetben keretfűrész gépsort tehermentesít a forgácsológépes vékonyfafeldolgozó gépsor.

ad 6.

A speciális technológiák közé azok az eljárások sorolhatók, amelyeknél a több, vagy többféle fűrészelési vagy forgácsolási műveletet speciálisan konstruált vagy több gépfajtából /vagy gépből/ összeépített gépegység végzi el úgy, hogy a feldolgozandó hengeresfából egy munkamenet során fűrészipari késztermék keletkezik.

Az ilyen összeépített gépegységről az előzőekben már szó volt, mégpedig a forgácsoló - iker szalagfűrész gépegységről. Ezt azonban még más gépekkel is össze kellett kapcsolni ahhoz, hogy normál szegletes vagy szelvényárut lehessen rajta termelni egy munkamenet alatt.

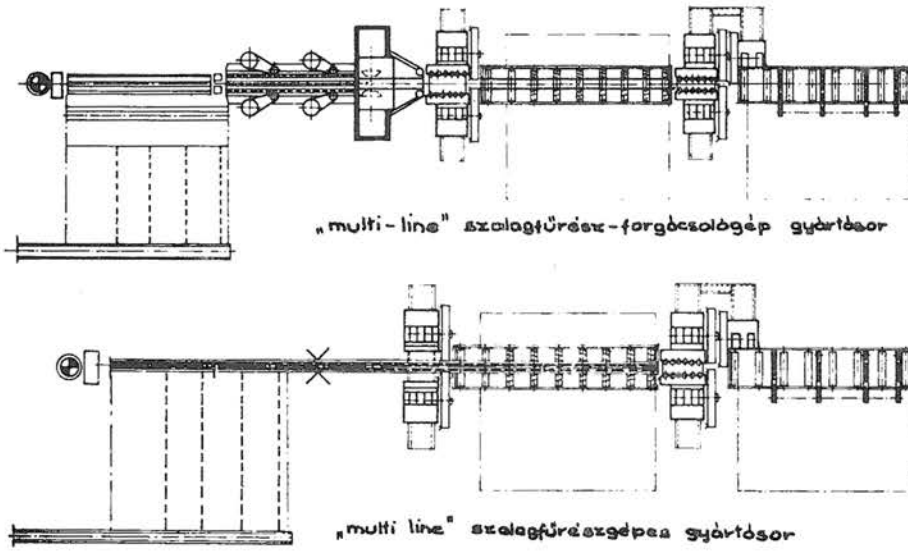
Ez idő szerint három speciális vékonyfafeldolgozó technológia, ill. vékonyfafeldolgozó speciális gépegység /géprendszer/ érdemel említést:

a/ Az un. *multi-line* szalagfűrész gyártósorok teljesen szalagfűrész, vagy profilforgácsolóval egybeépített változatban készülnek.

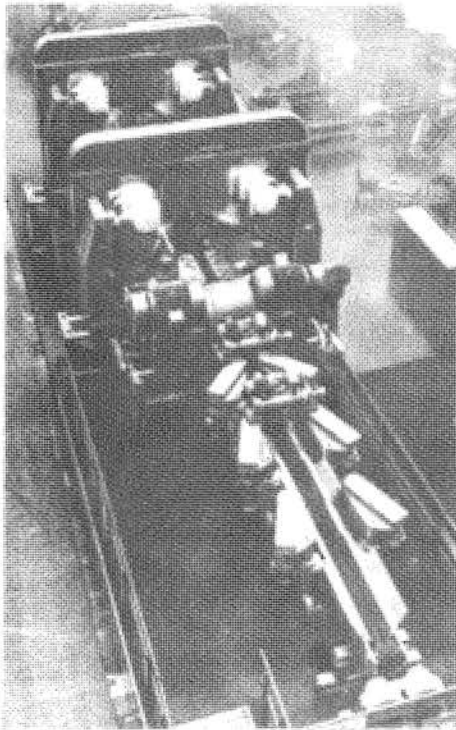
A csak szalagfűrész változatnál a prizmázást iker rönkvágó szalagfűrészgép, a továbbhasítást pedig hármasszalagfűrész gépegység végzi.

A forgácsológépes gyártósor esetében az előprizmázást profil-forgácsológép végzi. Ezután továbbhasító iker szalagfűrészgép és hármasszalagfűrész következik.

A két gyártósor elrendezési rajzát a 22. ábra, a forgácsológépes gyártósor fényképét pedig a 23. ábra mutatja.



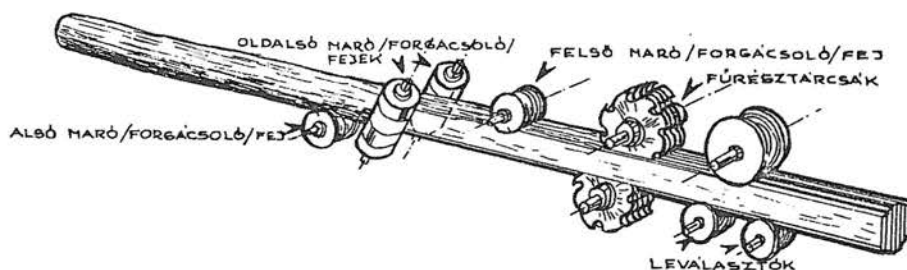
22. ábra



23. ábra

b/ Az un. *CHIP - N - SAW* feldolgozó gépegység tulajdonképpen speciális forgácsolófejekből, marókésrendszerből és hasító körfűrészekből egybeépített gép, mely viszonylag kedvező kihozatal mellett a hengeresfa teljes feldolgozását egy munkamenetben végzi. A gép működési elvét a 24. ábra mutatja.

**"CHIP - N - SAW" RENDSZERŰ FELDOLGOZÁS
MŰKÖDÉSI VÁZLATA**



24. ábra

A gépegység lényegében magában foglalja a beadagoló berendezést, a továbbító berendezést, az alsó, felső és oldalsó forgácsoló késfejeket, valamint a kéttengelyes, többtárcsás, hasító körfűrészgépet.

A *CHIP - N - SAW* gép 12 centimétertől 50 centiméterig terjedő vastagságú hengeresfát képes feldolgozni. A rönkátmérő szerint változó átlagos kihozatal: 61% deszka és palló, 33% célforgács /apriték/ és 6% fűrészpor. Előtolási sebesség a fafajtától, a faanyag vastagságától és minőségétől függően 20-50 m/min.

c/ Az un. *VTR* típusu prizmavágó körfűrészgép egység speciális géptípus, mintegy 6-7 évvel ezelőtt fejlesztették ki Csehszlovákiában. A gép egy-egy vágási síkot több, egymással szemben elhelyezett körfűrészlappal munkál meg, és ezáltal a vágásrés szélessége /3,6 mm/ megközelíti a keretfűrészgépen keletkező vágásrés szélességét. Ezen túlmenően a vágásrés anyagát forgácslap fedőrétegéhez alkalmas forgácsá alakítja, és így csak csekély mennyiségben keletkezik fűrészpor a feldolgozás során.

A *VTR* gépek építőszekrényes szerkezetűek, különböző számú orsótengelypárral rendelkeznek. Az orsópárok számától függ a hasítható prizmák magassága. Orsópáronként 2x20-26 mm lehet a fűrészlappal vágásmélysége. Az előre prizmázott anyagot az adagoló hengerek 10-60 m/min sebességgel szállíthatják a hasítást végző körfűrészlappalhoz. A gép átlagos előtolási sebessége vékony fenyő hengeresfa feldolgozása esetén cca. 40 m/min.

Az orsópárok száma szerint megkülönböztetett egyes VTR géptípusok és a velük vágható prizmamagasság értékei a következők:

Típus	Prizmamagasság /mm/		
	maximális	optimális	minimális
10 VTR	260	200	80
8 VTR	208	160	60
6 VTR	156	120	50
4 VTR	104	80	40

Ö S S Z E F O G L A L Á S

Az ismertetés alapján a vékony /10-18 cm átmérőjű/ hengeresfa fűrészüzemi feldolgozását illetően - a hazai faanyagellátási viszonyok és fűrészipari fejlettség figyelembevételével - a fontosabb következtetések:

- a hazai erdőgazdasági termelésből és az importból származó kis átmérőjű hengeresfa viszonylag nagy mennyisége nálunk is indokoltá teszi ennek a faanyag-választéknak a fűrészüzemi feldolgozás útján való gazdaságosabb hasznosítását;

- a vékony hengeresfa feldolgozásának hagyományos módszerei ma már technikailag elmaradottak, és egyre inkább gazdaságtalan, pazarló eljárásokká válnak;

- a tudományos-technikai fejlődés a fűrészipar területén is létrehozta már a közelmúlt években mindazokat a korszerű termelőeszközöket /gépeket, berendezéseket/ és módszereket /technológiákat/, amelyekkel megvalósítható a vékony hengeresfa gazdaságosabb fűrészüzemi feldolgozása és a faanyag komplex hasznosítása;

- a koncentráltabban jelentkező fenyő vékony hengeresfa feldolgozására célszerű különálló korszerű feldolgozó üzemeket létesíteni, míg a kemény és lágy lombos vékony faanyag feldolgozása a meglévő fűrészüzemek kiegészítéseként jöhet számításba.

I R O D A L O M

- K. Fronius: Die Arbeit am Gatter und an anderen Sägewerksmaschinen /Holz-Zentralblatt Verlags-GMBH, Stuttgart, 1965./
- Europäische Sägewerkstechniken /Bericht des Internationales Seminars für die Sägeindustrie, München 1974./
- Aus Wirtschaft und Betrieb: "Multi-line-Sägen in Bandsägestrassen" /Holz als Roh - und Werkstoff, 1976. 3. sz./
- K. Fronius: Neue Zerspannungstechniken für Schnittware. /Die Holzbearbeitung, 1976. 7. sz./; Sägewerkstechnik heute und morgen /Holz-Zentralblatt, 1975. 72. sz./
- Woodworking Machinering: "A study of 15 small-log sawmill system" /Timber Trades Journal, 1976. 5216 sz./
- M. Overend: New Doman mill beefs up smallwood operations. /Canadian Forest Industries, 1976. 7. sz./
- H. Maisenbacher: Planung, Organisation und Kalkulation in der Sägeindustrie. /Holz-Zentralblatt Verlags-GMBH, Stuttgart, 1963./
- F. Kollmann: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. I. II. kötet /Springer-Verlag 1951-52/

A FAGYAPOTLEMEZ HAZAI GYÁRTÁSÁNAK ÉS ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

WITTMANN GYULA

okl. erdőmérnök, tud. főmunkatárs

1. BEVEZETŐ

A második világháborút követően az építőipar részéről jelentkező fokozott igények következtében a legtöbb iparilag fejlett országban jelentős fejlődésnek indult az ásványi kötőanyagú fagyapotlemezek gyártása és felhasználása. Eleinte kis termelékenyséű, nagyrészt kézi eszközökkel dolgoztak. Hosszu kísérletezés után a folyamatos, illetve automatizált gyártósor kialakítását célzó próbálkozások eredménnyel jártak, s ez lehetővé tette a termelés volumenének növekedését és a lemezek minőségének ugrásszerű javulását.

Lehetőség nyílt továbbá a különböző felhasználói igényeket messzemenően kielégítő speciális lemezféleségek előállítására.

Hazai viszonylatban a második világháború befejezését követő években még folyt a régi típusu lécs- és nádbetétes fagyapotlemezek /MAGOR-lemez/ gyártása, a későbbiekben azonban ezt megszüntették. A mai követelményeknek megfelelő fagyapotlemezt hazánkban nem gyártják.

2. FELHASZNÁLHATÓ ALAP- ÉS SEGÉDANYAGOK

2.1 Alapanyagok

A fagyapotlemez közvetlen alapanyaga a fagyapot. A fagyapot finomságának növelése emeli a kész lemezek szilárdságát és merevségét, ugyanakkor hátrányosan befolyásolja azok térfogatsúlyát és szigetelőképességét. A gyakorlatban nem ajánlatos a forgácsvastagságot 0,2 mm alá csökkenteni.

A felhasználásra kerülő fagyapot ajánlott mérete:

- szélesség 3 - 6 mm,
- vastagság 0,2-0,5 mm,
- hosszúság min. 80 mm.

Lemezgyártás céljára csak egészséges, hosszuostu, a törmeléktől és portól rázás útján megtisztított forgácsot szabad felhasználni. A felhasznált fagyapot megengedett nedvességtartalma max. 20%.

A fagyapotlemez-ipar eredetileg majdnem kizárólag túlevelű fafajokat alkalmazott, a későbbiekben azonban kiterjesztették a vizsgálatokat egyéb fafajokra is. A lágy lombos fafajok - melyek szöveti szerkezete közelebb áll a fenyőkéhez - inkább alkalmasak fagyapot céljára, mint a kemény lombosok. Az utóbbiakból készült forgács könnyen töredezik, széthullik. További probléma, hogy a fafajok egy része a cement kötését akadályozó anyagokat tartalmaz. Ilyen anyagok elsősorban a fatestben található szénhidrátok.

Külföldi vizsgálati eredmények szerint a következő, hazánkban is előforduló fafajok alkalmasak cementkötésű fagyapotlemez céljára:

Lucfenyő
Erdeifenyő
Nyáarak
Fűzek
Szelid gesztenye
Kocsánytalan tölgy

Ez a sorrend - cukortartalom tekintetében - egyszersmind alkalmassági sorrendnek is tekinthető.

Fagyapotgyártás céljára a legalább 50 cm hosszú és minimálisan 10 cm-es kéreg nélküli csucsátmérővel rendelkező faanyag használható fel. A minőségi követelményeket a jobb minőségű tűzifa, továbbá a szerhasáb és szerdorong faválasztékok is kielégítik.

Becsült adatok szerint - a fagyapotfa méreti és minőségi követelményeit, valamint a hazai fakitermelés és fafeldolgozás várható távlati alakulását figyelembe véve - 1985-ben lágyszőlőből a következő fatömeg áll rendelkezésre fagyapottermelés céljára:

Nyár	20 - 40 000 m ³
Fűz	2 - 3 000 m ³
Lucfenyő	2 - 3 000 m ³
Erdeifenyő	<u>3 - 5 000 m³</u>
Összesen:	27 - 51 000 m ³

A különböző hazai lombos fafajok alkalmazási lehetőségét illetően további gondos, üzemi körülmények között ellenőrzött kutatás szükséges.

2.2 Segédanyagok

A fagyapotlemezek szokásos, ásványi eredetű kötőanyagai:

- cement,
- magnezit,
- gipsz.

2.21 Cementfelhasználás. Fagyapotlemez céljára csak jóminőségű /legalább 500-as/ cementet lehet felhasználni. Számításba vehető cementfajták:

- portland cement,
- vasas portland cement,
- kohó- és trasszcementek.

Alapvető követelmény a cementtel szemben, hogy a keverék elkészítését követően a kötés /szilárdulás/ legfeljebb 1 óra elteltével induljon meg, s a táblák alaktartósságát biztosító szilárdulási folyamat ne haladjon meg a 12 órát.

A jó minőségű és gyorsan szilárduló cementek növelik a termelékenységet, mert elősegítik a formázókeretek jobb kihasználását. Az üzemcsarnok hőmérsékletének növelése vagy csökkentése gyorsítja, ill. lassítja a kötési folyamatot. A rövid kötésidejű cementfajták további előnye, hogy csökkentik a kötésgátló vegyületek /cukor stb./ hatékonyságát, s ezáltal is növelik a lemezek szilárdságát.

Gyorsan kötő cementfélék hiánya esetén a kötést gyorsító kémiai adalékanyagok /kalciumklorid, trikozol stb./ alkalmazása szokásos.

2.22 Magnezitfelhasználás. Magnezit kötőanyagú lemezeket az osztrák *Heraklit Művek* készít. A nyers magnezitet $MgCO_3$ 700-900°C-on kiégetik, majd luggal keverve az ún. *Sorel*-cementet állítják elő. Az oldatot két vegyértékű fémek sóinak - pl. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - megfelelő koncentrációju oldattal lehet pótolni. A hígítóoldatnak nem szabad 23,5 százaléknál nagyobb töménységben keserűsöt tartalmaznia, mert ellenkező esetben kicsapódások keletkeznek a lemezek felületén.

A magnezit tárolásra érzékeny, s így csak szakszerűen és viszonylag rövid ideig tárolható.

2.23 Gipszfelhasználás. Gipszkötésű fagyapotlemezek céljára általában stukaturgipszet használnak. A stukaturgipsz kötésideje /30 perc/ túl rövid, ezért kötékésleltető anyagokat alkalmaznak /pl. borax, glutinenyv, alkohol stb./.

Késleltetett kötést biztosít az is, ha a gipsz égetése során 10% égett meszet kevernek a nyers gipszhez.

70°C-nál magasabb kötési hőmérséklet a lemezek erős minőségi romlását eredményezi.

A gipsz különösen érzékeny a szakszerű tárolásra, és egy-egy szállitmányt 4 héten belül fel kell használni.

3. A FAGYAPOTLEMEZEK TULAJDONSÁGAI

Az új típusu fagyapotlemez tulajdonságait rögzítő hazai szabvánnyal ez ideig nem rendelkezünk, a korábbi típusokra /Magor lemez/ vonatkozó előírások pedig már túlhaladtak.

Európszerte a megfelelő *DIN* előírásokat /*DIN* 1101 és 1104/ tekintik mérvadónak a felhasználók, a gyártó vállalatok, sőt a gyártó berendezéseket előállító üzemek is.

A *Faipari Kutató Intézetben* végzett vizsgálatok és a rendelkezésre álló külföldi vizsgálatok eredményei egyértelműen bizonyítják, hogy a mai modern gyártó berendezéseken előállított fagyapotlemezek

- mérettartás tekintetében megfelelnek a *DIN* 1101 előírásainak,
- a súlyadatok kielégítik a szabvány által támasztott követelményeket,
- szilárdsági tulajdonságaik általában jobbak a szabványelőírásoknál,
- égéssajátosságai az építőipari célokra használt faanyagok között felhasználási szempontból a legkedvezőbbek.

A legkedvezőbb tulajdonságokkal a cement kötésű fagyapotlemezek rendelkeznek.

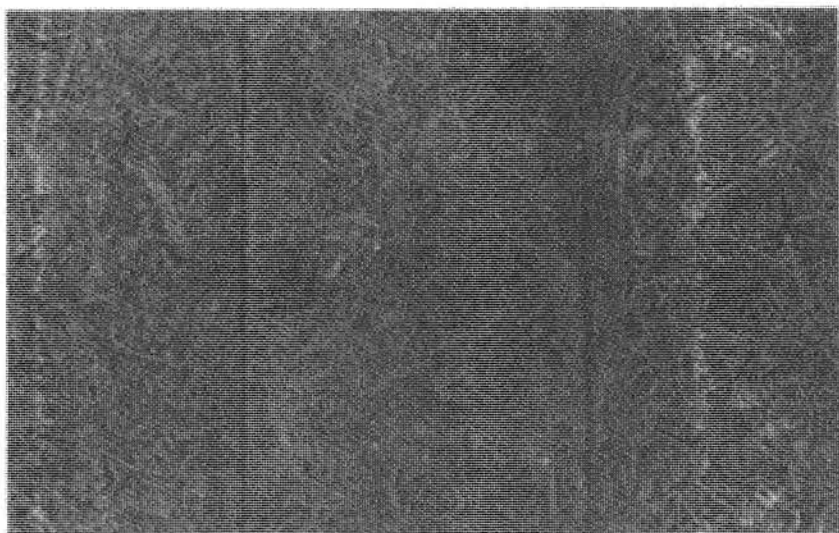
4. FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEK

A fagyapotlemezek kedvező tulajdonságai:

- viszonylag alacsony gyártási költségek,
- csekély munkaerőigény a gyártás során,
- jó alaktartóság,
- jó megmunkálhatóság,
- előnyös szilárdsági és épületfizikai tulajdonságok,
- biológiai károsítókkal és tűzzel szembeni nagyfokú ellenállás stb.

A fagyapotlemezek, nagyszámu kedvező sajátosságuk következtében ipari, lakó- és középületek építésénél egyaránt alkalmazást nyerhetnek, sőt gyakran használják a mezőgazdasági építészetben és a régi épületek felújítása vagy korszerűsítése esetén is.

A lapok felülete /1. ábra/ az épületek egy részénél minden bevonat vagy felületkezelés nélkül megfelel térelhatárolás céljára.



1. ábra

A fagyapotlemezek sokféle kivitelben készülnek. A leginkább elterjedt lemeztípus az 500x200 mm-es lapmérettel készülő egyrétegű sík lemez, melynek vastagsága 15 és 100 mm között változik. Alkalmazásra kerülhetnek szigetelőlap, válaszfal, bentmaradó falzsaluzat és viszonylag kis súlyú panelek belső - esetleg külső - burkolóanyagaként.

Az utóbbi években külföldön különösen elterjedt a bentmaradó zsaluzatként való alkalmazás, melynek lényege, hogy a falazat két felületét a falvastagságnak megfelelően beállított fém távtartókkal ellátott fagyapotlemez képezi. A lemezek közét a helyszínen kibetonozzák, s így a zsaluként használt fagyapotlemez - mely szigetelési funkciókat lát el a továbbiakban - a beton kötését követően bevakolható. A fagyapotlemezek illesztési vonalát, be- és kiugró tagozatokat, sarkokat, a vakolatba ágyazott, legalább 80 mm széles drótháló-csikokkal kell ellátni. A drótháló korrózió ellen védett, legalább 0,6 mm vastag drótból, kb. 20x20 mm lyukbősséggel készüljön. A drótfonatot mintegy 33 mm hosszú, horganyzott kapcsokkal vagy tüzi horganyzású kampós szögekkel kell rögzíteni. Külső falakon a teljes felületre kiterjedő drótháló alkalmazása szükséges. Összefüggő nagy külső vakolt felületek esetén, 10 m²-enként tágulási hézagot kell kialakítani.

Ezzel a módszerrel többemeletes lakóházak és családi házak egyaránt viszonylag gyorsan és olcsón készíthetők.

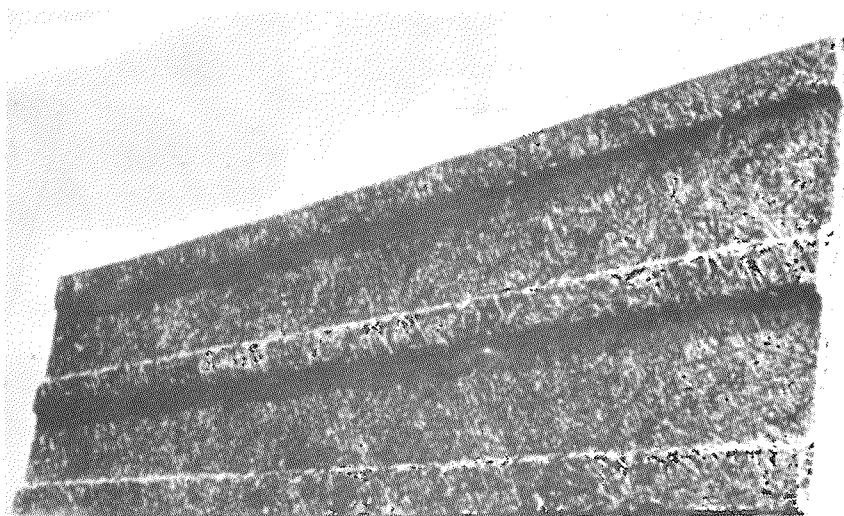
Panelek belső burkolataként és álmennyezet céljára való felhasználására mutat példát az *FKI* ragasztott faszerkezetes csarnoképülete /2. ábra/.



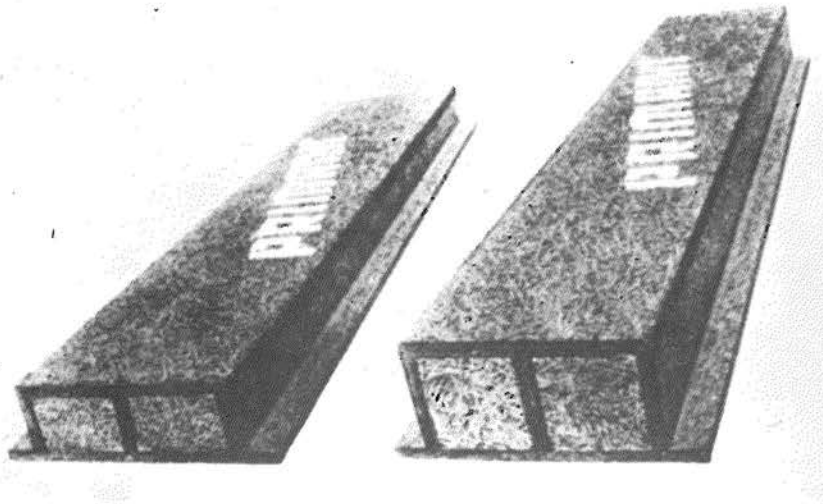
2. ábra

Szigetelés céljára kiterjedten alkalmazzák a két- és háromrétegű lemezeket, melyek 1 vagy 2 fagyapotlemez rétegből és habosított műanyagból állanak.

Mennyezet, ill. födém céljára használják a különböző hornyolt, illetve bordás /3. ábra/ kiképzésű lemezeket, az illesztővassal ellátott födémlemezeket és a különleges födémidomokat /4. ábra/. E termékek, a velük szemben támasztott követelmények kielégítésére, különböző méretekkel készülnek.



3. ábra



4. ábra

5. FAGYAPOTLEMEZ GYÁRTÓ BERENDEZÉSEK ÉS ELJÁRÁSOK

A termékkel szemben támasztott követelmények növekedése és az állandó kutatómunkával összefüggő technikai fejlődés eredményeként megoldódott a fagyapotlemezek gyártási folyamatának gépesítése és automatizálása. Ma több szabadalmi uton védett módszer és berendezés ismeretes. Európai, sőt világviszonylatban a legjelentősebbek:

- *Heraklith* eljárás,
- *Elten* szisztéma,
- *Canali* módszer.

Mindhárom módszer magas műszaki színvonalu és termelékeny megoldás, mely messzemenően biztosítja a vonatkozó szabványelőírások követelményeit kielégítő termékek gyártását.

5.1 A Heraklith eljárás

A gyalugépek által előállított fagyapotot egy hézagos szállítófelületű szállítószalagra juttatják, és menet közben kizeritttel szórják be. A következő, hézagos felületű szállítópályán a felesleges nedvesség lecsepeg, majd a nedves fagyapot egy keverőberendezésbe kerül. A keverőhöz egy porlasztóberendezés csatlakozik, melyen át magnezitport juttatnak a tartályba.

A keverőmű által minden oldalról habarccsal egyenletesen bevont fagyapot egy un. gereblyés szállítószalagon át valamely elosztóberendezésbe kerül. Minden egyes elosztó egy-egy szalagformáló gép berakóhelyét látja el

keverékkel. A formálógép alsó szalagjára adagolt keveréket két préhenger nyomja össze a felső acélszalag segítségével, melyet olajozással védenek a nedves lapok odaragadása ellen. A 2 db oldalt elhelyezett acélszalag gondoskodik a megfelelő lapkeresztmetszet kialakításáról. A fémszalagok által közrefogott lapmasszát azután a kb. 30 m hosszú gázfűtésű, 400°C hőmérsékletű csatornán vezetik át. Mintegy 10 perc alatt - erős gőzfejlődés kíséretében - a magnezit megköt. Ezt követően sablon segítségével felviszik a cégjelzést, majd az utószáritó kemencébe jut.

A 2 m-es laphosszakat automatikusan működő keresztfűrész szabja le. A megfelelő méretre darabolt lemezeket automatikus működésű berendezés máglyázza. A teljes gyártási folyamat időszükséglete - gömbfától a kész termékig - kb. 25 perc.

Ujabban a *Heraklith Művek* is *Elten*-berendezés vásárlását szorgalmazza a rekonstrukció során.

5.2 Elten-féle eljárás

A gyártás teljesen automatizált, a lemezekkel szemben támasztott követelmények figyelembevételével kifejlesztett berendezéseken történik.

Az 5. ábra a 18 M típusu *Elten*-berendezés elhelyezési vázlatát szemlélteti.

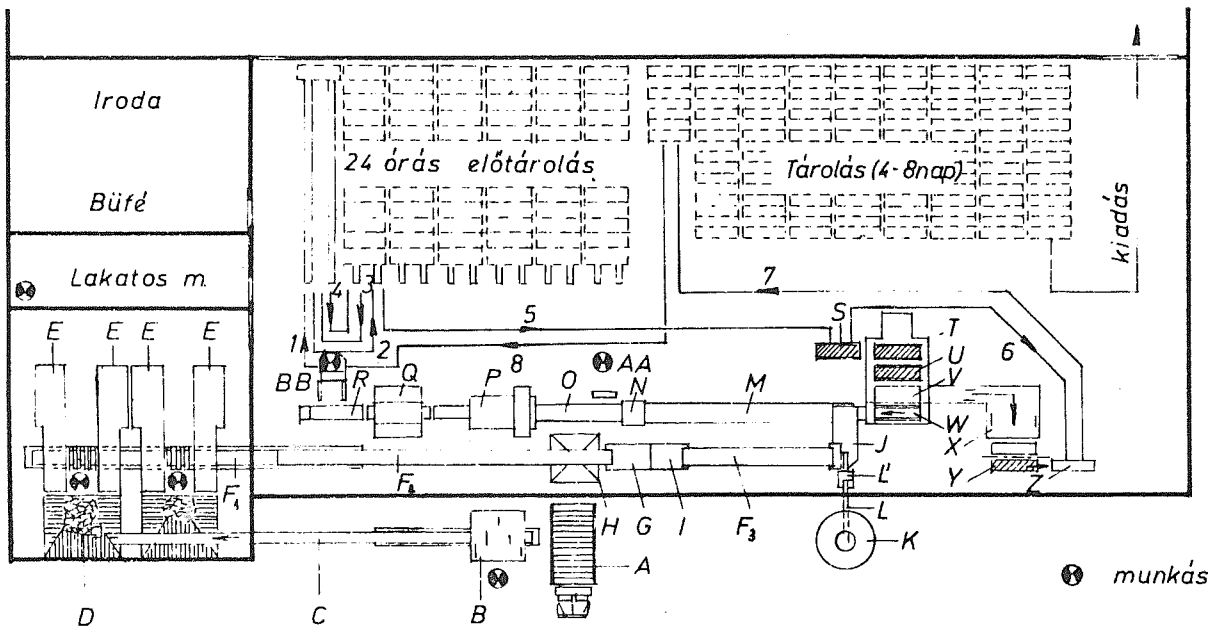
A gyalugépek által termelt fagyapot szállítószalagok - esetleg légáram - segítségével, közbenső tárolás nélkül közvetlenül a fagyapotmérlegre jut.

A szalagmérleg súly szerint adagolja a keveréket, és a formák áthaladási sebességének elektronikus vezérlése útján biztosítja az egyenletes terítést.

A keverékkel megtöltött formák áthaladnak a szegélytömörítőn és az elektronikusan vezérelt előprésen, majd az automatikus darabolófűrész szétválasztja egymástól a kereteket.

A keverékkel töltött formákat a kötegpréshez vezetik, ahol nyomás mellett automatikusan kb. 25 db-os kötegekké máglyázzák. A kötegprés - a munkaritmus megszakítása nélkül - automatikusan görgős asztalra tolja a préselt kötegeket, melyeket villástargoncák szállítanak tovább. A máglyázott kötegek 24 óráig préselés /betonsúly/ alatt maradnak, majd a targonca az automatikus kirakógéphez szállítja őket.

Az üres formákat a berendezés automatikusan összegyűjti, és tisztítva visszajuttatja a berakógéphez.



5. ábra

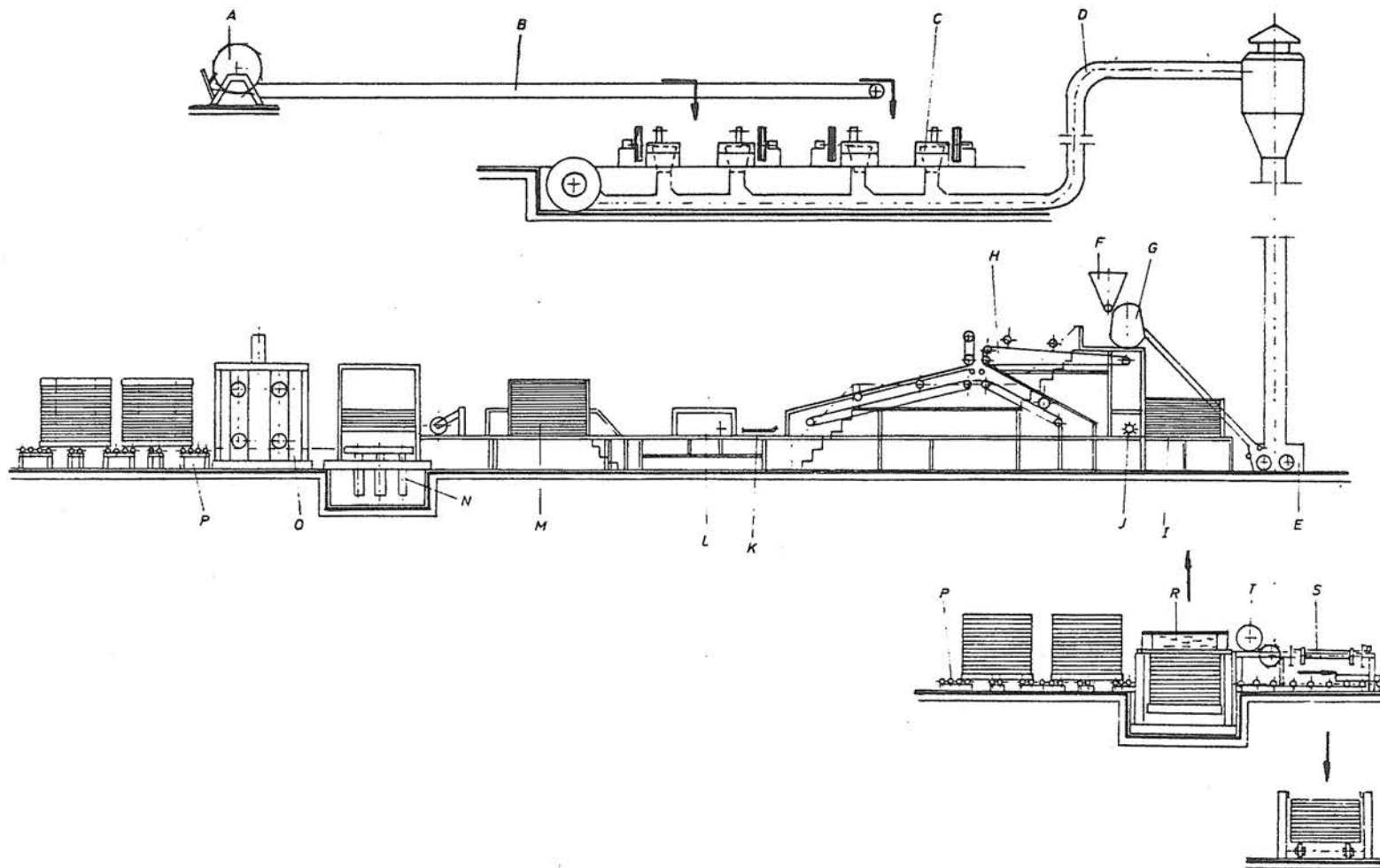
A = rönkszállító tehergépkocsi; B = automatikus, ötlapos, ELTEN hosztolófűrész;
 C = szállítópálya az 50 cm-es hosszúságú darabolt fa szállításra; D = faanyag-
 tároló; E = fagyapót-gyalugép; F = fagyapótszállító szalag; G = fagyapótmérleg;
 H = telítésszertartály; I = telítés; J = keverő; K = cementsiló; L = cementcsiga
 az adagoló berendezéssel; M = adagoló és szalagmérleg; N = folyamatos előprés;
 O = lapszáltömörítő; P = darabolófűrész; Q = kötegprés; R = elszedő görgős pálya
 a formák máglyázásához; S = meghajtott, behordó görgős pálya; T = formáíró gép;
 U = első billentőkeret; V = második billentő a láncos szállítóberendezéssel;
 W = formaleadó és formatisztító; X = négyoldali szélesítő; Y = lapmáglyázó auto-
 mata; Z = elszedő görgős pálya; AA = főkapcsoló szekrény; BB = villástargonca.

Ezt követően a lapok szélezésre kerülnek /4 oldalt/, majd a bélyegző-
 görgő jelzéssel látja el őket. A kész lapokat 170 cm magas kötegekké mág-
 lyázza a villás máglyázó, és villástargoncával a tárolóhelyre szállítják
 őket. 3-4 napi pihentető tárolás után értékesítésre kerülnek.

5.3 A Canali eljárás

A *Canali* cég sok berendezéstípust fejlesztett ki, a legkülönbözőbb igé-
 nyek kielégítése végett. Berendezései automatizáltak, és szintén magas
 műszaki színvonalat képviselnek. Az *ELTEN* berendezésekhez hasonlóan a
 cement kötésű lapok gyártására készültek.

A normál lemezek gyártására konstruált berendezés sematikus vázlatát
 a 6. ábra szemlélteti.



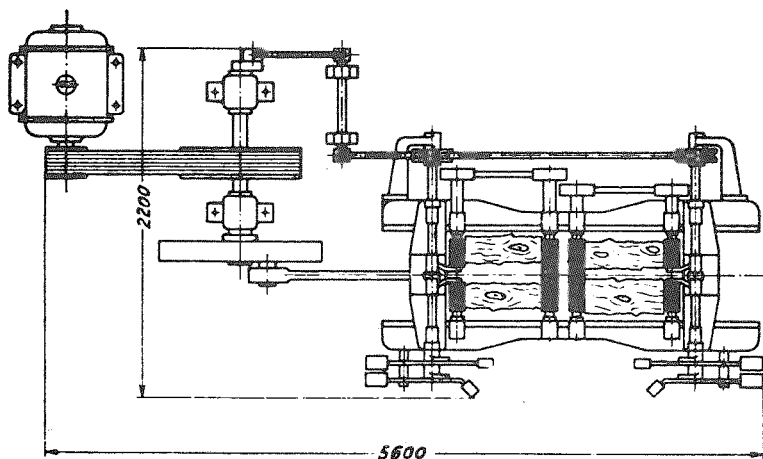
6. ábra

A = hosztolófűrész; B = szállítópálya; C = 3-4 db fagyapot-nyalugép, D = fagyapotszállító vezeték; E-F = cementadagoló; G = keverőberendezés; H = kettős adagoló berendezés; I = formatároló; J = formatisztító; K = előprés; L = daraboló /szétválasztó/ fűrész; M = betétléctároló; N = automatikus máglyázógép; O = hidraulikus kötegprés; P = görgős pálya; R = automatikus formairító; S = négyoldali szélezőfűrész; T = automatikus bélyegző.

A hosztoló fűrész az alapanyagot 50 cm hosszú darabokra szabja. A fel-darabolt gömbfát szállítószalag juttatja a gyalugépekhez.

Műszakonként 1500-2000 db lap előállításához 3 db fagyapotgép, 2000-3000 db laphoz 4 db fagyapotgép szükséges. A 3., ill. 4. gyalugép a vékony anyag és a szélezési hulladék, ill. a maradék anyag forgácsolására alkalmas kiegészítő adapterrel rendelkezik, s így biztosítva van a faanyag gazdasá-gos feldolgozása. A gyalugépek 4 db befogóhellyel rendelkeznek.

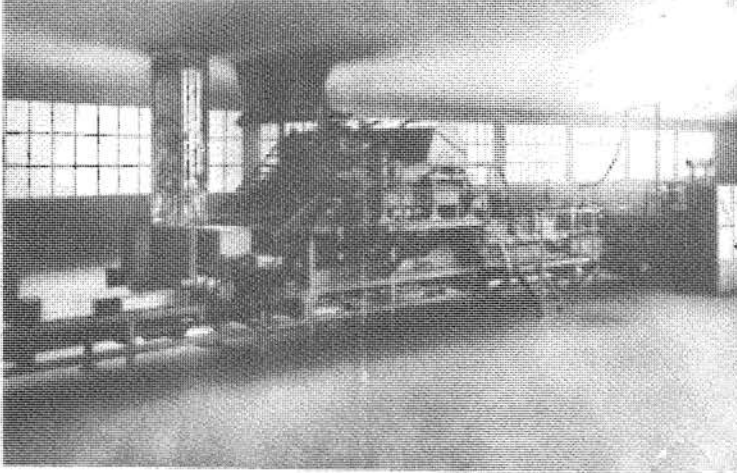
A gyalugép sematikus vázlatát és működését a 7., ill. 8. ábra szemlél-teti. A fagyapotadagoló behuzó hengerei lugoldaton viszik keresztül a fa-gyapotot, majd a láncos szállítószalag a keverőbe juttatja, mely pontosan adagolt cementtel keveri össze /9. ábra/.



7. ábra

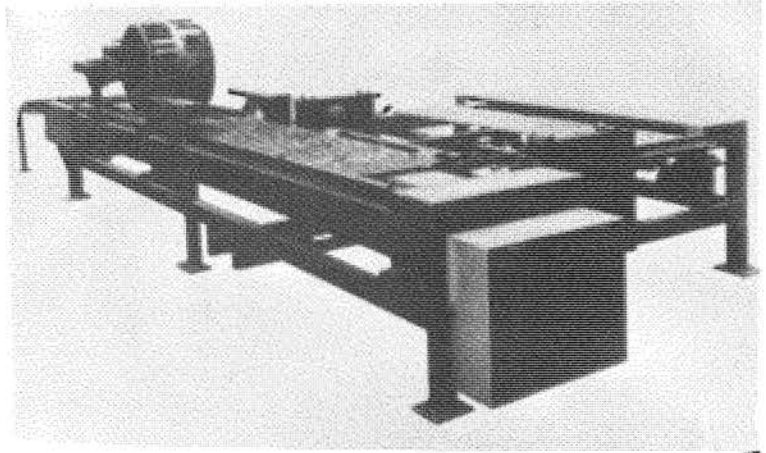


8. ábra



9. ábra

közbeiktatásával máglyázza a töltött formákat. A prés kiszolgálását - mely a kötegeket préseli össze - automatikus töltő- és üritőberendezés látja el. A présből kikerülő kötegek - 12 órás pihentetési, illetve kötési idő után - görgős szállítópályán jutnak a formaüritő berendezéshez, mely berendezés az üres kereteket a tárolóhelyre, a lemezeket a bélyegző automatán keresztül /10. ábra/ a négyoldali szélezőberendezéshez juttatja. A kész, leszélezett lemezeket a máglyázógép összerakja, majd a kész lapokat a tárolóhelyre szállítják.



10. ábra

A keveréket többrétegű lapok gyártására is alkalmas, kettős elosztóberendezés adagolja a tisztítóautomata által megtisztított és beolajozott keretekbe. Ezt követően a keverékkel töltött keretek az előprésbe jutnak. Préselés után a fagyapotszőnyeg - a keretek érintkezési vonalában - a darabolófürészméretre vágja. Ismételt préselés előtt az automata máglyázó betétlécek

6. BERUHÁZÁSI IGÉNY

A hazai adottságok figyelembevételével az *ELTEN*- vagy a *CANALI*-berendezés megvásárlása indokolt. A gyártóberendezés és alapvető tartozékai mindkét esetben csak tőkés relációból szerezhetők be. Hazai, ill. szocialista relációból csak olyan gépek vehetők figyelembe, melyek az alapberendezés kiegészítő, vagy kiszolgáló berendezéseiként /műszaki paramétereik alapján a gyártási folyamatban/ annak megzavarása vagy kedvezőtlen befolyásolása nélkül beilleszthetők.

Az 1976. évre vonatkozó árajánlat alapján az 1. táblázatban foglaltuk össze a beruházási költségeket. A várható évenkénti áremelkedés alapján meghatároztuk az 1980. évi beruházási költségadatokat is. Az így meghatározott összeg a költségadatok egy - az ajánlatban nem szereplő - részének becsült jellege miatt 10-15%-os eltérést mutathat a tényleges beruházási költséghez viszonyítva.

1. táblázat

A hazai fagyapotlemez-gyártás megteremtésének beruházási költségei

Megnevezés	Évenkénti áremelke- dés	ELTEN		CANALI	
		1976.	1980.	1976.	1980.
	%	mFt			
Tőkés rel. gépek	10	42 768	62 617	42 637	62 425
Szocialista rel. gépek	5	12 655	15 383	12 655	15 383
Létesítmények	2	51 190	55 410	51 190	55 410
Egyéb	2	3 100	3 356	3 100	3 356
Összesen:		109 713	136 766	109 582	136 574

7. A GYÁRTÓBERENDEZÉSEK ÖSSZEHASONLÍTÓ ÉRTÉKELÉSE

7.1 Műszaki összehasonlítás

Mindkét berendezés teljesen automatizált, s alkalmas jóminőségű, a DIN 1101 és a DIN 1104 előírásait kielégítő fagyapotlemezek előállítására.

A CANALI berendezés előnyeként tudható be, hogy valamennyi tartozéka ugyanazon cégtől szerezhető be, míg az ELTEN cég más vállalattól származó fagyapotgyalugépek beszerzését ajánlja.

A CANALI PW 75 típusu fagyapot-gyalugép - megfelelő adapterrel felszerelve - alkalmas a kis dimenzióju hulladékanyag, s a többi gyalugépből kikerülő maradékfa további feldolgozására. Ugyanazon gyalugép alkalmas a legkülönbözőbb minőségű /csomagolás, szigetelés, fagyapotlemez, vagy más épületanyagok céljára/ fagyapot előállítására.

Ujabb értesülések szerint az ELTEN cég un. rotációs fagyapot-gyalugépet alakított ki, mely berendezés szintén alkalmas a vékony méretű faanyag fagyapottá való feldolgozására.

Mindkét berendezés alkalmas többrétegű, un. szendvicslapok előállítására is.

A 8 órás műszak alatt elérhető teljesítmény 25 mm vastag fagyapotlemez gyártása esetén:

- ELTEN 2400-2800 db,

- CANALI 2500-2800 db,

gyakorlatilag azonos.

7.2 Önköltség és ár

A berendezéseket előállító vállalatoktól kapott ajánlat és gyakorlati ipari adatok alapján a fagyapotlemezek hazai gyártási költségeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Sor- szám	Költségtényező	ELTEN	CANALI
		Ft/m ³	
1.	Közvetlen fa alapanyag	485,3	470,0
2.	Fuvardíj	33,5	32,0
3.	Egyéb közvetlen anyag	590,0	582,0
4.	Közvetlen elektromos áram	25,6	30,0
5.	Közvetlen gőz	25,6	25,6
6.	Hulladék /le/	12,0	6,0
7.	Közvetlen anyag	1148,0	1133,6
8.	Egyéb anyag	62,9	70,0
9.	Anyagköltség összesen	1217,2	1203,6
10.	Munkabér	52,9	52,9
11.	Közteher	18,5	18,5
12.	Értékcsökkenés	211,2	210,4
13.	Eszközlekötés	176,0	175,4
14.	Karbantartás	253,4	252,4
15.	Egyéb költség	81,0	79,7
16.	Szükitett önköltség	2009,2	1993,0
17.	Fel nem osztható költség	241,1	239,2
18.	Teljes önköltség	2250,3	2232,2
19.	Nyereség	450,0	446,5
20.	Termelési érték /ár/	2700,0	2678,7

1 m³ 25 mm vastag fagyapotlemez 40 db 2000x500 mm-es táblát jelent. Ennek megfelelően 1 db, illetve 1 m² fagyapotlemez mai költségtényezőkkel számított ára 67,51 Ft /ELTEN/, ill. 66,97 Ft /CANALI/. A számított árak természetesen csak közelítően pontosak, és a beruházási költségek arányában növekedő tendenciát mutatnak.

A fagyapotlemezek világpiaci ára hasonló szinten mozog. Ha figyelembe vesszük azt a körülményt, hogy szocialista relációból - elegendő gyártókapacitás hiányában - megfelelő minőségű fagyapotlemezek beszerzése nem biztosítható, s a kapitalista relációban vásárolt lemezek 50%-os vámtétel alá esnek, költség szempontjából egyértelműen indokolt a hazai beruházás megvalósítása.

Ezt indokolja a feldolgozható fa alapanyaggal szemben támasztott alacsony minőségi követelmény és a fagyapotlemezek alkalmazási lehetőségeinek sokrétűsége.

Ö S S Z E F O G L A L Á S

A hazai faanyagbázis /import és hazai kitermelés/, valamint a felhasználási lehetőségek, ill. a késztermék kedvező tulajdonságai indokolják a fagyapotlemezgyártás megvalósítását.

A világviszonylatban is legjelentősebb eljárások, illetve gyártóberendezések /ELTEN, CANALI/ közül a megfelelő berendezést a mindenkor konkrét igények és ajánlatok alapján kell kiválasztani, mert csakis az említett, teljesen automatizált megoldások bevezetése célravezető.

A gyártási költségek hazánkban nem haladnák meg a külföldön gyártott termék előállításai költségeit. Tőkés országokból 50%-os vámtétel mellett szerezhető be a fagyapotlemez, a szocialista országok pedig saját céljaikra használják fel a viszonylag kis mennyiségben előállított jóminőségű lemezeket.

FAANYAGVÉDELEM AZ ÉPÍTŐIPARBAN

VARGYAY KORNÉLIA

okl. faipari mérnök, tudományos osztályvezető

KISS GYÖRGYNÉ

okl. erdőmérnök, tudományos munkatárs

B E V E Z E T Ő

A lakásépítés és a lakáskultúra fejlődése, a faházak elterjedése, az iparilag előállított tartószerkezetek /pl. rétegelt-ragasztott és Gang Nail tartók/ bevezetése növelik az építőipari fafelhasználást.

A nagy mennyiségű, szerkezetében és minőségében megváltozott faanyag-felhasználás szükségessé tette a gyakorlatban alkalmazott faanyagvédelem hatékonyságának felülvizsgálatát. Az építőiparnak, mint egyik legnagyobb volumenű fafelhasználó iparágának, a faanyagvédelemben jelentős feladatai vannak. A beépített faanyagok biológiai károsodása nemcsak a faanyagot veszélyezteti, hanem különösen a teherhordó szerkezeteknél életvédelmi, vagyonvédelmi szempontból is jelentős problémát okoz. A megszüntetendő védelem költsége többszöröse a beépítésre kerülő anyag költségének.

Nagyszámu vizsgálatot végeztünk és végzünk a biotikus kártevők által megtámadott épületekben, szerkezetekben.

1. A KÁROSODÁSOK FELMÉRÉSE

1.1 Vizsgálatok az épületek tető- és födém szerkezetében

Magyarországon a lakó- és kommunális épületek nagy része 30-40 évnél régebben épült, tető- és födém szerkezetük fából készült.

A régi épületek vizsgálata során ritkán találkozunk a favédelemmel, legfeljebb a tetőgerendákat meszelték le, vagy vizüveggel mázolták be. Különösen a II. világháborúban megsérült és nem megfelelő gondossággal helyreállított tető- és födém szerkezetekben szinte kivétel nélkül található fertőzött elemek.

Egy vidéki városban megvizsgáltunk 25 darab, az 1930-as években épített tetőszerkezetet. Ezeknek 65%-a biológiai károsodást mutatott. A budapesti feltáró vizsgálatok azt mutatják, hogy a tetőszerkezetek 80-85%-ában van kisebb-nagyobb mértékű biológiai károsodás, elsősorban rovarfertőzés. A zárófödémek 95-98%-a szintén károsodott, itt azonban a gombafertőzés a gyakoribb. Természetesen, ez nem jelenti azt, hogy minden esetben szükséges a födémszerkezetek teljes cseréje. A felmérés eredményei azonban a javítás, pótlás szükségessége mellett a megfelelő faanyagvédelem alkalmazásának jelentőségét igazolják.

A faanyagvédelem az épületek karbantartásának szerves részét kell képezze.

Ez megfelelő védőszereket, technológiát igényel. Az utóbbi években a lakásépítés jellege részben megváltozott. A családház-építés azonban ma is az épülő lakások 50%-át képezi. Ezek többsége fa tetőszerkezettel épül, de már ritkábban alkalmazzák a fa födémeket. A faanyagvédelem hiánya, vagy a nem megfelelő védőszere és technológia alkalmazása az utóbbi 10 évben épült családházaknál is tapasztalható. Vizsgálataink során gyakran tapasztaljuk, hogy a kivitelezők nem tartják be a faanyagvédelmi intézkedéseket.

Ennek következményeként számtalan, viszonylag új /5-10 éves/ épületben a tetőszerkezet faanyagában nagymértékű biológiai - elsősorban rovar - fertőzés tapasztalható. A károsodások számát fokozza a szarufának, gerendának beépített kis keresztmetszetű, nagy szijácshányadu faanyag.

1.2 Padló- és falburkolatok károsodásai

A padlóburkolatok anyaga a családházak egy részében - mintegy harmadában - fenyő hajópadló, az igényesebbekben, valamint a többszintes lakó- és középületekben a parketta. A hajópadló többségében fenyőből, míg a parketta tölgy, cser, esetenként kőris, akác és bükkfából készült, vagy készül.

A falburkolatok anyaga leggyakrabban fenyő, tölgy, az utóbbi időben terjedőben van a farostlemez.

A burkolatok többségét védőkezelés nélkül építették be, a faanyagvédő szerek alkalmazása gyakorlatilag csak a közelmúltban kezdődött.

Lakóépületekben a padlóburkolatok károsodása a leggyakoribb; az üdülő- és hétvégi házaknál a padlóburkolat mellett a falburkolaton is sok esetben tapasztalunk biológiai károsodást. A károsodás lehetőségét a védőkezeletlen, vagy nem megfelelően védőkezelt faanyag, valamint az építéstechnikai hiányosságok okozzák. A károsodást kiváltó okok között a túl magas nedvességtartalmu burkolati anyagok lakkozását is meg kell említenünk.

A régebbi épületek károsítói zömmel a gombák /kb. 80%-ban/. Az újabb, öt évnél fiatalabb épületek padló- és falburkolatának károsítói közel fele-fele arányban oszlanak meg a gombák és rovarok között.

A leggyakrabban előforduló károsítók:

Az épületekben végzett vizsgálatok alkalmával minden esetben meghatároztuk a károsító gomba- és rovarfajokat. A faanyagvédelemmel foglalkozó szakembereknek a leggyakrabban előforduló károsítók felsorolása is tájékoztatót ad a károsodás jellegéről.

Tetőszerkezetekben

Rovarok:

- | | | |
|------------------------|---|----------------------------|
| házcincér | - | <i>Hylotrupes bajulus</i> |
| korongcincérek | - | <i>Callidium</i> fajok |
| közönséges kopogóbogár | - | <i>Anobium punctatum</i> |
| dacos kopogóbogár | - | <i>Dendrobium pertinax</i> |

Gombák:

- | | | |
|---------------------|---|---|
| fenyő lemezestaplók | - | <i>Gloeophyllum</i> fajok |
| pincegomba | - | <i>Coniophora cerebella</i> /beázásoknál/ |
| házi kéreggomba | - | <i>Poria vaporaria</i> csoport |

Födémekben

Rovarok:

- | | | |
|------------------------|---|----------------------------|
| közönséges kopogóbogár | - | <i>Anobium punctatum</i> |
| dacos kopogóbogár | - | <i>Dendrobium pertinax</i> |
| bányafabogár | - | <i>Rhyncolus culinaris</i> |

Gombák:

- | | | |
|---------------------|---|-----------------------------|
| fenyő lemezestaplók | - | <i>Gloeophyllum</i> fajok |
| pincegomba | - | <i>Coniophora cerebella</i> |
| könnyező házigomba | - | <i>Merulius lacrymans</i> |

Burkolatoknál

Rovarok:

- | | | |
|------------------------|---|---------------------------|
| közönséges kopogóbogár | - | <i>Anobium punctatum</i> |
| házcincér | - | <i>Hylotrupes bajulus</i> |
| szijácsbogár | - | <i>Lyctus linearis</i> |

Gombák:

- | | | |
|--------------------|---|--------------------------------|
| könnyező házigomba | - | <i>Merulius lacrymans</i> |
| pincegomba | - | <i>Coniophora cerebella</i> |
| házi kéreggomba | - | <i>Poria vaporaria</i> csoport |
| hasadtlemezü gomba | - | <i>Schizophyllum commune</i> |

2. A FAANYAGVÉDELEM JELENLEGI HELYZETE

2.1 Jogi helyzet

A faanyagvédelem jogi rendezésében fontos feladatot oldott meg az 1968-ban megjelent kormányrendelet és a *Faanyagvédelmi Szabályzat*, majd az azt követő új rendelet a faanyagvédő szerek engedélyezéséről és forgalmazásáról.

A *Faanyagvédelmi Szabályzat* összefoglalja a faanyagvédelem legfontosabb kérdéseit, megadja a kötelezően tartósítandó faanyagok jegyzékét. Előírja a fertőzések esetére szükséges megszüntető favédelmet. 1970-től folyamatosan átdolgozásra kerültek a faanyagvédelmi szabványok.

2.2 Védőszerfelhasználás

Az elmúlt tíz évben a legjelentősebb előrelépés a faanyagvédő szerek gyártása és választékbővítése területén volt.

Az építőipari faanyagvédelem céljára tíz évvel ezelőtt - nem tekintve a más célra használatos vegyszereket - csupán egy nátriumfluorid hatóanyagú szervesetlen sókeveréket gyártottak.

Az 1975-ös adatok szerint a négy különböző összetételű sókeverékből a felhasznált mennyiség mintegy 100 tonna volt. A jelenleg forgalomban levő sókeverékek közül kettő fluór-króm, egy réz-króm-bór bázisu, egy pedig égéskésleltető adalékot is tartalmazó, kombinált hatású sókeverék.

A sókeverékek mellett bevezetésre került két lazur típusú impregnáló védőszer is, melyekből az összes felhasználás meghaladta a 120 tonnát.

2.3 Védőkezelési technológiák

A kémiai védelem kivitelezését néhány jól felszerelt, erre a célra berendezett üzemet kivéve kézi vagy csak igen kis mértékben gépesített módszerekkel végzik. Az általános építőipari gyakorlat a sókeverékek vizes oldatának felvitelénél a bemártást, az oldószeres védőszereknél a mázolás vagy porlasztást alkalmazza.

3. FELADATOK A FAANYAGVÉDELEM MEGVALÓSÍTÁSÁHOZ AZ ÉPÍTŐIPARBAN

Az építőipar különböző területein a megelőző védelem hatásosságának biztosítására fontos feladat hárul a kutatásra. A félgyártmány, gyártmány beépítési helyének kitettségi viszonyait, az igénybevételeket figyelembe véve kell kiválasztani, ill. meghatározni a gazdaságosság követelményeit kielégítő védőszereket, védőszer mennyiségeket és egyéb fontos jellemzőket.

A tudományos eredményeket az ipar igényeinek megfelelően adaptálni kell. A gyakorlat számára olyan jól használható védőkezelési technológiákat kell kidolgozni, amelyek megfelelően illeszkednek az adott gyártástechnológiákba.

A tervezők és kivitelezők részére részletes szakmai tájékoztatást kell szervezni. Ennek formája tanfolyamok, előadások szervezése, szakmai kiadványok megjelentetése és nem utolsósorban az aktív tanácsadás lehet.

A rendeletek értelmében a faanyagok beépítéséhez már a tervezéshor elő kell írni a faanyagvédelmet. Feladat, hogy ez az előírás ne csak általános legyen, hanem az adott követelmény figyelembevételével jelölje meg a felhasználható védőszert, a szükséges védőszer fajlagos mennyiségét és a felhordás módját. A tervező a kémiai védelem mellett köteles a faanyagvédelmi szempontból is megfelelő szerkezetet és szigetelést is megválasztani, azaz biztosítani az építéstechnikai védelmet.

A védőszer gyártó üzemeknek is fel kell készülniük az építőipari technológiákba beilleszthető favédőszerek előállítására, a fokozódó mennyiségi igények kielégítésére.

A kivitelező vállalatoknál tovább kell fejleszteni a technikai feltételeket, és ki kell alakítani a megfelelően képzett szakmunkásgárdát.

Az építőipari faanyagvédelem megszervezésénél tisztán kell látnunk azt is, hogy a favédelem csak akkor lesz eredményes, ha a kutatás, tervezés, kivitelezés területén az érdekelt szakemberek együttműködése megteremthető.

VTR TIPUSÚ KÖRFŰRÉSZGÉPEN KELETKEZŐ FORGÁCSOK FORGÁCSLAPIPARI FELHASZNÁLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

VÁMOS RÓBERT

okl. gépészmérnök, tud. főmunkatárs

B E V E Z E T Ő

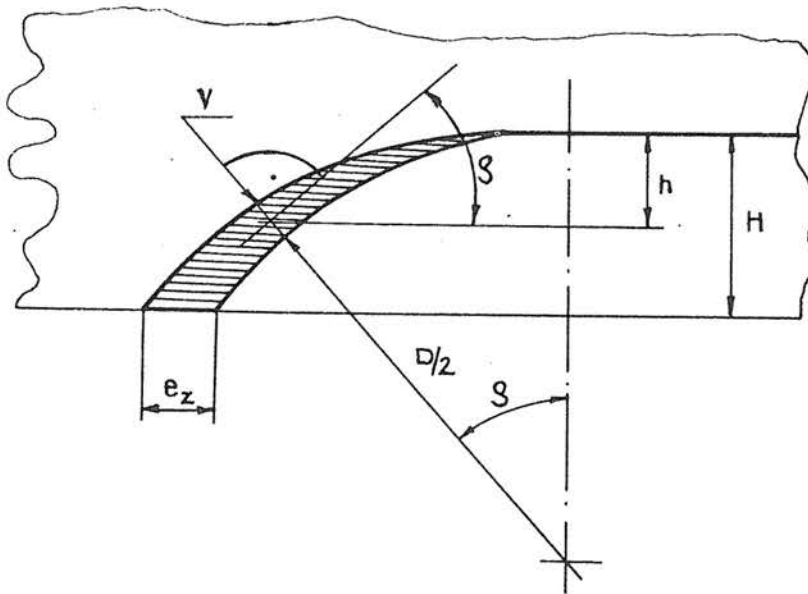
A MÉM által kezdeményezett, "Hazai lombos faanyag mechanikai és kémiai feldolgozásának fejlesztése" c. tárcaszintű kutatási feladat 1974. évi munkái keretében üzemi kísérletekkel vizsgáltuk a *Kralovopolska Strojirna /Brno, CSSZSZK/* által gyártott VTR-6 típusú körfűrészgép alkalmazásának főbb műszaki mutatóit /teljesítmény, kihozatal, méretpontosság, felületminőség stb./ a hazai természetű nemes nyár feldolgozása esetén. E vizsgálatokat - melyek kiterjedtek a prizmák szokványos, keretfűrészgépeken való felvágásakor kapott analóg mutatókra, s ezek alapján a kétféle feldolgozási módszer összehasonlítására is - a *Faipari Kutatások* 1976. évi kötetében megjelent közlemény ismerteti /*Arató I.-Dr. Szabó K.: Nyárfa prizmák kísérleti feldolgozása VTR körfűrészgéppel.*/

Az említett üzemelési és késztermék-jellemzőkön túlmenően a VTR gépek alkalmazása abban a tekintetben is jelentős - és lényegében a téma felvetését elsődlegesen motiváló - eltérést mutat a hagyományos feldolgozással szemben, hogy a vágásrésből származó forgácsok előnyösebb feltételek mellett hasznosíthatók a forgácslapgyártásban mint a fűrészpor. Ez a tény önmagában, a forgácsolás jellemzőiből adódóan, kézenfekvő és ismert. Ugyancsak ismertek egyes, ilyen irányban lefolytatott kísérletek /*Novotny, 1967.*/ tapasztalatai is.

A jelen közleményben ismertetett munkánk célja a VTR gépen előállított forgácsok felhasználására vonatkozó, általánosabb jellegű összefüggések pontosítása volt, elsősorban a Csehszlovákiában feldolgozottól /fenyő/ erősen eltérő, nemes nyár alapanyag sajátosságainak, valamint a hazai forgácslapipar adottságainak figyelembevételével.

1. A VTR TIP. KÖRFÜRÉSZGÉPEN ELŐÁLLITOTT FORGÁCSOK JELLEMZŐI

A prizmák VTR tip. gépen való felfürészelésekor a vágásrésből származó forgácsok alakí, ill. dimenzionális jellemzőire egyszerű uton következtethetünk a forgácsképzés geometriai viszonyai /lásd 1. ábra/ alapján.



1. ábra
A forgácsképzés geometriája

A VTR tip. gépen előállított forgácsok gyakorlatilag azonos /a fűrészfogak élhosszána megfelelő/ szélességűek, ivelték, vastagságuk - s egyben a rostátvágási szög - folytonos függvény szerint változik.

A forgácsoló él és az anyag viszonylagos elmozdulásának ciklois-pályáját - az előtolási és a forgácsolósebesség arányából adódóan, jó közelítéssel - körívnek tekintve, az ív hossza mentén a forgácsoló főmozgás és az előtolás iránya által bezárt /gyakorlatilag a rostátvágási/ szög a következő összefüggést követi:

$$\varphi = \arccos \frac{D - 2h}{D} ,$$

ahol

D = a körfűrész élkörátmérője, mm

h = az adott pont távolsága az élkör legbelső pontjához húzott érintőtől /lásd 1. ábra/, mm.

A rostátvágási szög maximuma:

$$\varphi_{\max.} = \arccos \frac{D - 2H}{D},$$

ahol

H = az egy fűrészhez tartozó fogásmélység, mm.

A forgácsvastagság a következő függvény szerint változik:

$$v = e_z \sin \varphi = e_z \frac{2\sqrt{Dh - h^2}}{D}, \quad /mm/$$

ahol

e_z = az egy fogra eső előtolás, mm.

A forgács legnagyobb vastagsága:

$$v_{\max.} = e_z \sin \varphi_{\max.} = e_z \frac{2\sqrt{DH - H^2}}{D} \quad /mm/.$$

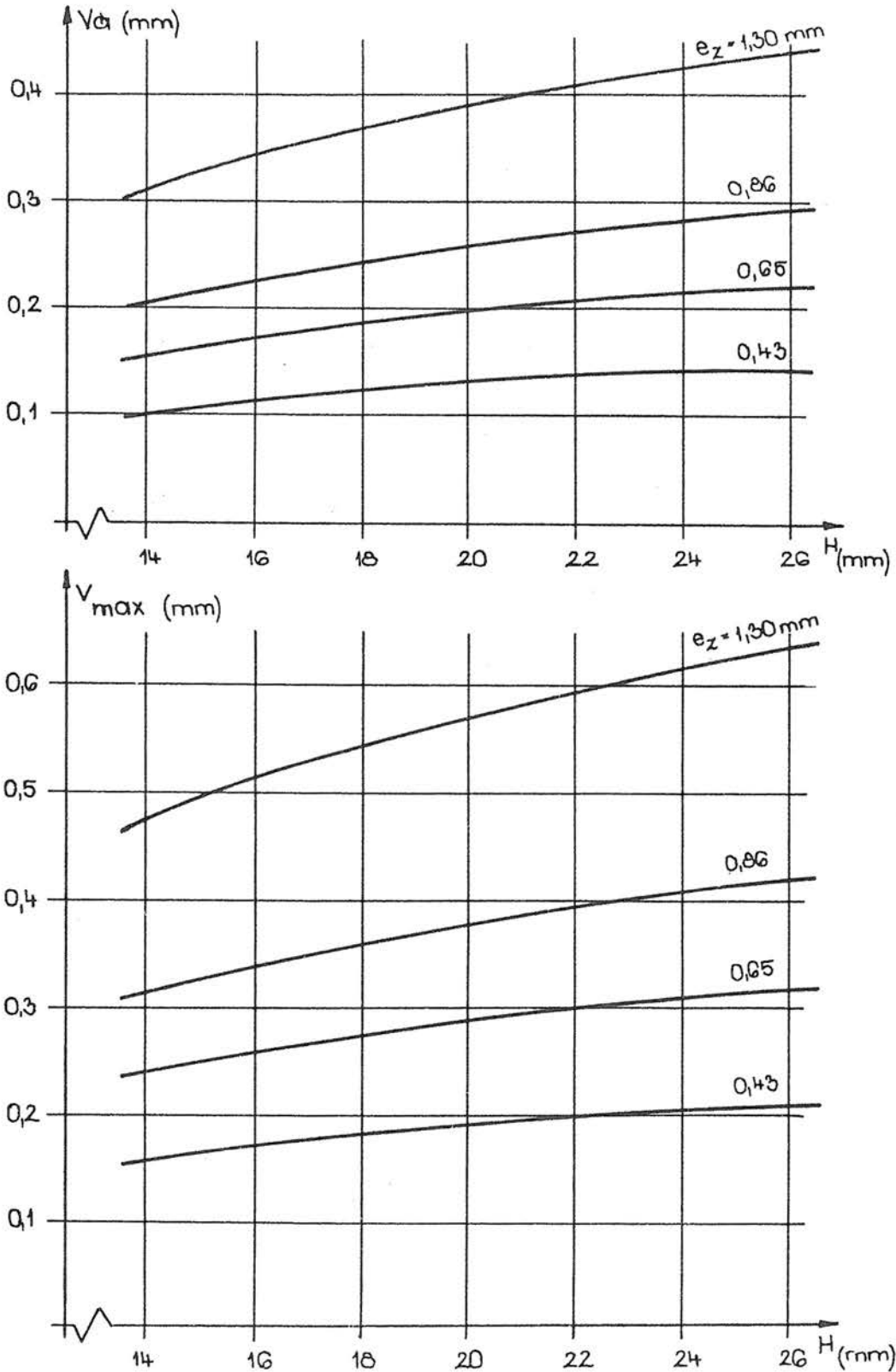
A közölt összefüggések alapján meghatározható a VTR tip. gépen adott forgácsolási paraméterek mellett képződő forgácshalmaz átlagos /tömeg szerint súlyozott/ vastagsága is:

$$v_{\bar{a}} = \frac{\int_0^H v e_z dh}{\int_0^H e_z dh} = \frac{\int_0^H v dh}{H} \quad /mm/.$$

h , ill. dh értékét a rostátvágási szög függvényében kifejezve, behelyettesítés, majd integrálás után a következő végképletet kapjuk:

$$v_{\bar{a}} = \frac{e_z D}{8H} \left(\frac{\varphi_{\max.} \pi}{90} - \sin 2 \varphi_{\max.} \right) \quad /mm/.$$

A vastagság átlagos és maximális értékét meghatározó összefüggéseket, a kísérleteinknél alkalmazott VTR-6 tip. gép esetében számításba vehető fogásmélység és az egy fogra eső előtolás értékeire, valamint $D = 400$ milliméteres élkörátmérőre vonatkoztatva, a 2. ábra nomogramjaival szemléltetjük.



2. ábra

Az átlagos és a maximális forgócsvastagság alakulása a fogásmélység függvényében, az egy fogra eső előtolás különböző értékei mellett /étkör-átmérő: $D = 1400$ mm/

A teljes forgács hosszának megfelelő ivhossz:

$$L = \frac{D \overline{\vartheta}}{360} \vartheta_{\max.} = \frac{D \overline{\vartheta}}{360} \arccos \frac{D - 2H}{D} \quad / \text{mm} /.$$

A következő fejezetben tárgyaltak szerint vizsgált forgácsok előállításának paramétereit $D = 400 \text{ mm}$, $H = 26 \text{ mm}$, $e_z = 0,43 \text{ mm}$ a közölt képletekbe helyettesítve, a következő forgácsjellemzőket kapjuk:

átlagos forgácsvastagság	$V_{\bar{a}}$	= 0,14 mm,
max. forgácsvastagság	$V_{\max.}$	= 0,21 mm,
max. rostátvágási szög	$\vartheta_{\max.}$	= 29,5°,
forgács hossz	L	= 103 mm.

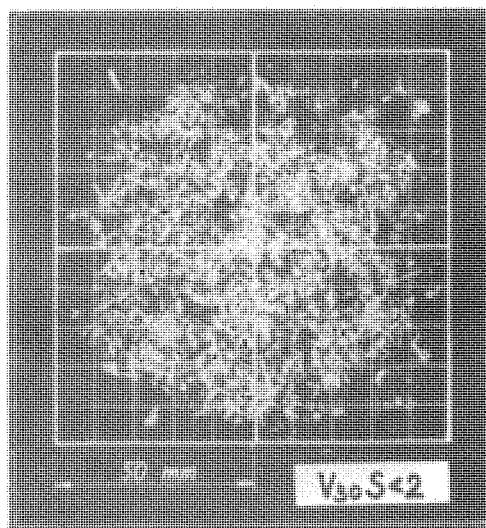
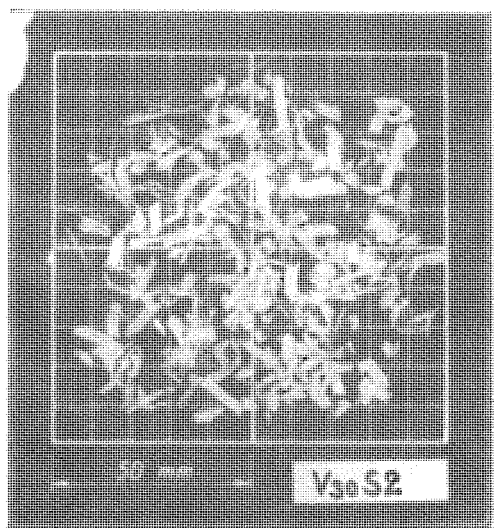
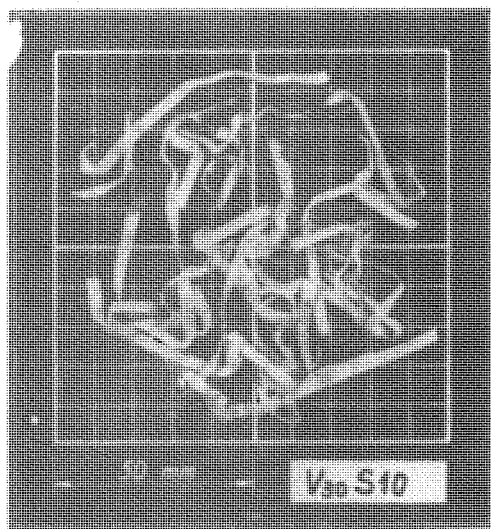
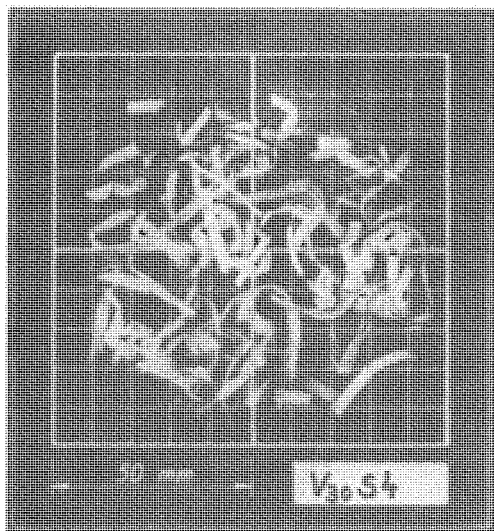
Az eddigi összefüggések meghatározásával a VTR tip. gépen előállított forgácsok számításba vehető fontosabb jellemzőit, s egyben a jellemzők és az azokat meghatározó tényezők közt fennálló kapcsolatokat kívántuk rögzíteni. A gyakorlatban természetesen kisebb-nagyobb eltérések mindenképpen adódnak az elméleti értékektől, s így az adott esetben, a fentebb közöltektől is. /Az eltérések elsődleges okai: a gép, a szerszám és a fűrészelt prizma által alkotott rendszer geometriai és működési pontatlanságai, valamint forgácsolás közben az anyag rugalmas és plasztikus deformációi, előhasadása stb./

A számított adatoktól való eltérés a legfeltűnőbb mértékben, egyszerű megtekintéssel is megállapíthatóan, a forgácsok hosszában jelentkezik.

A kísérletek során felhasznált forgácsok szitafrakcióiból vett mintákat a 3. ábrán szemléltetjük /lásd 64. oldal/. /A minták mellett S jelzéssel feltüntetett számok a megfelelő huzalszita lyukméreteket jelzik. Az alapanyagra és a forgácsolásra, valamint a frakcionálásra vonatkozó részletes adatokat a későbbiekben közöljük./

Méréseinkkel megállapítottuk, hogy a számított 103 milliméterrel szemben a teljes halmazból a *hosszu* elvileg nulla, gyakorlatilag 0,03 mm körüli minimális vastagságú forgácsok átlaghossza közelítőleg $L_1 = 47 \text{ mm}$. Ennek az ivhossznak $\vartheta_1 = 13,45$ fokos maximális rostátvágási szög felel meg. A forgácsok ennél nagyobb szög alatt vágott része tehát minden utóapritás nélkül, már a forgácsoláskor, s az azt követő szállítás során felaprózódott.

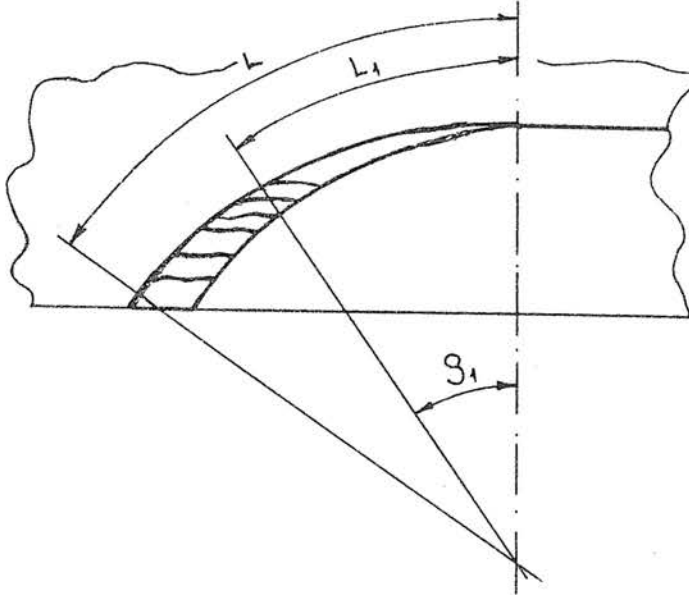
Fentiek szerint, az adott esetben a forgácsok egybefüggően maradt része a teljes hossz kb. 50 százalékát teszi ki. Ez azonban nem jelenti egyben a *hosszu* forgácsok mennyiségi részarányát is, miután a forgácsok



3. ábra

VTR tip. gépen előállított nemesnyár-forgácsok szitafrakciói

nagyobb rostátvágási szög alatt vágott /s így berepedésre, felaprózódásra hajlamosabb/ részei ugyanakkor vastagabbak is /lásd 4. ábra/.



4. ábra

A forgácsok berepedése, ill. törése

A rostátvágási szög közölt, $\vartheta_1 = 13,45$ fokos értékével mint kritikus értékkel számolva, az adott esetben az egybefüggően maradt forgácsok aránya a teljes mennyiséghez képest

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{H_1}{H} = \frac{D(1 - \cos \vartheta_1)}{2H} = 0,22.$$

Megállapítható, hogy a VTR tip. körfűrészgépen előállított forgácsok átlaghossza utóapritás nélkül is lényegesen kisebb a forgácsolás geometriai jellemzői alapján számíthatónál, s a forgácsok jelentős hányadát kis hosszúságú törmelékes frakció képezi. A vizsgált esetben ez a frakció az előbbi /s a szitaanalízis eredményeivel is alátámasztott/ számítás szerint az össz mennyiség 78 százalékát tette ki. Megjegyzendő, hogy a kísérleteink során felfűrészelt, friss döntésű nemes nyár gömbfa a forgácslapgyártásban feldolgozottak közül a leginkább plasztikus, berepedésre, felaprózódásra legkevésbé hajlamos anyag. Ridegebb alapanyagok esetében - hasonló forgácsolási paraméterek mellett - a forgácsok felaprózódása lényegesen nagyobb mértékű.

A forgácsok hossz méretével kapcsolatban leírtakból - a forgácslapgyártás követelményeinek figyelembevételével - következően:

a/ A VTR tip. gépen képződő forgácsok forgácslapipari felhasználásával kapcsolódó kérdéseket általánosságban tekintve, lényeges problémának minősül a nagy átlaghossz. Ismert ugyanis, hogy a forgácslapgyártásban alkalmazott utóapritó-típusok - rendeltetésüknek megfelelően - elsősorban a forgácsok szélességi méretének csökkentésére adnak lehetőséget /a hosszméretet az utóapritást megelőzően az aprító-, ill. forgácsolóberendezések már behatárolják/. A nemes nyár alapanyag feldolgozásával végzett kísérleteink alkalmával kapott forgácsok esetében a forgácsok hosszával, ill. a hossz szükséges csökkentésével kapcsolódó különösebb nehézségekkel a forgácslapipari feldolgozás során nem kell számolnunk. Ez az egy fogra eső előtolás /egyben az átlagos forgácsvastagság/ kísérleteink folyamán megfelelőnek bizonyult, igen alacsony értékéből adódik.

b/ Fenti - a forgácslapgyártás szempontjából előnyös - körülmény negatív oldala a már eleve adott, s az utóapritás során képződő törmelékfrakció nagy részaránya /lásd 2., 3./.

c/ A rostátvágási szög viszonylag magas, közel 30 fokig terjedő értékeiből adódóan a forgácsok alakiságának és az előállított lapok szilárdsági jellemzőinek kapcsolatára nem érvényesek az ismert /Klauditz és mások által rögzített/ összefüggések. A VTR tip. gépen előállított, adott átlagos karcsusági tényezőjű forgácsok a termékjellemzők alakulása szempontjából kisebb vagy nagyobb mértékben, de mindenképpen kedvezőtlenebbek, mint a forgácslapipari /késtengelyes, késfejes stb./ gépeken előállított - a C forgácsolási főirányban vágott - azonos alakiságú célforgácsok.

A VTR tip. gépen végzett kísérletek során kapott forgácsok szélessége /3,6 milliméteres résbőség mellett/: $b = 3,25$ mm.

Az előző adattal, valamint a szitaanalízis később közölt eredményeivel bezárólag, a vizsgált forgácsok mindazon lényeges jellemzőit rögzítettük, melyek a forgácsok továbbfeldolgozása /utóapritása/ nélkül, érdemleges mérésekkel meghatározhatók.

A vastagság, valamint a hossz szerinti eloszlás, s az alakiság kellő megbízhatóságu mérését /egyedi méretmeghatározásokkal/ a forgácsok rendkívül labilis, a legkisebb mechanikai igénybevételre is csökkenő hossza, s a hossz mentén tág határok közt változó vastagsága gátolta, míg a légsodrásos osztályozással való vizsgálatot egyrészt ugyancsak a változó vastagság, másrészt a forgácsok erős filcelődése, összetapadása.

A forgácsok említett jellemzőire nézve a következő fejezetben ismertetett vizsgálataink szolgáltatottak eredményeket.

2. A FORGÁCSOK UTÓAPRÍTÁSÁVAL ÉS OSZTÁLYOZÁSÁVAL VÉGZETT VIZSGÁLATOK

2.1 Kiinduló adatok

A feldolgozott alapanyag jellemzői

Fafaj:	Olasznyár /P. I-214/
Nedvességtartalom	
a forgácsoláskor	110-130%
átlag	120%
a vizsgálatok során	6,7-8,1%
átlag	7,1%

A forgácsok még a feldolgozási kísérletek helyszínén rövid idejű, természetes előszáritásra, majd - Intézetünkbe szállításukat közvetlenül követően - a jelzett nedvességtartalom körüli értékig leszáritásra kerültek, s a vizsgálatok időpontjáig kondicionált helységben tároltak.

A forgácsolás jellemzői

Géptípus	VTR-6
Körfűrészek száma	6
Körfűrészek átmérője	400 mm
Körfűrészek fogszáma	24 mm
Fogásmélység	26 mm

A kísérletek során a forgácsolás minden esetben közvetlenül szerszámcserét követően, azaz éles, ill. munkaéles fűrészekkel történt. Az alkalmazott szerszám-fordulatszám, ill. előtolósebesség szerint kétféle forgácsminta került vizsgálatra:

forgács jele	V_{15}	V_{30}
fordulatszám, perc ⁻¹	1440	2890
előtolósebesség m/perc	15	30

Ezekből az adatokból megállapíthatóan, a forgácsoló- és az előtolósebesség aránya mindkét esetben azonos, s így /miután a fogszám is azonos/ mindkét esetben az

egy fogra eső előtolás 0,43 mm.

A forgácsok előállításának további, itt nem közölt paramétereit a bevezetőben már hivatkozott tanulmány tartalmazza.

2.2 Utóapritás

A jelen pontban ismertetett kísérletekkel kapcsolatban mindenekelőtt megállapítandó, hogy a vizsgált, s a hasonló jellemzőjű forgácsok számításba vehető forgácslapipari felhasználási módozatainak esetében az utóapritás feltétlenül részét - és pedig első műveletét - kell, hogy képezze a feldolgozásnak.

Ennek elsődleges indoka az, hogy a forgácsok jelentős - a korábbiak szerint, kb. 25 százalékot kitevő - részének hossza a középrétegben megengedhető is meghaladja. Ugyanakkor az adott alacsony átlagvastagság elsősorban a fedőrétegben való felhasználásra predesztinálja a vizsgált forgácsokat. /Az, hogy a vékony, finom és kéregmentes forgácsok a fedőrétegbe kerüljenek, háromrétegű lapok gyártásakor kívánatos, míg az un. sokrétegű, légsodrásos terítésű lapok esetében egyben elkerülhetetlen is./

Az utóapritás mellett szól másrészt az is, hogy a hosszú, erős görbületű forgácsok filcelődése mind a szita-, mind a légsodrásos osztályozást gátolja, s minőségi hibákra vezethet a kötőanyagfelhordásnál és a terítésnél.

A VTR tip. gépen képződő forgácsok utóapritására számításba vehetők a forgácslapiparban elterjedten alkalmazott, egyszerű kalapácsos vagy késes őrlők. A forgácslapipari utóapritók említetteknél lényegesen kisebb szemcseméretet biztosító csoportjára /un. finomőrlők, rostosítók/ a jelen téma kapcsán nem térünk ki.

Annak megállapításán túlmenően, hogy a VTR-6 tip. gépen végzett kísérleteink során előállított vékony nyárforgácsok - méreteiket és strukturájukat tekintve - alkalmasnak minősíthetők finom /mikro/ forgács fedőrétegű lapok gyártásában való felhasználásra, a kérdés behatóbb vizsgálatát nem tartottuk indokoltnak. A hazai forgácslapipar ugyanis jelenleg nem gyárt ilyen típusu lapokat, de ha ezek gyártására a későbbiekben sor is kerülne, a szokványos technológia alapulvételével végzett vizsgálataink következtései az ilyen irányu felhasználás lehetőségeire nézve is információt nyújtanának.

Laboratóriumi vizsgálataink keretében kalapácsos őrlővel végeztünk kísérleteket abból kiindulva, hogy ha ilyen típusu őrlővel megfelelő eredményt sikerül elérni, az egyéb típusok alkalmazhatóságára vonatkozó vizsgálatok szükségtelenek. Ismert ugyanis, hogy a kalapácsos őrlők a forgácslapipari utóapritók közül a legegyszerűbbek /és legolcsóbbak/ s egyben a legüzembiztosabbak is, miután legkevésbé érzékenyek a terhelésingadozásokkal s - ami az adott esetben igen lényeges - a beadagolt forgácsok filcelődésével szemben.

A kísérleteinknél alkalmazott kalapácsos őrlő főbb jellemző:

belső átmérő	600 mm
munkaszélesség	250 mm
kalapácsok száma	4x6
kalapácsok vastagsága	10 mm
alkalmazott fordulatszámok	1335 és 2940/min
alkalmazott szitabetét- lyukméretek	12x12 és 12x30 mm

A fordulatszám és a szitalyukméret két-két variánsa mellett a kalapácsok elrendezésének két változatát alkalmaztuk: a 4 tengelyen felfüggesztett 6-6 kalapácsot soronként azonos síkokban rendezve/ K_1 /, valamint a szomszédos tengelyeken levő kalapácsokat egymástól fél osztásra eltolva/ K_2 /, azaz a kalapácsok az előbbi esetben 6, az utóbbiban 12 síkban működtek.

A feldolgozott forgács 2.1 pontban, valamint az utóapritás előzőekben közölt változatai szerint lefolytatott kísérleteink adatait az 1. táblázatban összesítettük.

1. táblázat

Az utóapritási kísérlet variánsai

Forgács jele	V_{15}	V_{30}	V_{30}	V_{15}	V_{15}	V_{30}
Fordulatszám, perc ⁻¹	2940	2940	2940	2940	1335	1335
Szitalyukméret, mm	12x30	12x30	12x12	12x12	12x12	12x12
Kalapács-elrendezés	K_2	K_2	K_2	K_1	K_1	K_1
Kapott anyag jele	A_1	A_2	B	C	D_1	D_2

A kísérletek eredményeire és ezek értékelésére /az utóapritás különböző variánsai szerint előállított anyagok itt közölt jelöléseit a továbbiakban is alkalmazva/ a következő pontokban térünk ki.

2.3 Szitaosztályozás

A szitaosztályozást két lépcsőben,

- 10, 7, 4 és 2 milliméteres, négyzetes lyukméretű huzalszita-betétekkel /egyidejűleg 2-2 betéttel/ működtetett, 450x1030 mm aktív felületű vibrációs szitán, valamint az itt kapott 2 mm alatti frakció további osztályozását

- 1,40, 1,00, 0,63, 0,32 és 0,10 milliméteres labor /MIM/ szita-
soron végeztük.

A kapott eredmények közzétételét megelőzően röviden ki kell térnünk a V_{15} és V_{30} jelű forgácsok feldolgozásával végzett kísérletek tapasztalataira. A két anyag előállításának paraméterei - mint ezt a 2.1 pontban leírtuk - a forgácsképzés geometriája szempontjából azonosak voltak, s így a forgács-jellemzők eltérései /az alapanyag-jellemzők szórásától és egyéb hibaforrásoktól eltekintve/ csak a forgácsolósebességek közötti különbségből adódhattak.

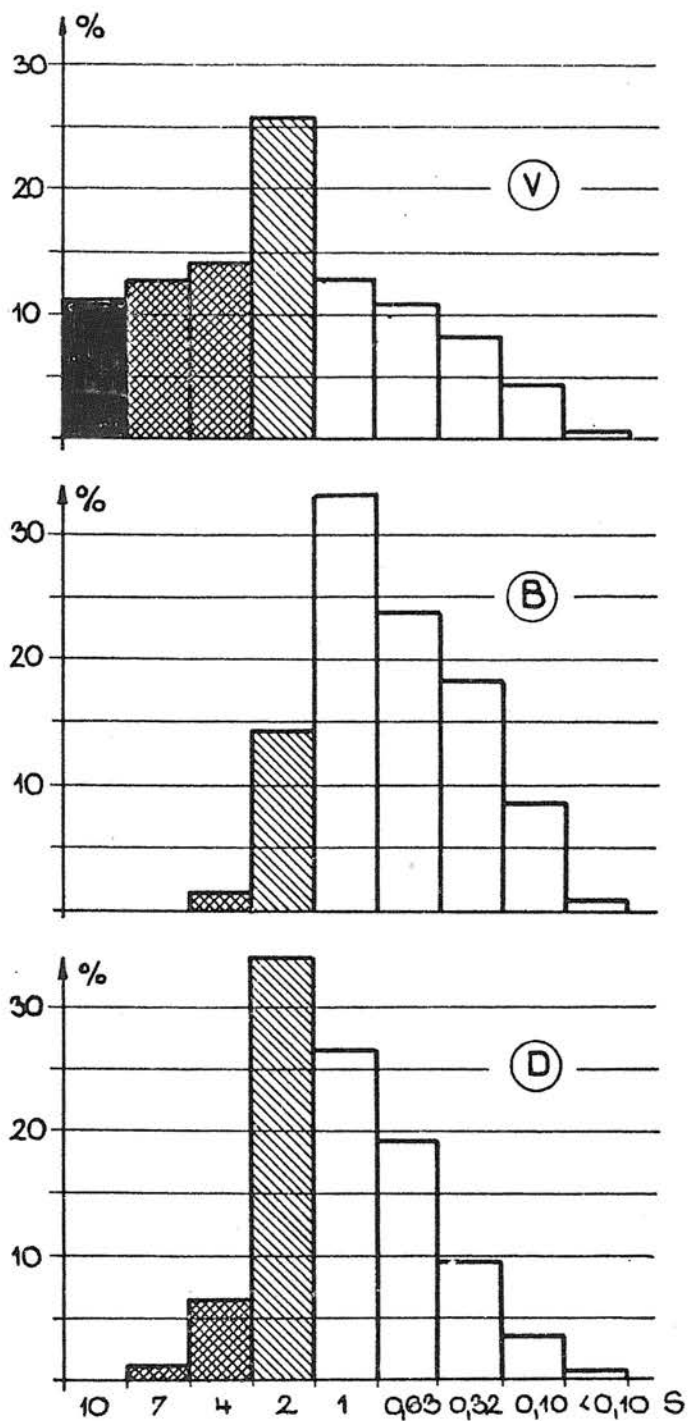
Az említettekre való tekintettel a V_{15} és a V_{30} jelű forgácsok utóapritási kísérleteit, majd az ezeket követő szita- és légsodrásos frakcionálást külön-külön folytattuk le. A két anyag vizsgálatával /A és D jelű sorozat/ kapott eredmények számottevő és tendenciózus eltérést nem mutattak, azaz - az alapanyag és a forgácsolás adott paraméterei mellett - a forgácsolósebesség értéke önmagában nem volt egyértelműen kimutatható hatással a forgácsjellemzőkre. A továbbiakban ezért a kétféle anyaggal kapott - csekély, 5 százalékos meg nem haladó eltéréseket mutató - eredményeket átlagolva, az egyes halmazok betűjelénél alkalmazott megkülönböztető indexek elhagyásával közöljük. /A forgácslapok későbbiekben leírtak szerinti kísérleti előállításához a V_{15} és V_{30} jelű forgácsokat keverten, egységes anyagként dolgoztuk és használtuk fel./

Az elvégzett szitaanalízisek eredményeit a 2. és 3. táblázatban összesítettük. Az utóbbi táblázatban mind a laborszitán vizsgált /2 mm alatti/, mind a teljes anyagmennyiségre vonatkoztatott százalékos értékeket /f és e/ közöljük. Az utóapritott, A-D jelű anyagok mellett, mindkét táblázatban feltüntetjük a V jelű forgácsok szitaanalízisének eredményeit is.

2. táblázat

Vibrációs szitán kapott frakciók, %

Anyag jele	V	A	B	C	D
S' 10	11,1	-	-	-	-
S 7	12,7	0,2	0,1	-	1,0
S 4	14,2	2,4	1,4	2,4	6,3
S 2	25,6	16,0	14,3	18,5	34,0
S < 2	36,4	81,4	84,2	79,1	58,7
Összesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0



5. ábra
Szitafrakciók szerinti eloszlások

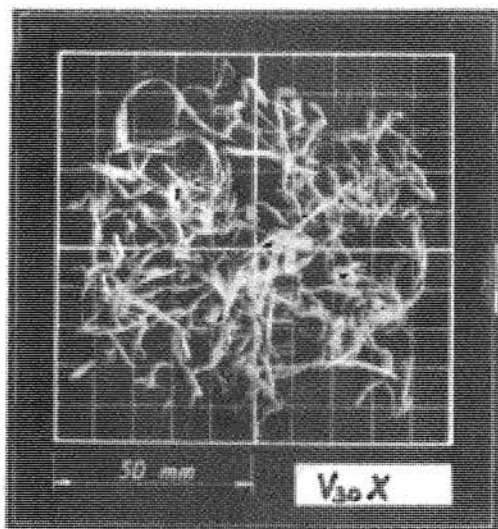
3. táblázat

Laborszita-frakciók, %

Anyag jele	V		A		B		C		D	
	f	e	f	e	f	e	f	e	f	e
S 1,40	15,0	5,5	7,4	6,0	18,2	15,3	7,9	6,3	17,8	10,5
S 1,00	19,8	7,2	15,3	12,5	21,1	17,8	21,0	16,6	27,0	15,8
S 0,63	29,8	10,8	35,3	28,7	28,3	23,8	39,0	30,8	32,6	19,2
S 0,32	22,3	8,1	28,1	22,9	21,8	18,4	23,0	18,2	16,0	9,4
S 0,10	11,9	4,3	12,7	10,3	9,9	8,3	8,4	6,6	5,9	3,5
S < 0,10	1,2	0,4	1,2	1,0	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,4
Összesen	100,0	36,4	100,0	81,4	100,0	84,2	100,0	79,1	100,0	58,7

A kapott eredmények szemléletesebbé tétele céljából, a 2. és 3. táblázat értékeinek együttes feltüntetésével az 5. ábrán közöljük a V jelű forgácsok, valamint /a 2.6 pontban leírt értékelésnek megfelelően, a vizsgált utóapritási módozatok szélsőséges eseteit reprezentáló/ B és D jelű anyagok szitafrakciók szerinti eloszlásképeit.

Jelen pont keretében még egy *szitafrakcióra*, a kalapácsos őrlő szitabetétjein fennmaradó forgácsokra /lásd 6. ábra/ kívánunk kitérni. E vékony /0,04 mm körüli vastagságú/, hánccszerű forgácsok felrakódását a szitabetét nyílásainak élére a vizsgált utóapritási variánsok mindegyikénél közel



6. ábra

Az őrlőben visszamaradó forgácsok

azonos mértékben tapasztaltuk. Az így visszamaradó mennyiség igen csekély, s adott határon túl - feltehetően a felrakódó anyag meg-megismétlődő lesodródásából adódóan - nagyobb mennyiségű forgács őrlésekor sem növekszik. A vázolt jelenség tehát nem vezet üzemzavarokra az őrléskor, de mindenesetre önmagában is az utóapritott anyag szitaosztályozásának szükségességére utal a forgácslapipari feldolgozás során.

2.4 Légsodrásos osztályozás

Az A-D variánsok szerint utóapritott anyagok légsodrásos osztályozásával végzett vizsgálataink a főfeladat keretében már korábban lefolytatott analóg vizsgálatok /2. téma/ metodikáját követték.

Az alkalmazott osztályozóberendezés főbb műszaki adatai:

munkaszélesség	270 mm,
ejtési magasság	900 mm,
osztályozási hossz	3600 mm /30x120 mm/,
légssebesség	1,6 m/sec.

A légsodrásos osztályozást a 2.3 pont szerint kapott /4, ill. 7 és 2 mm feletti, valamint 2 mm alatti/ szitafrakcióként végeztük. Így a légsodrásos osztályozással meghatározott - azaz döntően vastagság szerinti - eloszlásokon belül rögzíthetővé vált az egyes légsodrásos frakciók szemcsenagyság - lényegében a felület - szerinti, ill. az egyes szitafrakciók vastagság szerinti összetétele.

A vizsgálatok eredményeit a 4. táblázatban összesítettük. A légsodrásos frakciók jelölése az osztályozási hossz mentén elhelyezett 120 milliméteres rekeszek - 1-től 30-ig terjedő, az osztályozó légáram mozgásának irányában növekvő - sorszámának felel meg.

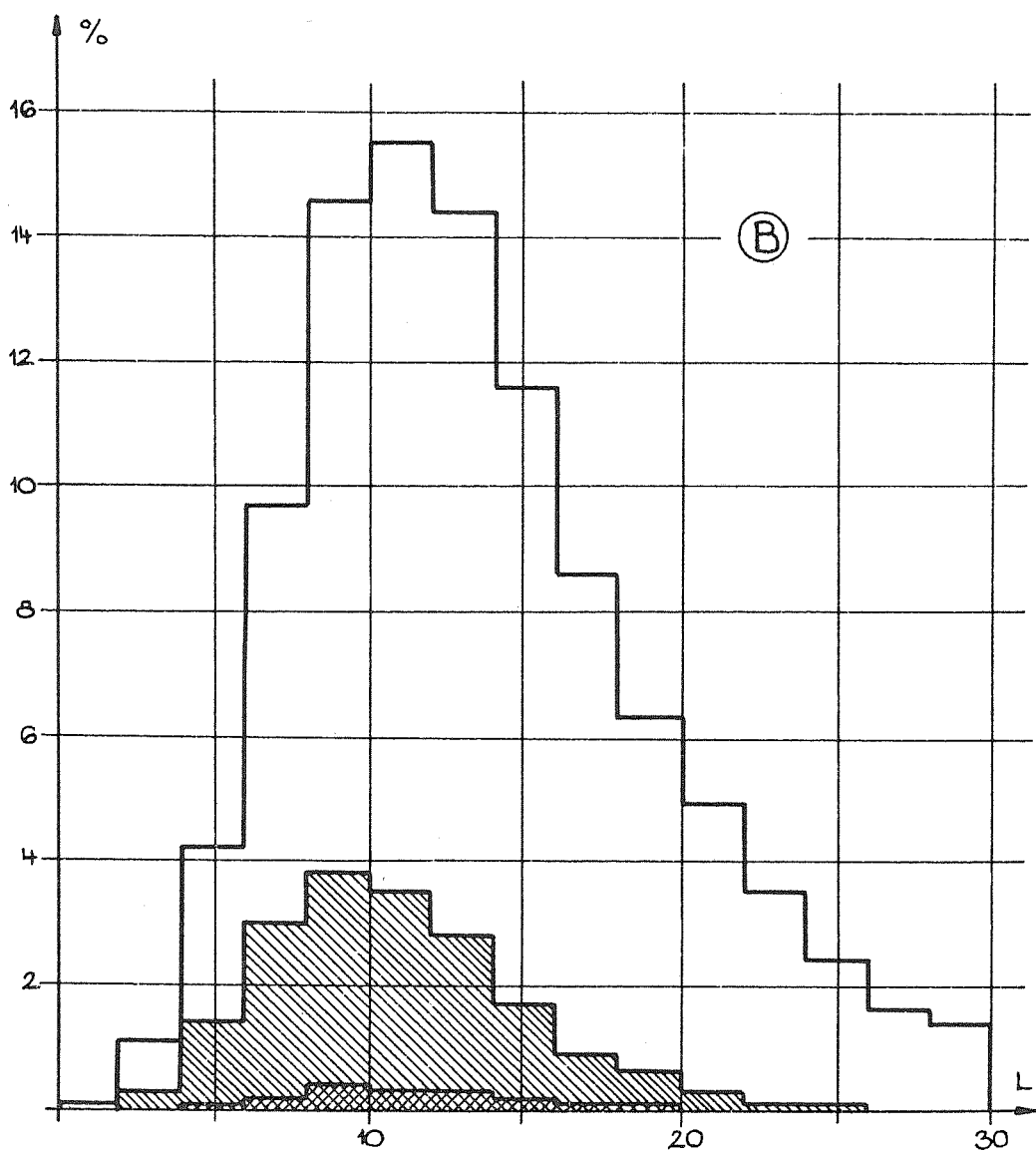
A táblázat adatainak megfelelően, a B és D jelű anyagok légsodrásos frakcionálással kapott vastagság szerinti eloszlásképét - az egyes szitafrakcióknak az 5. ábra oszlopdiagramjainál alkalmazott azonos jelölésével - a 7. és 8. ábrán közöljük. Az utóbbi ábrán a repülési távolság /a frakciók sorszámának/ koordinátájával párhuzamosan feltüntettük a megfelelő - az osztályozás 2.5 pont szerinti kalibrálásával meghatározott - forgácsvastagság-skálát is.

A D jelű anyag 2 mm feletti szitafrakcióinak jellemző légsodrásos frakcióiból /L 4, 10, 20 és 26/ vett mintákat a 9. ábrán mutatjuk be.

4. táblázat

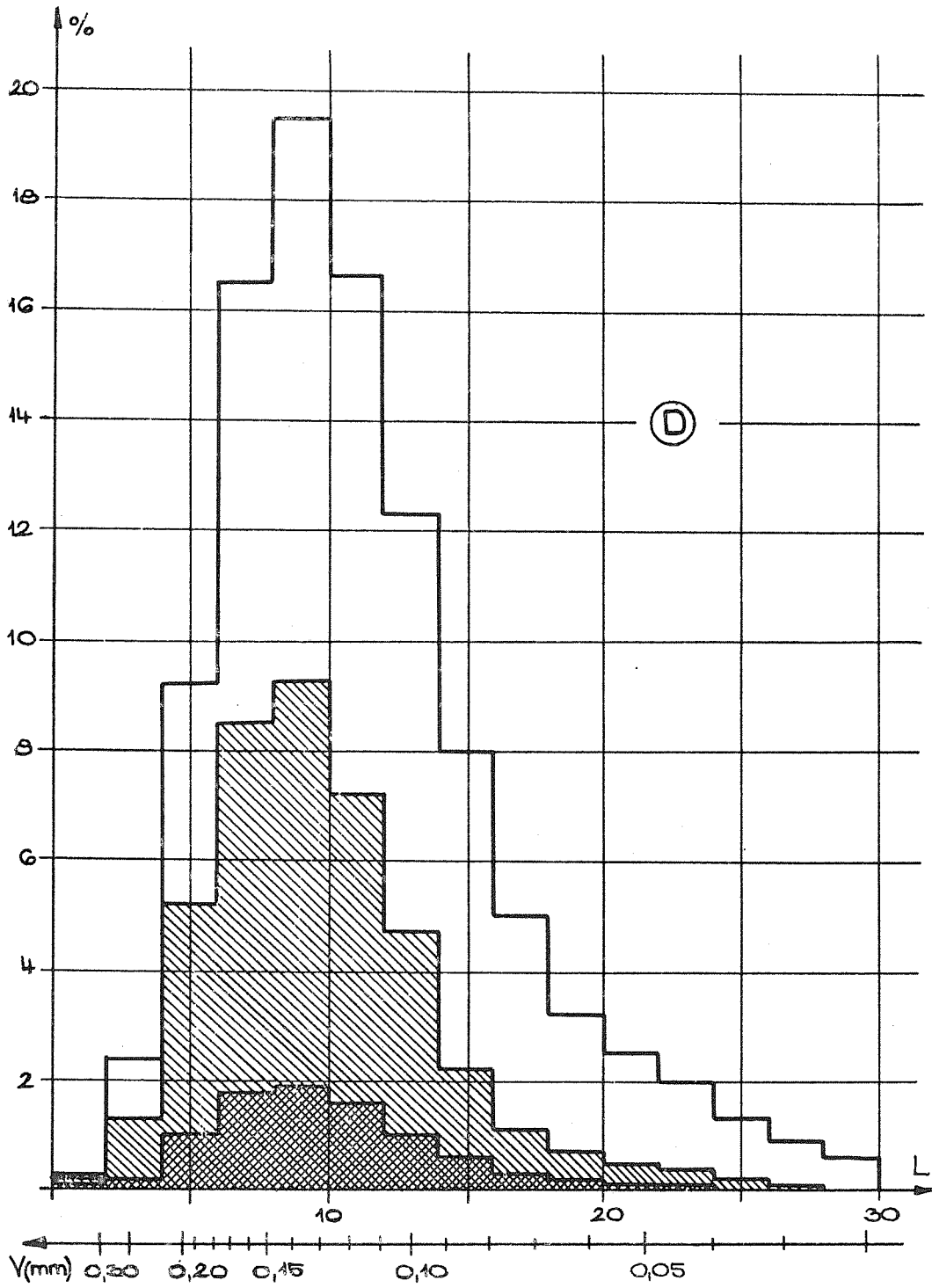
Légsodrásos frakciók

Anyag jele	A				B				C				D			
	S 4	S 2	S<2	Össz.	S 4	S 2	S<2	Össz.	S 4	S 2	S<2	Össz.	S 4	S 2	S<2	Össz.
L 1- 2	-	0,1	0,1	0,2	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,3
L 3- 4	0,1	0,7	0,9	1,7	-	0,3	0,8	1,1	-	1,1	1,0	2,1	0,2	1,1	1,1	2,4
L 5- 6	0,3	2,5	1,6	4,4	0,1	1,3	2,8	4,2	0,2	3,2	4,0	7,4	1,0	4,2	4,0	9,2
L 7- 8	0,7	3,7	9,3	13,7	0,2	2,8	6,7	9,7	0,5	4,1	8,9	13,5	1,8	6,7	8,0	16,5
L 9-10	0,7	3,8	12,8	17,3	0,4	3,4	10,8	14,6	0,6	5,1	13,0	18,7	1,9	7,4	10,1	19,5
L 11-12	0,5	2,8	12,8	16,2	0,3	3,2	12,0	15,5	0,5	3,5	12,7	16,7	1,6	5,6	9,4	16,6
L 13-14	0,3	1,8	11,6	13,7	0,3	2,5	11,7	14,4	0,3	1,9	10,7	13,0	1,0	3,7	7,6	12,3
L 15-16	0,2	0,9	8,7	9,9	0,2	1,5	9,9	11,6	0,2	1,0	7,4	8,7	0,6	1,6	5,8	8,0
L 17-18	0,1	0,4	6,3	6,9	0,1	0,8	7,7	8,6	0,1	0,5	5,6	6,3	0,3	0,8	3,8	5,0
L 19-20	-	0,2	4,7	4,9	0,1	0,5	5,8	6,3	0,1	0,3	4,2	4,6	0,2	0,5	2,5	3,2
L 21-22	-	0,1	3,6	3,8	-	0,3	4,6	4,9	-	0,2	3,1	3,3	0,1	0,4	2,0	2,5
L 23-24	-	0,1	2,7	2,8	-	0,1	3,3	3,5	-	0,2	2,1	2,3	0,1	0,3	1,6	2,0
L 25-26	-	-	1,8	1,8	-	0,1	2,3	2,4	-	0,1	1,4	1,5	-	0,2	1,1	1,3
L 27-28	-	-	1,3	1,3	-	-	1,6	1,6	-	-	1,1	1,1	-	0,1	0,8	0,9
L 29-30	-	-	0,9	1,0	-	-	1,4	1,4	-	-	0,8	0,8	-	-	0,6	0,6
Összesen	2,9	17,1	80,0	100,0	1,7	16,7	81,6	100,0	2,7	2,1	76,2	100,0	8,8	32,6	58,6	100,0



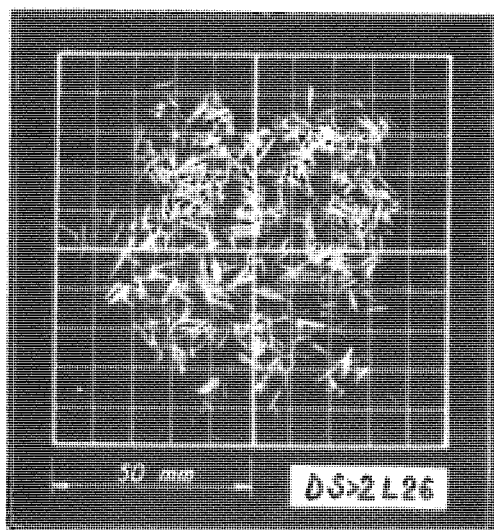
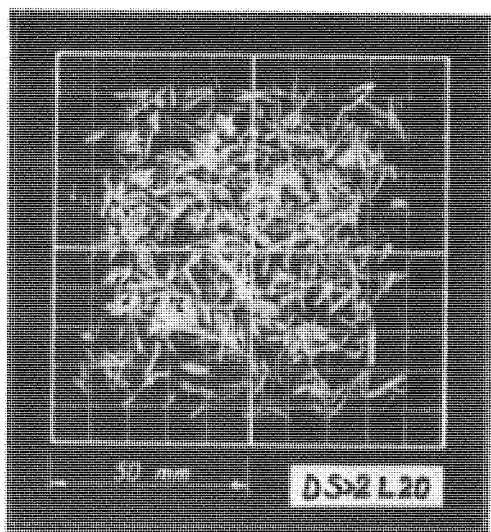
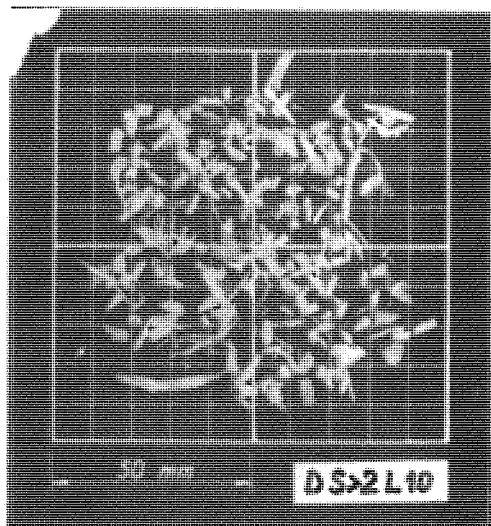
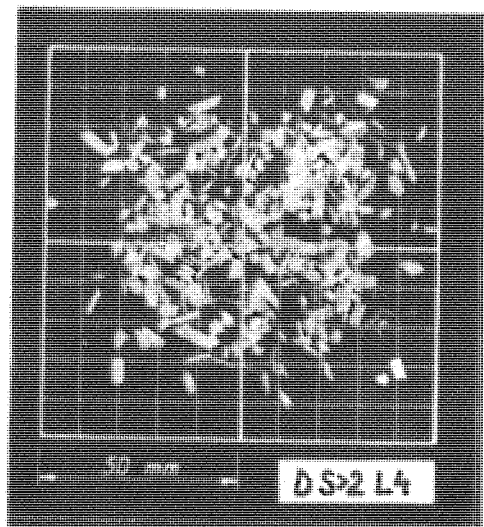
7. ábra

B jelű anyag légsodrásos frakciók szerinti eloszlása



8. ábra

D jelű anyag légsodrásos frakciók szerinti eloszlása



9. ábra
D jelű anyag 2 mm feletti jellemző légsodrásos frakciói

2.5 Az utóapritott forgácsok átlagvastagsága, hossza és alakisága

A cím szerinti jellemzőket az előző pontokban leírt vizsgálati eredmények, s egyben a kapott különböző szita- és légsodrásos frakciókat alkotó forgácsokból vett minták felhasználásával, a szemcsék egyedi méretmeghatározásával vizsgáltuk.

A vastagságértékek mérésére 0,01 mm osztású mérőórát, a hossz meghatározásához 1 milliméteres négyzethálós beosztású alátétlapot használtunk.

A vizsgált anyagok vastagság szerinti eloszlását lényegében már a légsodrásos frakcionálás közölt eredményei tükrözik. Ezek számszerű vastagságértékekben való kifejezése végett el kellett végeznünk az osztályozás /adott anyagra vonatkozó/ kalibrálását, azaz a frakciók sorszáma és a megfelelő frakciókba tartozó halmazok átlagvastagsága közötti összefüggés meghatározását.

A kalibrálás során kétféle /az A és D jelű/ anyag 2 mm feletti és 2 mm alatti szitafrakciónak öt /L 4, 6, 10, 20 és 26/ jellemző légsodrásos frakcióját alkotó szemcsék tömeg szerint súlyozott átlagvastagságát határoztuk meg. A kapott 5-5 érték alapján a repülési távolság teljes tartományára érvényes kalibrálási görbéket kaptunk. Ezek felhasználásával meghatározhatóvá vált a vizsgált minták, ill. azok különböző szitafrakciónak átlagvastagsága, a következő képlet szerint

$$V_{\bar{a}} = \frac{\sum V_L G_L}{\sum G_L} \quad /mm/,$$

ahol

V_L = az egyes légsodrásos frakciók átlagvastagsága, mm,

G_L = az egyes légsodrásos frakciók mennyisége, %.

A vizsgált anyagok 2 milliméteres szitafrakció feletti részének, valamint teljes mennyiségének a közöltek szerint meghatározott átlagvastagságértékeit az 5. táblázatban összesítettük.

5. táblázat

Átlagvastagságok, mm

Anyag jele	A	B	C	D
2 mm feletti frakciók	0,167	0,147	0,164	0,161
Teljes halmaz	1,109	1,101	0,114	0,121

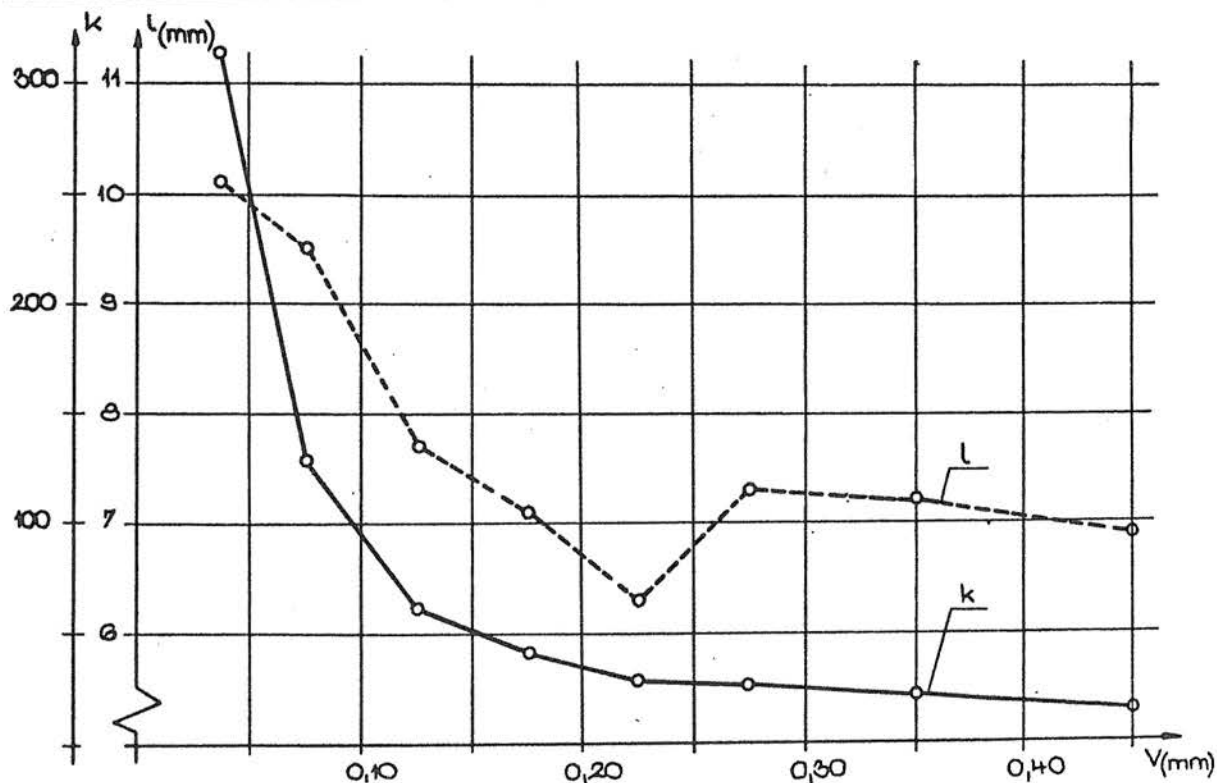
A forgácsok hosszának, s egyben a hossz és a vastagság kapcsolatának meghatározását a - 2.6 pontban közölt értékelés szerint a forgácslapipari felhasználás szempontjából leginkább kedvező - D jelű anyag 2 mm feletti szitafrakcióira vonatkozóan végeztük el. Ennek során a vizsgált halmazt /0,05 milliméteres lépcsőkben/ 8 vastagság szerinti részre osztottuk fel, majd az egyes vastagságtartományokba tartozó forgácsokat hosszuk szerint további 10 csoportba /1,5, 3,0, 5,0, 7,5, 10,5, 14,0, 18,0, 22,5, 27,5 és 35,0 milliméteres átlaghossz/ válogattuk. Az egyes vastagságtartományokba eső forgácsok átlaghosszát az előzőhöz hasonló képlettel, azaz a tízféle hosszértékhez tartozó mennyiségek szerint súlyozva határoztuk meg.

Az így kapott átlaghosszakat a megfelelő átlagvastagság-értékekkel osztva a karcsusági tényezőket kapjuk. Vizsgálataink eredményeit a 6. táblázatban, s egyben - a forgácsok vastagságának /V/ és hosszának /L/, ill. karcsusági tényezőjének /k/ kapcsolatát jól tükröző - 10. ábrán közöljük.

6. táblázat

A forgácsok hossza és alakisága

V mm	0,035	0,075	0,125	0,175	0,225	0,275	0,350	0,450
L mm	10,1	9,5	7,7	7,1	6,3	7,3	7,2	6,9
k	312	127	61	40	28	26	21	15



10. ábra

A forgácsok hosszának /L/ és karcsusági tényezőjének /k/ alakulása a vastagság /v/ függvényében

Megállapítható, hogy az ábrázolt függvénykapcsolat jellege merőben eltér a forgácslapipari célforgácsok analóg vizsgálatainak tapasztalataitól. Az, hogy az adott esetben a vastagabb forgácsok egyben rövidebbek is, a rostátvágási szög és a vastagság korábbiakban már tárgyalt összefüggéséből adódik. A görbék meredekségének fokozatos csökkenése azzal magyarázható, hogy a rostátvágási szög növekedéséből származó szilárdságcsökkenést /s így a forgácsok felaprózódásra való hajlamát/ a vastagság egyidejű növekedése kompenzálja. A közölt méréseredmények felhasználásával, a teljes halmaz átlaghosszát és átlagos karcsusági tényezőjét a következő képletekkel határozzuk meg:

$$L_{\bar{a}} = \frac{\Sigma G_V L_V}{\Sigma G_V} \quad /mm/,$$

$$k_{\bar{a}} = \frac{\Sigma G_V k_V}{\Sigma G_V},$$

ahol

G_V = az adott vastagságú forgácsok mennyisége, mm,

L_V = az adott vastagságú forgácsok átlaghossza, mm,

k_V = az adott vastagságú forgácsok karcsusági tényezője.

A 6. táblázat értékeinek behelyettesítésével, a teljes halmaz

átlaghossza	$L_{\bar{a}} = 7,5 \text{ mm},$
átlagos karcsusági tényezője	$k_{\bar{a}} = 58,2.$

Az átlagos karcsusági tényező oly módon is számítható, hogy a fenti átlaghossz és a korábban már meghatározott /tömeg szerint súlyozott/ átlagvastagság hányadosát képezzük:

$$k_{\bar{a}1} = \frac{L_{\bar{a}}}{V_{\bar{a}}} = \frac{7,5}{0,161} = 46,5.$$

A kapott érték erősen /20,2 százalékkal/ eltér az előbb számítottól. Ez az eltérés megfelel a főfeladat 2.1 témája keretében 1971-ben szerzett tapasztalatainknak. Hivatkozott vizsgálataink során hasonló esetekben, hasonló előjelű és mértékű /18,2-től 23,8 százalékig terjedő/ eltéréseket kaptunk. Ugyanakkor kimutattuk, hogy gyakorlatilag elhanyagolhatóvá csökken a kétféle számítás eredményének különbsége, ha a vastagságnak nem a szokványos, tömeg szerint súlyozott, hanem vágásfelület szerint súlyozott átlagát vesszük figyelembe. Az adott esetben ennek értéke:

$$V_{\text{áf}} = \frac{\Sigma G_V}{\Sigma \frac{G_V}{V}} = 0,135 \text{ mm} .$$

A fenti értékkel számított átlagos karcsusági tényező:

$$k_{\text{áf}} = \frac{L_{\text{á}}}{V_{\text{áf}}} = \frac{7,5}{0,135} = 55.6.$$

A kapott eredmény csupán 4,5 százalékkal tér el a 6. táblázatban megadott karcsusági tényezők súlyozott átlagától. Jelen vizsgálataink tehát ilyen szempontból is igazolják korábbi - célforgácsok vizsgálatával szerzett - tapasztalatainkat.

2.6 A vizsgálati eredményekből levonható következtetések

Az eddigiekben ismertetett vizsgálataink elsődleges célját a már közölt részletes - önmagukban is kellően értékelhető - adatok képezték. Az ezekből levonható következtetésekre részben már az eredmények ismertetésekor kitértünk. Mindezek akár kivonatos ismétlését is feleslegesnek tekintve, a következő pontokban csupán a vizsgált forgácsok forgácslapipari felhasználhatósága szempontjából leginkább lényeges megállapításainkat foglaljuk össze.

a/ A VTR-6 tip. gépen végzett kísérleteink során előállított nemesnyár-forgácsok forgácslapipari felhasználása esetében a forgácsok átlaghossza különösebb nehézségeket nem támaszt, speciális utóapritók alkalmazását nem indokolja. A forgácsképzés geometriája alapján várhatóval ellentétben, a forgácsjellemzők negativumát nem a nagy átlaghossz, hanem inkább a törmelékfrakció - utóapritás nélkül is - viszonylag magas aránya képezi /lásd 2. és 3. táblázat/.

b/ A forgácsok utóapritásakor az apró, törmelékes szemcsék mennyisége jelentős, és a forgácslapgyártás igényeit tekintve kedvezőtlenül nagy mértékben növekszik. A fentebb hivatkozott méréseredményekből megállapíthatóan a vizsgált utóapritási variánsok közül a D jelű bizonyult a forgácsok feldolgozására leginkább alkalmasnak. A leghátrányosabbnak ugyanakkor a B jelű utóapritott anyag tekinthető.

A B variáns szerint előállított anyaghoz viszonyítva a törmelékhiányad tekintetében a 12x30 milliméteres lyukbőségű szitabetét alkalmazásával utóapritott A jelű anyag is előnyösebbnek tekinthető, de ezt az előnyt lerontja a fedőrétegben megengedhető meghaladó méretű forgácsok nagyobb arányu jelentkezése.

c/ A vizsgált forgácsok alacsony /az utóapritást követően 0,12 mm körüli/, a forgácslapipari fedőforgácsokénál kb. 30 százalékkal kisebb átlagvastagsága egyértelműen a fedőrétegben való felhasználást indokolja.

d/ A forgácsok forgácslapipari feldolgozásának első művelete az utóapritás kell, hogy legyen, mely célra a szokványos kalapácsos őrlők alkalmazhatók.

e/ Az utóapritást követően - az őrlés fokától függetlenül - szitaosztályozást kell beiktatni a viszonylag csekély mennyiségű, de a lapok felületminősége szempontjából megengedhetetlenül nagy felületű forgácsok leválasztása céljából. Az így szelektált anyag vagy ismételt utóapritásra, vagy a középforgácsba juttatható.

f/ Tekintettel a maximális forgácsvastagság alacsony /és kellően behatárolt/ értékére, valamint az ezt megközelítő vastagságú forgácsok csekély mennyiségére, az ipari felhasználás során nincs szükség a forgácsok légsodrásos frakcionálására. A fűrészeléskor a forgácsok közé keveredő durvább szemcsék, szilánkok leválasztására az ismert, egyszerű - előnyösen az őrlő utáni transzportőr-szakaszba iktatott - darableválasztók megfelelnek.

3. A VTR TIP. GÉPEN ELŐÁLLITOTT FORGÁCSOK FELHASZNÁLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA KISÉRLETI FORGÁCSLAPOK LABORSZINTŰ ELŐÁLLÍTÁSÁVAL

3.1 A kísérleti lapok előállítása

3.1.1 A felhasznált forgácsok jellemzői

A kísérletek céljaira a VTR-6 tip. gépen előállított forgácsot - az előzőekben leírtak figyelembevételével - a D variáns szerint utóapritva, a szemcseméret tekintetében háromféle formában használtuk fel:

- utóapritott, osztályozatlan anyag $/D/$,
- az utóapritást követő szitaosztályozással, ill. a leválasztott durva szemcsék újbóli őrlésével kapott, 4 mm alatti frakció $/D S < 4/$,
- az utóapritást követő szitaosztályozással leválasztott, 4 mm feletti frakció $/D S > 4/$.

Minden további vizsgálat nélkül, az eddig meghatározott forgácsjellemzők alapján is megállapítható, hogy a D jelű, vagy a vizsgált forgácsból bármilyen egyéb módon utóapritott anyag kizárólagos felhasználásával a jelenleg gyártottakkal egyenértékű forgácslapok gazdaságosan nem állíthatók elő. E forgácsok forgácslapipari hasznosításának egyetlen reális alterna-

tívája a szokványos célforgácsokkal való együttes felhasználás. Annak meghatározása viszont, hogy a *VTR* tip. gépen képződő forgácsok bevitele a terítékbe milyen hatást gyakorol a termékjellemzők alakulására, a bevétel módján és mértékén tulmenően nem választható el a célforgácsok jellemzőitől sem.

A vázolt megfontolások alapján a kísérleti lapok előállításával folytatott vizsgálatainkhoz célforgácsként üzemi /a *Budapesti Falemezművek* forgácslapüzeméből szállított/ osztályozatlan forgácsot használtunk fel, melynek főbb jellemzői a következők voltak:

alapanyag	65% nyár és 35% akác kérgéletlen forgácsfa,
átlagos nedvességtartalom	
a forgácsoláskor	35-40%,
a szárítás után	4%,
átlagos kéreghányad	15% atro/atro,
átlagvastagság	0,45 mm.

Az üzemi forgácsokból utóapritás és légsodrásos, majd szitafrakcionálás, s az adott vastagság, ill. szemcseméret feletti frakciók ismételt utóapritása útján 0,20-0,25 mm átlagvastagságú fedő- /*HF*/ és 0,40-0,45 mm átlagvastagságú közepforgácsot /*HK*/ állítottunk elő.

Mind a *VTR* tip. körfürésszel, mind az üzemi /*Hombak PRZ* tip./ aprítóval előállított forgácsokból készült /*D*, ill. *H* jelű/ frakciókat azonos, 2 százalékos nedvességtartalomra szárítottuk le, s a kísérleti lapokhoz a következő pontban közöltek szerint használtuk fel.

3.12 Az előállított lapok összetétel szerinti variánsai

Annak vizsgálata céljából, hogy a fedő-, ill. a középrétegbe bevitt *D* jelű forgácsok mennyiségétől és szemcseméretétől függően hogyan alakulnak a forgácslapok fiziko-mechanikai jellemzői, a 7. táblázatban - a *D* jelű forgácsok részaránya szerint sorrendben - közölt variánsokat állítottuk elő /tipusonként 3-3 db, 520x520 milliméteres lapot/.

A táblázatban az egyes frakciók részarányát a fedő-, ill. a közepforgácsok mennyiségére /*f*/ és a teljes forgácsmennyiségre vonatkoztatva /*e*/ adjuk meg, s egyben feltüntetjük a fedő- és a közepforgácsba kevert *D* jelű anyagok összegezett mennyiségét.

7. táblázat

A kísérleti lapok összetétele, %

Sorszám	jel	Fedőforgács		Középforgács			D
		f	e	jel	f	e	e
01.	HF	100,0	40,0	HK	100,0	60,0	-
02.	D S < 4	30,0	12,0	D S > 4	2,2	1,3	13,3
	HF	70,0	28,0	HK	97,8	58,7	
03.	D	50,0	20,0	HK	100,0	60,0	20,0
	HF	50,0	20,0				
04.	D S < 4	50,0	20,0	HK	100,0	60,0	20,0
	HF	50,0	20,0				
05.	D S < 4	50,0	20,0	D S > 4	3,7	2,2	22,2
	HF	50,0	20,0	HK	96,3	57,8	
06.	D S < 4	100,0	40,0	D S > 4	7,5	4,5	44,5
				HK	92,5	55,5	
07.	D S < 4	100,0	40,0	D	20,0	12,0	52,0
				HK	80,0	48,0	

3.13 A kísérleti lapok előállításának jellemzői

A fedő- és középréteget alkotó forgácsok előzőekben közölt összetétel szerinti variánsain tulmenően a kísérleti lapok előállításának jellemzői egységesen a következők voltak:

laptípus	sikpréselt, háromrétegű,
fedő/belső-arány	40/60%,
névleges vastagság	19 mm,
névleges térfogatsúly	675 kp/m ³ ,
kötőanyag	Arbocoll FK,
kötőanyag-tartalom, atro/atro,	
fedőrétegben	12,5%,
középrétegben	9,0%
átlag	10,4%,
edző	NH ₄ Cl
edzőmennyiség	1,0%
préshőfok	160°C,

zárónyomás 30 kp/cm²,
 présidő 9,5 perc.

A préselést relaxációs nyomásszabályzó automatikával ellátott, 600x600 mm lapfelületű laborpréssén végeztük.

3.2 A kísérleti lapok jellemzői

A préselt /csiszolatlan/ lapokat 24 órás pihentetés után, az MSZ 13336 szerint vizsgáltuk. Az egyes vizsgálatokhoz kialakított próbatestek száma laponként 4, ill. /a vízfelvétel és vastagsági dagadás meghatározásához/ 5, azaz a 7. táblázat szerinti variánsokként 12-12, ill. 15-15 volt.

A lapok átlagos érdességét pneumatikus érdességmérő műszerrel a 24 órás pihentetés után, majd - ugyanazon próbatestek vizsgálatával - 20°C-os vízben való 5 perces áztatást és 24 órás /65°C-on történt/ szárítást követően határoztuk meg.

A kapott méréseredményeket átlagolva és - az érdességmérés kivételével, vizsgálatonként meghatározott korrelációs függvények segítségével - azonos, 675 kp/m³-es térfogatsulynak megfelelő értékekre átszámítva a 8. táblázatban összesítettük.

8. táblázat

A kísérleti lapok vizsgálati eredményei

Sorszám	01.	02.	03.	04.	05.	06.	07.
Hajlítószilárdság, kp/cm ²	255	245	241	227	243	245	248
eltérés, %	-	-3,9	-5,5	-11,0	-4,7	-3,9	-2,8
Lapleemelő szilárdság, kp/cm ²	6,4	6,5	6,0	6,0	6,5	5,8	5,8
eltérés, %	-	+2,0	-5,8	-5,7	+2,0	-8,0	-8,4
Vízfelvétel, %	77,5	81,3	80,3	85,2	80,9	82,3	81,3
eltérés, %	-	+4,9	+3,6	+9,9	+4,4	+6,2	+4,9
Vastagsági dagadás, %	15,5	16,8	15,7	17,3	16,0	16,7	16,4
eltérés, %	-	+8,4	+1,3	+11,6	+3,2	+7,8	+5,8
Érdesség, mm	11,7	8,9	7,3	10,3	8,4	6,1	5,7
eltérés, %	-	-24,0	-37,6	-12,0	-29,1	-47,9	-51,3
Érdesség nedv. után, mm	27,5	29,5	26,0	30,0	26,8	23,5	25,5
eltérés, %	-	+7,3	-5,5	+7,3	-2,5	-14,5	-7,3

A táblázatban a 02-07 sorszámú variánsok vizsgálati eredményei mellett feltüntettük a kapott értékeknek a kontrollapok /01/ megfelelő értékeihez viszonyított, százalékban kifejezett eltéréseit.

3.3 A vizsgálati eredmények értékelése

A kísérleti lapok vizsgálatának 7. táblázatban összesített eredményeit a következőkben, a fedő- és középrétegbe bevitt D jelű forgácsok mennyisége és minősége mint a lapjellemzők alakulását befolyásoló tényezők szerinti csoportosításban tárgyaljuk.

a/ A fedőrétegbe juttatott D jelű forgácsok mennyiségének hatása a lapjellemzőkre

A cím szerinti értékelés a 02, 05 és 06 /valamint természetesen a 01 sorszámú kontroll/ variánsokra vonatkozó eredmények alapján végezhető. E variánsok előállítása a 2. fejezetben közölt vizsgálatok alapján leginkább megfelelő technológiát követte: *VTR* tip. gépen előállított forgácsok utóapritása, majd szitaosztályozása, s a finomabb frakciónak $/D S < 4/$ a fedő-, a durvábbnak $/D S > 4/$ a középrétegbe való bevitele.

A vizsgált három variáns esetében a D jelű forgácsok a fedőforgácsok mennyiségének 30, 50 és 100 százalékát tették ki.

A lapjellemzők kapott értékei alapján levonható következtetések:

a/1. A D jelű forgácsok bevitele a fedőrétegbe a hajlítoszilárdságot a bevitt mennyiségtől /az adott, 30 százalékos minimum és ennél nagyobb mennyiségek esetén/ gyakorlatilag függetlenül, közel azonos mértékben, 4-5 százalékkal csökkentette. Ha ezt a csökkenést a térfogatsúly növelésével kívánjuk kompenzálni, a szükséges többlet 1,5-2% /10-15 kp/m³/.

a/2. Hasonló jellegű, negatív hatás mutatható ki a vízfelvétel és a vastagsági dagadás tekintetében is, mely jellemzők értékei 4,5-5, ill. 3-8 százalékkal haladták meg a kontrollét.

a/3. A szokványos módon meghatározott érdesség alakulására a D jelű forgácsok bevitele egyértelműen kedvező, éspedig a bevitt mennyiséggel arányosan növekvő hatással van. Az átlagos érdesség 25-50 százalékkal csökkent.

a/4. A lapok felületének nedvesítését, majd szárítását követően mért - a forgácslapok több felületkezelési módja esetében figyelmet érdemlő - érdességértékeket tekintve, a 3 variáns minőség szerinti sorrendje az előzőekhez hasonlóan, azaz a bevitt mennyiséggel párhuzamosan alakult, a vizsgált hatás azonban már nem bizonyult egységesen pozitívnak. /A 02 sor-

számu lapok nedvesítés után mért érdessége 7,3 százalékkal meghaladta a kontrollét/. A tapasztaltak magyarázatát az $a/2$. és $a/3$. szerinti ellentétes hatások szimultán érvényesülésében látjuk.

b/ A fedőrétegbe bevitt D jelű forgácsok minőségének hatása

Ennek vizsgálatára a 03, 04 és 05 variánsok adnak lehetőséget. E lapok esetében a fedőrétegbe bevitt D jelű forgácsokat utóapritott, osztályozatlan anyag $/D/$, a szitaosztályozással leválasztott durva $/D S < 4/$, valamint a finom $/D S > 4/$ frakció alkotta. A bevitt mennyiség a fedőrétegre vonatkoztatva egységesen 50% volt.

$b/1$. Az említett variánsokra vonatkozóan kapott vizsgálati eredményeket általánosságban tekintve megállapítható, hogy a D jelű forgácsok bevitelének hatása az egyes lapjellemzőkre az előzőekben leírtakhoz hasonló /azaz az érdességre nézve előnyös, egyébként kismértékben hátrányos/ volt.

$b/2$. A három variáns vizsgálati adatait összehasonlítva egyértelműen kitűnik, hogy minden szempontból - s különösen a hajlítoszilárdságra, a vízfelvételre és az érdességre nézve - a 04 jelű bizonyult a leginkább kedvezőtlennek. Megjegyzendő, hogy a VTR tip. gépen előállított forgácsok ipari feldolgozásának ilyen variánsa /az anyag összetételéből adódóan/ eleve kizárható. E laptípus vizsgálatával csupán a szemcseméret - pontosabban a forgácsfelület - növekedésének extrém hatását kívántuk vizsgálni.

$b/3$. Az osztályozatlan anyag felhasználásával készült 03, valamint a 05 variánst összehasonlítva számottevőbb különbség csak a lapleemelő szilárdság- és az érdességértékekben mutatkozik, mindkét esetben a 05 jelű variáns javára. Az utóbbi előnye nyilvánvalóan abból adódik, hogy ez esetben egyrészt a fedőréteg nem tartalmazza, másrészt a középréteg tartalmazza a 4 mm feletti frakciót.

a/ A középrétegbe bevitt D jelű forgácsok mennyiségének és minőségének hatása

A fenti témakörbe tartozó kérdések az előzőekben tárgyaltakhoz viszonyítva csak másodrendű jelentőségűek, miután - mint már korábban kimutattuk - a vizsgált forgácsok közelítőleg 90 százalékát /vagy ismételt utóapritással teljes egészét/ a fedőrétegben előnyösebb felhasználni. A középrétegbe jutó D jelű forgácsok mennyisége és jellemzői ilyen feldolgozási mód mellett adottak.

Az említettektől eltekintve a vizsgált lapjellemzők közül egyébként is lényegében csak a lapleemelő szilárdság mutatott a - $b/3$. pontban már leírtakon túlmenően - D jelű forgácsok középrétegbe való bevitelére visszavezethető eltéréseket. A 8. táblázat adataiból megfigyelhető, hogy a kö-

zéprétegben nagyobb mennyiségű *D* jelű forgácsot tartalmazó lapok /06 és 07/ lapleemelő szilárdsága a vizsgált variánsok közül a legalacsonyabb /a kontrollhoz viszonyítva kb. 8, ill. 9 százalékkal kevesebb/.

Ö S S Z E F O G L A L Á S

A "*Hazai lombos faanyag mechanikai és kémiai feldolgozásának fejlesztése*" c. tárcaszintű kutási feladat keretében vizsgáltuk a hazai termesztésű nemesnyáranyag *VTR-6* típusú körfűrészgépen végzett feldolgozásakor kapott forgácsok forgácslapipari felhasználásának lehetőségeit. A kísérleteink során különböző módszerekkel utóapritott és osztályozott forgácsok, valamint a kapott forgácsfrakciók több variáns szerinti felhasználásával készített lapok jellemzői alapján meghatároztuk a forgácsok forgácslapipari feldolgozásának főbb feltételeit, s egyben várható hatását a gyártott lapok minőségére.

VIZSZINTES BÚTORELEMEK CÉLJÁRA ALKALMAZOTT FAFORGÁCSSLAPOK TERHELÉSI VIZSGÁLATAI

MARTON KATALIN

okl. faipari mérnök, tudományos munkatárs

B E V E Z E T Ő

A butorok tervezésekor a funkció és az esztétika mellett figyelembe kell venni a butorok élettartamát is, vagyis úgy kell az egyes alkatrészeket méretezni, hogy a használat közben előforduló statikus és dinamikus terhelések a tervezett élettartamon belül ne okozzanak a megengedettnél nagyobb tartós deformációt.

A vízszintes alkatrészek - a fenék- és tetőlapok - a vízszintes válaszfalak, valamint a polcok terhelés alatt elsősorban hajlító igénybevételnek vannak kitéve. Ezért ezek méretezésekor alapvetően a terhelés hatására bekövetkezett maximális lehajlás az irányadó. A maximálisnál nagyobb lehajlás polcok esetében inkább esztétikai hiba, a fenék- és tetőlapok esetében pedig funkcionális károsodást okozhat.

A lehajlás nagysága több tényezőtől függ, így a terhelés módjától, az alkatrész méretétől, szerkezeti kialakításától, a felhasznált alapanyagok szilárdsági tulajdonságától.

A következő fejezetekben a különböző tényezők elemzése alapján a vízszintes alkatrészek gyártásához legmegfelelőbb lapanyag jellemzőit határozzuk meg.

1. A HASZNÁLAT KÖZBEN ELŐFORDULÓ STATIKUS TERHELÉSEK ÉS AZ EZEKBŐL ADÓDÓ IGÉNYBEVÉTELEK A VIZSZINTES ALKATRÉSZEKNÉL

A használati terheléseket koncentrált és egyenletesen megoszló terhelésként kell figyelembe venni.

Koncentrált terhelésként jelentkeznek a lábakon álló nehezebb használati tárgyak /pl. a tv-készülék/.

A hazai butorvizsgálati szabvány a használati terheléseket egyenletesen megoszló terhelésként veszi figyelembe.

A vízszintes alkatrészek lehajlását az 1. táblázatban megadott terhelések esetében kell vizsgálni oly módon, hogy 10 percig tartó terhelés után az ívmagasságot - a terhelt lap síkjának szabadon maradó sávjában - a lap-élel párhuzamosan a hosszközépen kell megmérni, $\pm 0,1$ mm pontossággal.

1. táblázat

Használati terhelések az MSZ 8963/1 szabvány alapján

Elnevezés	Alkatrész	Terhelés Q_2 kp/fm
Ruhásszekrény	polc	15
	válaszfal, fenék	20
	ruhaakasztó rud	20
Könyvszekrény	polc	50
	válaszfal, fenék	20
	fiók	20
Egyéb szekrény	polc	20
	válaszfal, fenék	20
	fiók	20

A mérési eredményt a polc szabad hosszára átszámítva százalékos értékben kell megadni

$$f = \frac{fm}{L} \cdot 100\%$$

ahol

fm - a mért lehajlási ívmagasság, mm,

L - a polc szabad hossza, mm.

A szabvány által megengedett legnagyobb lehajlás nem haladhatja meg a hossz méret 0,7 százalékát.

Esztétikai okokból nem engedhető meg a hossz méret 200-ad részénél nagyobb lehajlás, azaz 1 m-es polc esetén max. 5 mm. Általában még ennyit sem engednek meg látható polcoknál, az irodalom szerint 3 mm/fm lehajlás engedhető meg.

A 2. táblázatban foglaltuk össze azokat a lehajlási értékeket, amelyek rátekintéssel már észlelhetők.

2. táblázat

A rátekintéssel észlelhető viszonylagos lehajlási értékek

Viszonylagos lehajlás	A lehajlás vizuális érzékelése
$\frac{1}{300}$	A lehajlás nem mindig vehető észre, a rakfelület egyenesnek látszik.
$\frac{1}{250}$	A lehajlás alig vehető észre, csak figyelmes megtekintéssel észlelhető.
$\frac{1}{200}$	A lehajlás felismerhető, de csekélynek mondható.
$\frac{1}{150}$	A lehajlás észrevehetően látható, a rakfelület tulterheltnek látszik.
$\frac{1}{100}$	A rakfelület erősen tulterheltnek hat, a lehajlás nem megengedhető mértékű.

A vizsgálati szabványtól eltérően a használat során az alkatrészek hosszantartó terhelésnek vannak kitéve. Közvetlenül terhelés után fellép a kezdeti lehajlás, amely az alakváltozási effektus eredményeként a terhelés idejével párhuzamosan nő. Az alakváltozás üteme közvetlenül a terhelés után a legnagyobb, és - az alapanyagtól, a borítóanyagtól, valamint a szerkezeti megoldástól függően - hosszabb idő után fejeződik be.

Az intézetünkben végzett korábbi kísérletek alapján a forgácslapok lehajlásértéke 14 nap után már lényegesen nem változik. Sok esetben előfordul, hogy az alkatrészek a terhelés megszűnte után sem nyerik vissza eredeti alakjukat. Ennek oka, hogy hajlítás hatására a forgácslap felső része tömörödik, az alsó része pedig megnyulik. Az alul keletkező rugalmas megnyulás olyan nagymérvű lehet, hogy túllépi a maradandó és a terhelés időtartamával arányos nyulásérték határát. Az anyagoknak ezt a tulajdonságát *tartós folyásnak*, vagy *kuszásnak* nevezik. A kuszási tényezőt a maradandó és rugalmas megnyulás aránya határozza meg. Ezt az arányt jelentősen befolyásolják a környezeti hatások. Pl. magas relatív légnedvesség esetén nő az alapanyag nedvességtartalma. Ezáltal csökken a rugalmassági modulusa, s ezzel összefüggően a hajlítoszilárdsága és a lehajlás nagysága is. Az alapanyag nedvességtartalmának növekedését zárt felületkezeléssel minimálisra lehet csökkenteni, sőt megfelelő borítóanyaggal növelni lehet a rugalmassági modulusát. Kis merevségű borítóanyagok esetén azonban az alapanyag tulajdonságai határozzák meg a teherviselő képességet.

A megengedett maximális lehajlási értékek túllépése csak a kuszási jelenség figyelembevételével akadályozható meg. A kuszási idő eltelte utáni rugalmassági modulus E_t a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$E_t = \frac{E_0}{1 + \varphi}$$

ahol:

- E_0 - rugalmassági modulus a rugalmassági tartományban,
- φ - kuszási tényező.

A 3. táblázatban különböző borítóanyaggal készült forgácslap rugalmassági modulusa található a kuszási tényező figyelembevételével.

3. táblázat

A faforgácslapok viszkoelasztikus jellemzői

Alapanyag	Rugalmassági modulus E a terhelés előtt kp/cm ²	Kuszási idő t hétben kifejezve	Kuszási tényező φ	Rugalmassági modulus E_t a kuszási idő eltelte után kp/cm ²
Forgácslap	24 000	11...13	0,64	14,500
Fóliával borított forgácslap	28 000	11...13	0,55	18,000
Furnérozott forgácslap	45 000	11...13	0,53	29,000

1.1 Terhelés

A vízszintes alkatrészekre ható terhelések hatására bekövetkező igénybevételek nagyságát, a maximális nyomotékot, a hajlítoszilárdságot és a lehajlási értéket a statikában ismert egyszerű összefüggések alapján lehet megállapítani.

A szerkezeti összefüggés szerint: két végén alátámasztott, vagy két végén befogott alkatrészt kell vizsgálnunk.

1.11 Fenéklapok

A vízszintes alkatrészek közül a fenéklapra hat a legnagyobb terhelőerő, ugyanis a tetőre, a polcokra és a vízszintes válaszfalakra ható terheléseket az oldalfalak és a függőleges válaszfalak veszik fel és adját át a fenéklapnak, amely azután továbbítja a lábakra. Ezért célszerű a használati terheléstől, valamint a szerkezeti megoldástól függően a maximális hajlítónyomatékot és lehajlási értéket statikai összefüggések alapján kiszámítani.

A 4. táblázat /94-95. old./ segédletet nyújt a fenéklapok méretezéséhez, hiszen a szerkezet és a terhelés figyelembevételével egyszerű helyettesítés alapján számítható, hogy a tervezett szerkezet mennyire felel meg az előírt követelményeknek.

Az alapterhelési eseteket elemezve megállapítható, hogy a legnagyobb lehajlási érték a két végén alátámasztott és egy közepén koncentrált erőként ható terhelés esetén van.

Vízszintes alkatrészeknél tisztán koncentrált erőhatás gyakorlatilag nem fordul elő, mert a lap önsulya is terheli az alátámasztást, ill. a befogást.

Az 5. táblázatból /96. old./ látható, hogy 750 kp/m^3 térfogatsúlyu, 60 cm széles vízszintes alkatrész fm-enkénti önsulya 8,55 kp, mely érték kb. fele az 1. táblázat alatti hasznos terheléseknek, ezért a szilárdsági számításoknál az önsúly nem hanyagolható el.

A 4. táblázat egyszerű statikai terhelési ábráit a fenéklap szerkezeti megoldására visszavezetve a következő megoldásokkal találkozunk.

Az első három két végén alátámasztott alkatrész. Ez olyankor fordul elő, amikor a fenéklap lábakon, vagy teli lábazon áll. A lábak egy síkban vannak az oldalfalakkal. Az oldalfal felfekszik a fenéklapra és köldöksappal illeszkedik.

Az oldalfalak okozta felhajlási érték nagyon kicsi, ugyanis az erőkarja nullával egyenlő, és így nyomaték sem keletkezik.

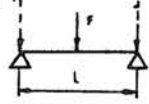
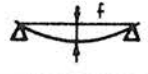
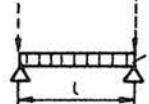
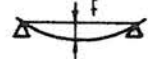
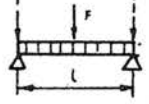
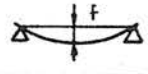
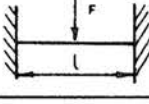
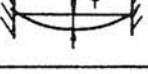
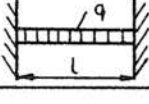
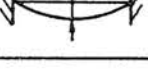
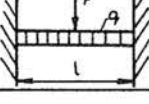
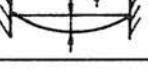
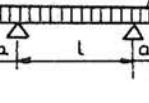
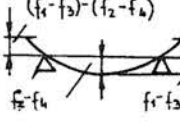
A következő három esetben /5; 6; 7/ a fenéklap az oldalfalak között van, közvetlen terhelését átadja az oldalfaloknak.

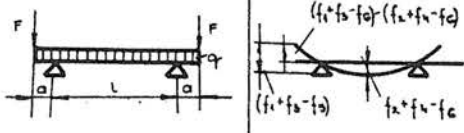
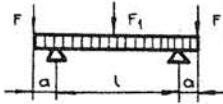
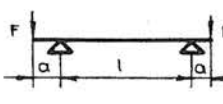
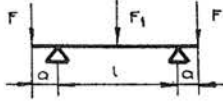
A további terhelési esetekben a lábak az oldallap síkjától beljebb állnak, ezért az oldalfalak által átvitt terhelőerő a fenéklapot a két végén lefelé, közepén pedig felfelé hajlítja. Ha ez az erő túl nagy, akkor az ajtók beszorulnak, tehát funkcionális károsodás keletkezik. A keletkező felhajlási érték nagysága a láb és az oldalfal távolságának /a/ növelésével emelkedik.

A maximális lehajlási képletek alapján vizsgáljuk meg /csak a 2 és 5 esetet figyelembe véve/, hogy a fenéklap geometriai méretei, valamint a rugalmassági modulus változása miként befolyásolja a lehajlási értéket.

4. táblázat

Segédlet a hajlításra igénybe vett vízszintes alkatrészek méretezéséhez

Sor-szám	Terhelési ábra	Lehajlási ábra	Max. nyomaték	Max. hajlítófeszültség	Max. lehajlás
1	2	3	4	5	6
1.			$M_1 \max = \frac{F \cdot l}{4}$	$\sigma_1 = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_1 = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot I \cdot E}$
2.			$M_2 \max = \frac{q \cdot l^2}{8}$	$\sigma_2 = \frac{3q \cdot l^2}{4 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_2 = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot I \cdot E}$
3.			$M_3 \max = M_1 \max + M_2 \max$	$\sigma_3 = \sigma_1 + \sigma_2$	$f_3 = f_1 + f_2$
4.			$M_4 \max = \frac{F \cdot l}{8}$	$\sigma_4 = \frac{3 \cdot F \cdot l}{4 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_4 = \frac{F \cdot l^3}{192 \cdot I \cdot E}$
5.			$M_5 \max = \frac{q \cdot l^2}{12}$	$\sigma_5 = \frac{2 \cdot q \cdot l^2}{3 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_5 = \frac{q \cdot l^4}{384 \cdot I \cdot E}$
6.			$M_6 \max = M_4 \max + M_5 \max$	$\sigma_6 = \sigma_4 + \sigma_5$	$f_6 = f_4 + f_5$
7.			$M_7^- \max = \frac{q \cdot a^2}{2}$ $M_7^+ \max = \frac{q \cdot (4a^2 - l^2)}{8}$	$\sigma_7^- = \frac{3q \cdot a^2}{sz \cdot v^2}$ $\sigma_7^+ = \frac{3 \cdot q \cdot (4a^2 - l^2)}{4 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_{7.1} = \frac{q(2a+l)^4}{128 \cdot I \cdot E}$ $f_{7.2} = \frac{q \cdot l^2}{384 \cdot I \cdot E} (24a^2 + 16a - 3l^2)$ $f_{7.3} = \frac{A \cdot l^2}{24 \cdot I \cdot E} (3a + l)$ $f_{7.4} = \frac{A \cdot l^3}{24 \cdot I \cdot E}$ ahol $A = \frac{(2a+l)}{2} \cdot q$

<p>8.</p> 	$M_8^- \max = F \cdot a + \frac{q \cdot a^2}{2}$ $M_8^+ \max = F \cdot a + \frac{4a^2 - l^2}{8} q$	$\sigma_8^- = \frac{3 \cdot a \cdot (2F + q \cdot a)}{sz \cdot v^2}$ $\sigma_8^+ = \frac{24Fa + 3q \cdot (4a^2 - l^2)}{4 \cdot sz \cdot v^2}$	$f_{8.1} = f_{7.1}$ $f_{8.3} = \frac{F \cdot (2a + l)^3}{24 \cdot I \cdot E}$ $f_{8.4} = \frac{F \cdot l^2}{24 \cdot I \cdot E} (3a + l)$ $f_{8.5} = f_{7.3}$ $f_{8.6} = f_{7.4}$ <p>A helyett A*</p> $A^* = F + \frac{(2a + l) \cdot q}{2}$
<p>9.</p> 	<p>Lásd a 8. ábrát!</p>	$M_9^- \max = M_8^- \max$ $M_9^+ \max = M_8^+ \max - F_1 \cdot \frac{l}{4}$	$\sigma_9^- = \sigma_8^-$ $\sigma_9^+ = \sigma_8^+ - \frac{3 \cdot F_1 \cdot l}{2 \cdot sz \cdot v^2}$ <p>Azonos a 8-as alattival Csak A* helyett A**</p> $A^{**} = F + \frac{F_1}{2} + \frac{(2a + l)}{2} q$
<p>10.</p> 	<p>Lásd a 10. ábrát!</p>	$M_{10}^- \max = F \cdot a$	$\sigma_{10}^- = \frac{6 \cdot F \cdot a}{sz \cdot v^2}$ $f_{10.2} = f_{8.3}$ $f_{10.2} = \frac{5 \cdot F \cdot l^3}{48 \cdot I \cdot E}$ $f_{10.3} = f_{7.3}$ $f_{10.4} = f_{7.4}$ <p>A helyett F</p>
<p>11.</p> 	<p>Lásd a 10. ábrát!</p>	$M_{11}^- \max = F \cdot a$ $M_{11}^+ \max = F \cdot a - \frac{F_1 \cdot l}{4}$	$\sigma_{11}^- = \sigma_{10}^-$ $\sigma_{11}^+ = \frac{3(4 \cdot Fa - F_1 \cdot l)}{2 \cdot sz \cdot v^2}$ <p>Azonos a 10. alattival csak A helyett A***</p> $A^{***} = F + \frac{F_1}{2}$

a - aldtámasztáson való tulnyulási /konzol/ hossz, cm; l - aldtámasztási vagy befogási távolság, cm; sz - aldtámasztás szélessége, cm; v - alkatrész vastagsága, cm; f - maximális lehajlás, cm; I - másodrendű nyomaték, cm²; E - rugalmassági modulus, kp/cm²; F - koncentrált erő, kp; q - egyenletesen megoszló terhelés, kp/cm; M_{\max}^- - maximális nyomaték az aldtámasztáson, kp/cm; M_{\max}^+ - maximális nyomaték középen, kp/cm; σ^- - maximális hajlítófeszültség az aldtámasztáson, kp/cm²; σ^+ - maximális hajlítófeszültség középen, kp/cm².

5. táblázat

A faforgácslapok térfogatsúlyából adódó fm-enkénti megoszló terhelés
a szélesség függvényében

Sz/m δ /kg/m ³	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
	16 mm						19 mm					
500	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80	3,33	3,80	4,28	4,75	5,23	5,70
550	3,08	3,52	3,96	4,40	4,84	5,28	3,66	4,18	4,71	5,23	5,75	6,27
600	3,36	3,84	4,32	4,80	5,28	5,76	3,99	4,56	5,13	5,70	6,27	6,84
650	3,64	4,16	4,68	5,20	5,72	6,24	4,32	4,94	5,56	6,18	6,79	7,41
700	3,92	4,48	5,04	5,60	6,16	6,72	4,66	5,32	5,99	6,65	7,32	7,98
750	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	4,99	5,70	6,41	7,13	7,84	8,55

l - az alkatrész hosszúsága.

A hosszúság növekedésével nő a tartók közötti távolság, ezzel együtt a teherviselésre szánt felület. A képletből látható, hogy l a koncentrált terheléskor a harmadik, megoszlónál pedig a negyedik hatványon van.

sz - az alkatrész szélessége.

A szélesség növekedésével szintén nő a teherviselő felület, ugyanakkor az egységnyi hosszra jutó terhelés állandó marad. Ezzel a lehajlás mértéke csökken. Azonban ha figyelembe vesszük, hogy a szélesség növekedésével megnő az egységnyi hosszra jutó önsúly, a lehajlás mértéke csak egész kis mértékben változik.

1.12 Polcok

Szerkezeti kivitel szempontjából 2 csoportba sorolhatók:

- rögzített polcok,
- kivehető polcok.

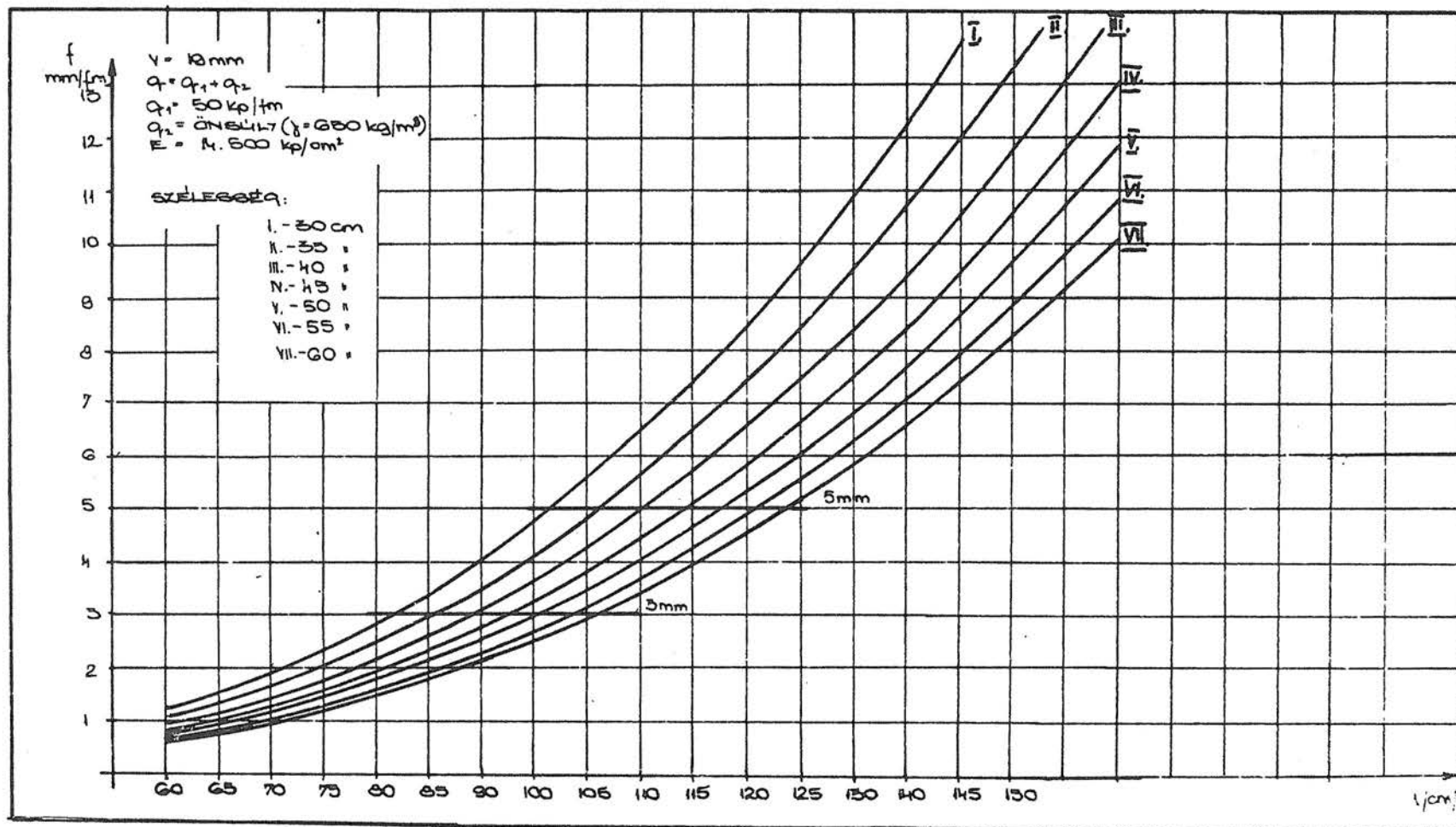
A rögzített polcok köldökcsapozással és ragasztással kapcsolódnak az oldalfalhoz, a fenék, tető és a vízszintes válaszfalakra hasonlóan.

A kivehető polcokat polctartó lécekre, gombra, vagy egyéb tartószerkezetre helyezik, azok a szekrény összeépített állapotában is kivehetőek. Ezen polcok lehajlási értékei a vízszintes alkatrészek között a legnagyobb.

1.2 Vízszintes alkatrészek lapanyagaival szemben támasztott szilárdsági követelmények

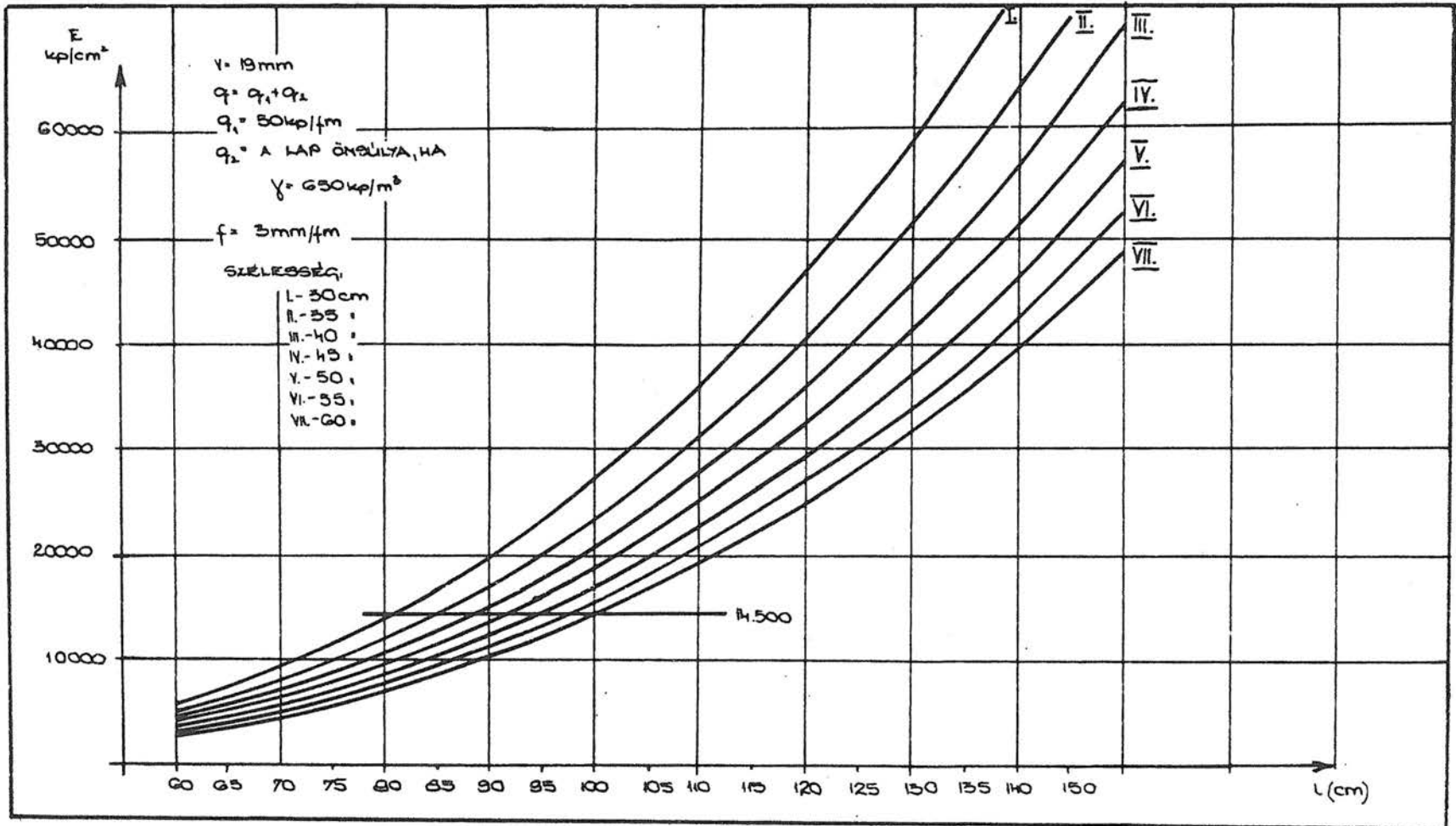
Az előző fejezetben összefoglaltuk a szerkezetből, valamint a használatból adódó, a különböző vízszintes alkatrészekre vonatkozó igénybevételeket.

A vízszintes alkatrészekhez használt lapanyag szilárdsági jellemzőivel kapcsolatos követelmények megállapításához elegendő a legnagyobb mértékben igénybe vett alkatrészek méretezése és az előforduló legnagyobb használati terhelés figyelembevétele. Ezt indokolják: egyrészt az, hogy forgácslap-üzemeinkben, de még a butorgyárakban is, a lapszabáskor nem lehet egyértelműen különválasztani, hogy mely lapból lesz tető, fenék, vízszintes válaszfal vagy polc, másrészt, hogy a szekrények sokrétű variálhatósága, a használati terhelések /könyvek, disztárgyak, vagy tv/ elhelyezhetősége következtében az igénybevétel is változhat.



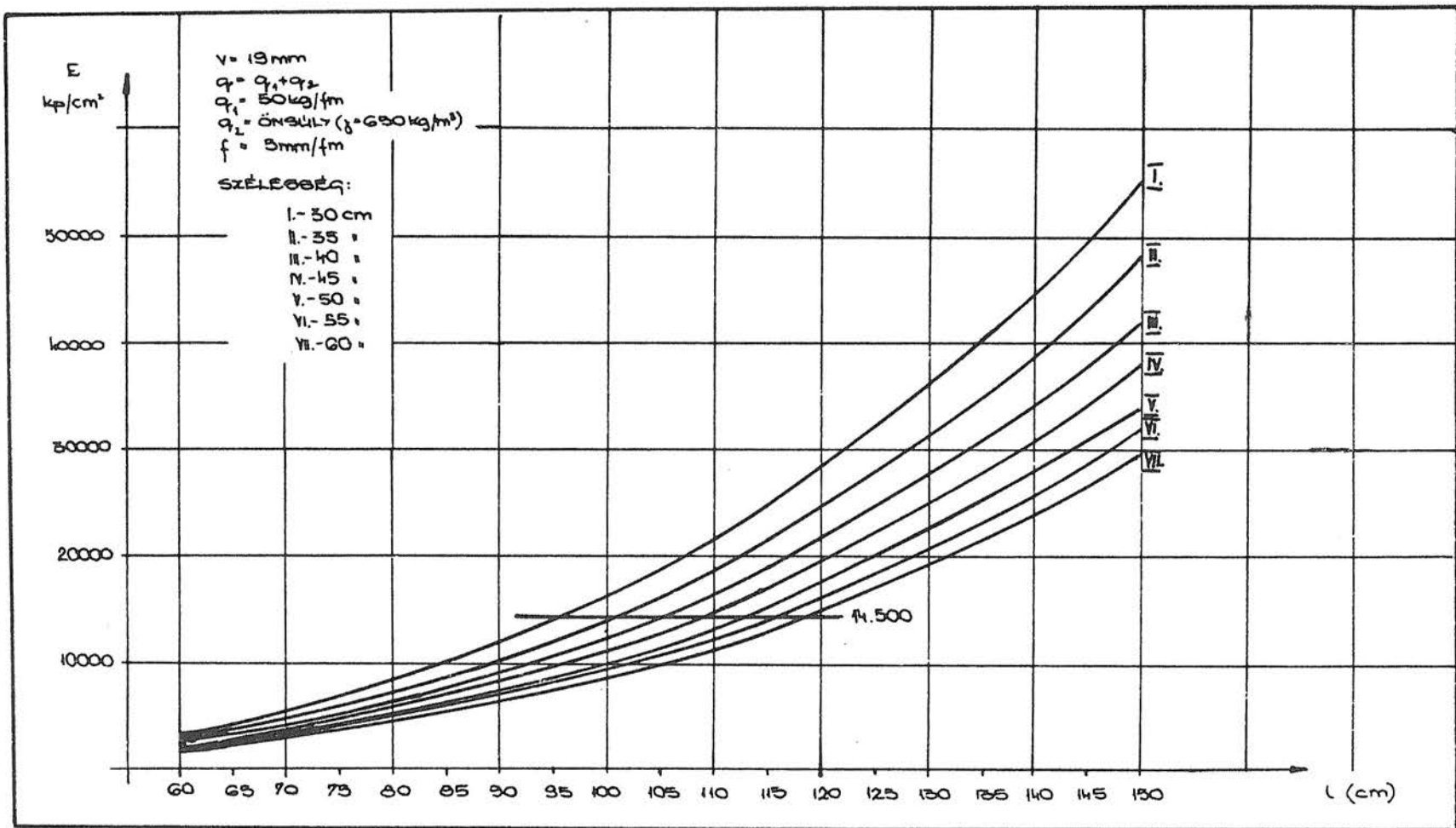
1. grafikon

Két végén befogott alkatrész lehajlási értékei a hossz függvényében



2. grafikon

Két végén befogott alkatrész esetén E és hossz viszonya, ha a max. lehajlás értéke 3 mm/m



3. grafikon

Két végén befogott alkatrész esetén az E és a hossz viszonya, ha a max. lehajlási érték 5 mm/fm

A legnagyobb a használati terhelés a könyvszekrényeknél, mely az MSZ 8963/1 szabvány szerint 50 kp/fm. Butorgyáraink általában a vízszintes alkatrészekhez 19 mm-es forgácslapot használnak, csak az alacsony szekrények függőleges válaszfalainál és rövidebb polcoknál alkalmaznak 16 mm-es lapot.

A forgácslapok rugalmassági modulusának alsó határértéke 24 000 kp/cm², melynek 13 hét utáni kuszási tényezője a 3. táblázat alapján 0,64.

Konstansnak fogadva el az előző tényezőket - használati terhelés 50 kp/fm, vastagsága 19 mm, rugalmassági modulus 14 500 kp/cm² - kiszámítottuk a különböző hosszúsági és szélességi méretekre vonatkozó lehajlási értéket és a szilárdsági jellemzőket. A kapott értékeket grafikonon szemléltetjük.

Az első 4 grafikon a két végén befogott vízszintes alkatrészekre - tetőre, fenéklapra, válaszfalra és rögzített polcokra -, a többi pedig nem rögzített, két végén alátámasztott polcokra vonatkozik.

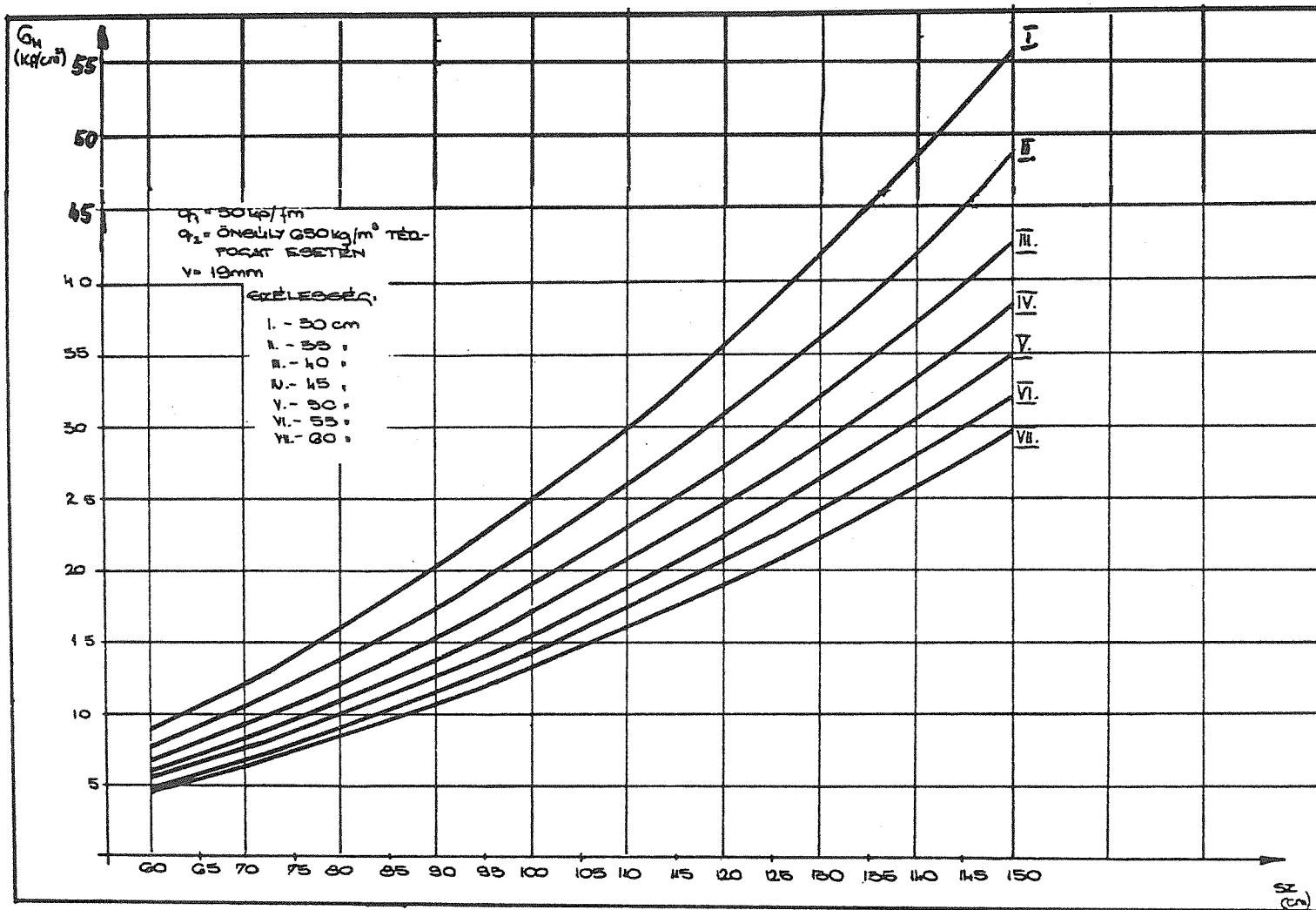
Az 1. grafikon alapján látható, hogy az alkatrész szélességének növekedésével csökken a lehajlás. A 3 mm/fm maximális lehajlási érték betartása esetén 30 cm szélességben, 80 cm hosszúságban, míg 60 cm-nél már 100 cm hosszú alkatrészt lehet készíteni. Az 5 mm/fm-enkénti lehajlási értéket pedig 30 cm széles, 95 cm hosszú és 60 cm 115 cm hosszú alkatrészeknél lehet még tartani.

A 2. grafikonon látható, hogy a különböző hosszúsági és szélességi méretek mellett milyen rugalmassági modulussal kell rendelkeznie az alapanyagoknak, hogy a maximális 3 mm/fm-enkénti, illetve a 3. grafikonon az 5 mm/fm-enkénti lehajlást ne haladja meg az alkatrész. A 24 000 kp/cm² rugalmassági modulusu lapból a kuszást is figyelembe véve 30 cm szélességben 80 cm hosszú, 60 cm szélességben pedig 1 m hosszú alkatrészt lehet gyártani.

A maximális hajlítoszilárdságot 50 kp/fm-enkénti használati terhelés és 650 kp/m³ térfogatsúlyu alkatrész esetében a 4. és 5. grafikon tartalmazza. A grafikonokból látható, hogy a legnagyobb hajlítoszilárdsági érték a 30 cm széles és 150 cm hosszú alkatrészekhez kell, ami befogottaknál 56 kp/cm², alátámasztottaknál pedig 84 kp/cm². Ha a biztonság érdekében ezeket az értékeket a legyártás során keletkező 50 kp/cm² szórásértékkel növeljük, akkor a 106, ill. 134 kp/cm² érték a legkedvezőtlenebb terhelés esetén a szükséges minimális hajlítoszilárdsági érték, ami kisebb mint a hazai szabványelőírás.

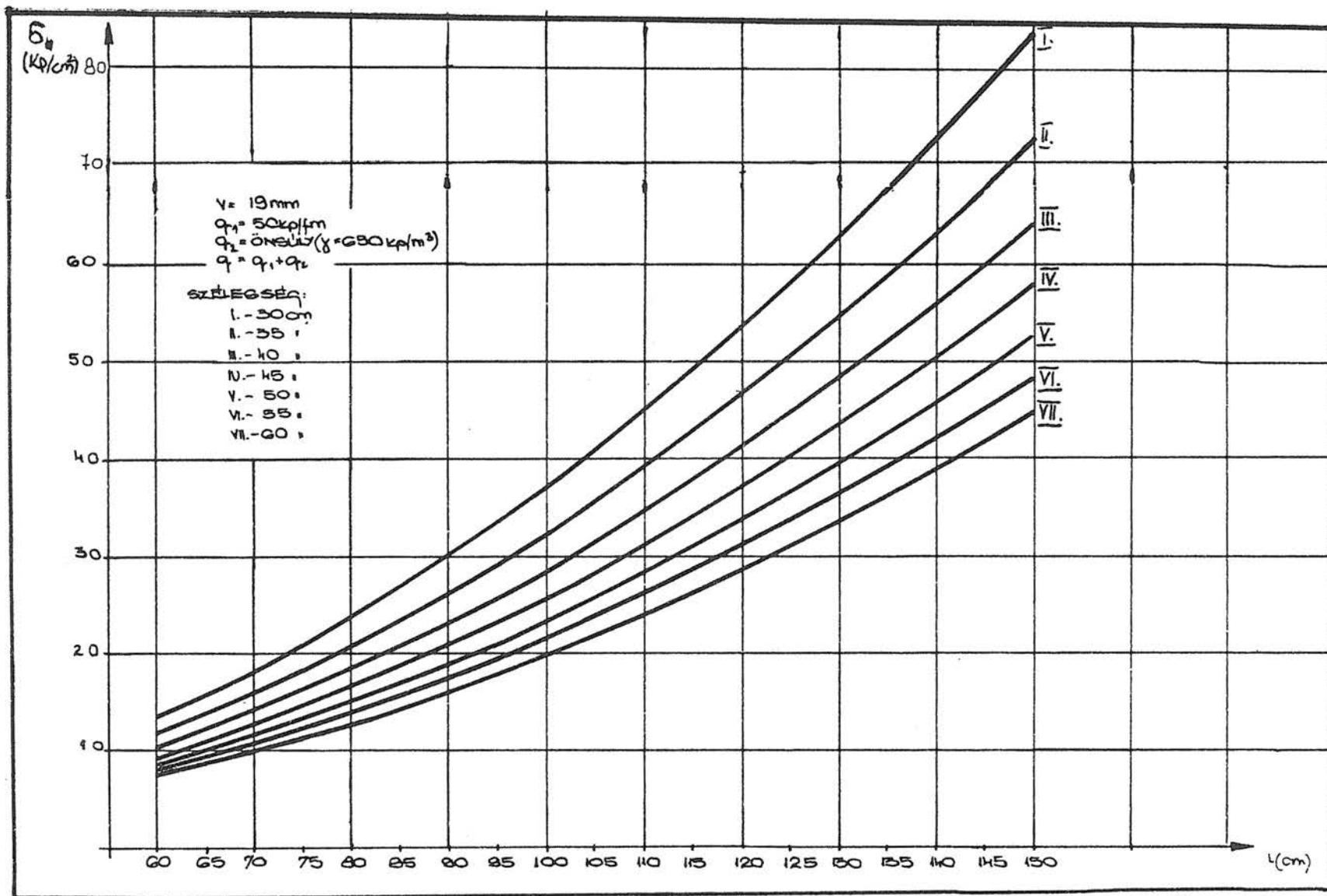
Két végén alátámasztott vízszintes lapok esetén a rugalmassági modulus és a hossz viszonyát a 6. és 7. grafikonon ábráztuk.

A grafikonokból látható, hogy a 3, ill. 5 mm/fm-enkénti lehajlási érték normál forgácslapból, 60 cm szélességben 60, ill. 70 cm hosszban tartható. A fóliával borított lapoknál 5 cm-rel, a furnérozottakénál pedig 15 cm-rel növelhető a hosszúság.

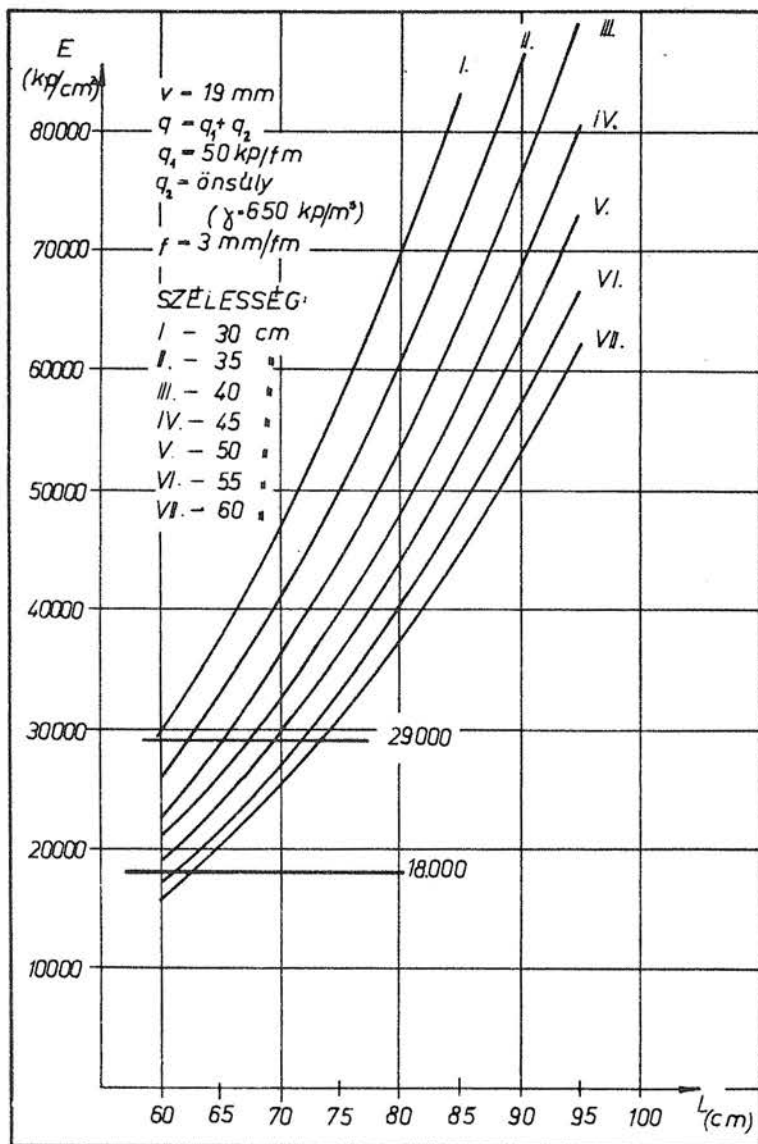


4. grafikon

Két végén befogott alkatrész H és hosszúság összefüggése

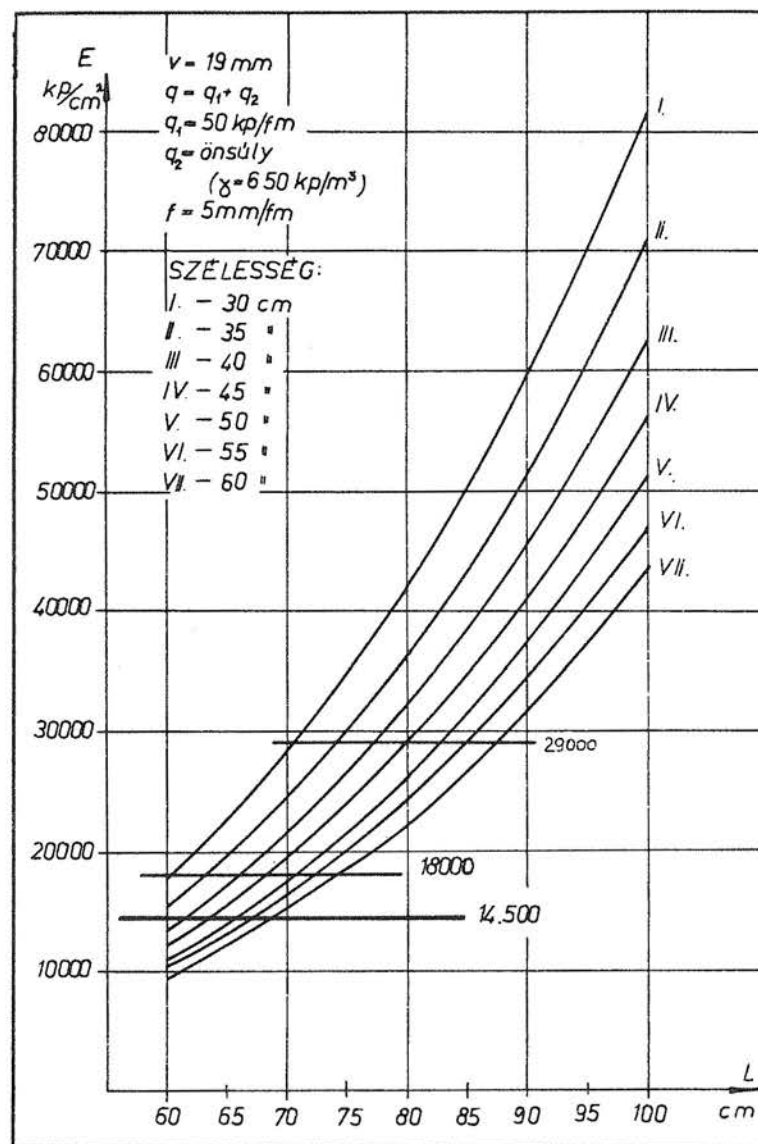


Két végén alátámasztott, megoszló terheléssel terhelt alkatrész hajlítószilárdsága és hosszúság-összefüggése



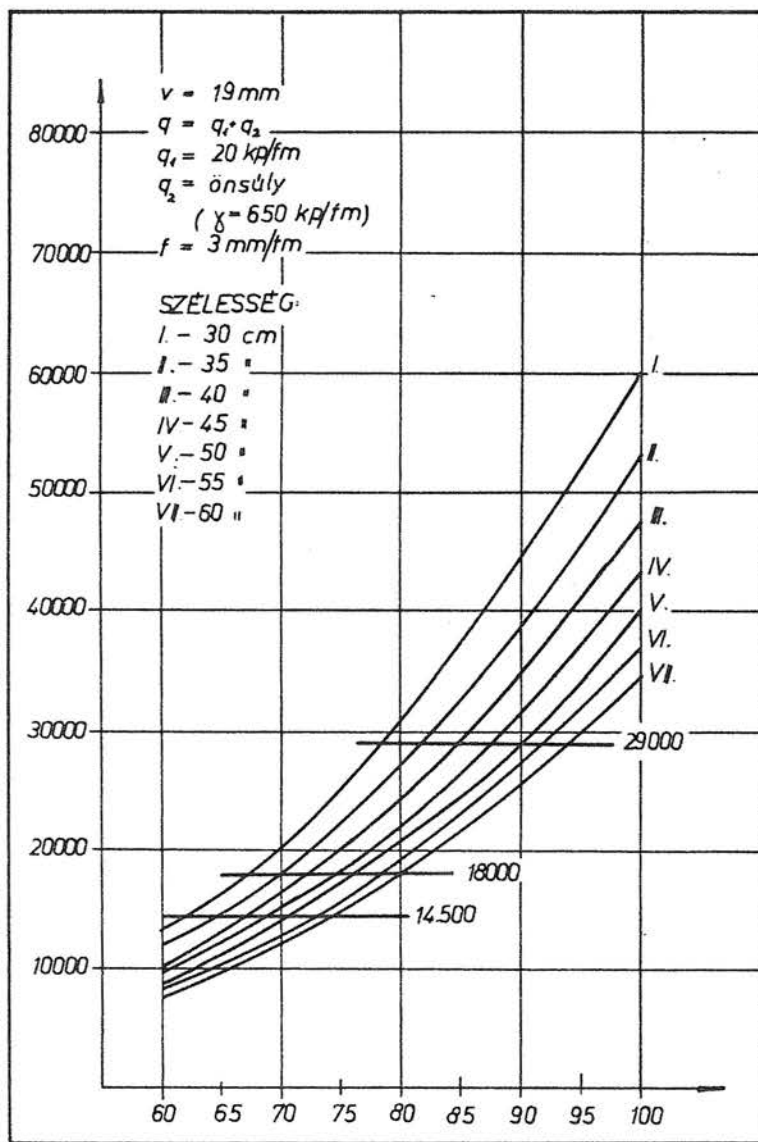
6. grafikon

A két végén alátámasztott alkatrész esetén az E és a hossz viszonya, ha a max. lehajlási érték 3 mm/fm

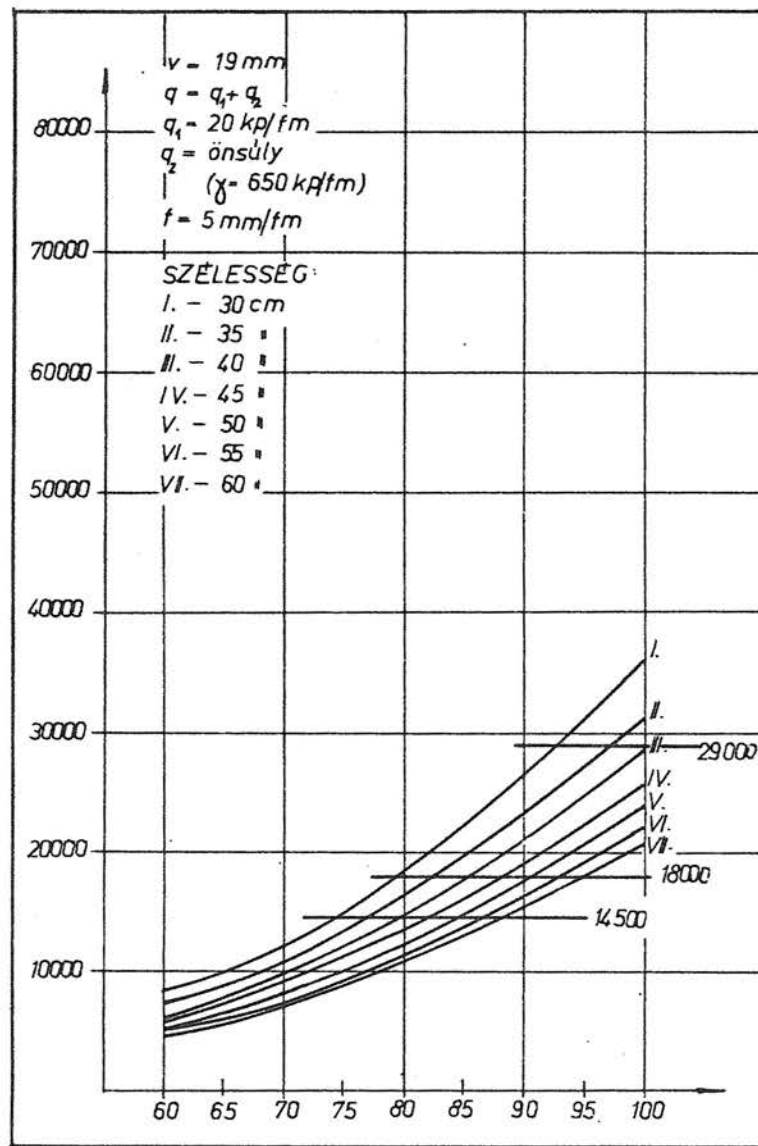


7. grafikon

A két végén alátámasztott alkatrész esetén az E és a hossz viszonya, ha a max. lehajlási érték 5 mm/fm



8. grafikon
 A két végén alátámasztott alkatrész esetén az E és a hossz viszonya, ha a max. lehajlási érték 3 mm/fm



9. grafikon
 A két végén alátámasztott alkatrész esetén az E és a hossz viszonya, ha a max. lehajlási érték 5 mm/fm

A fentiek alapján megállapítható, hogy alátámasztott keskeny polcok - az 50 kp/fm-enkénti terhelés miatt - könyvszekrényeknél nem alkalmazhatók, ezért a gyakorlatban előforduló 20 kp-os használati terhelés mellett is vizsgáltuk a nem rögzített polcokat.

A rugalmassági modulus és a hossz viszonyát a 8. és 9. grafikon tartalmazza. A kisebb használati terhelés miatt a hosszúság mintegy 20 cm-rel növelhető.

Az előzőekben bemutatott grafikonokból megállapítható, hogy vízszintes alkatrészekhez, de különösen nem rögzített polcokhoz a normál faforgácslap alsó határértékénél jóval nagyobb rugalmassági modulusu lapokat szabad csak alkalmazni.

A rugalmassági modulus növelhető nagy merevségű felületkezelő anyaggal, mint például a grafikonokból látható, furnérral.

Ö S S Z E F O G L A L Á S

Kutatásunk célja a vízszintes alkatrészek lapanyagaival szembeni minőségi követelmények megállapítása volt, ezért vizsgáltuk a szerkezetből, valamint a használatból adódó igénybevételeket.

Rögzített alkatrészeknél 50 kp/fm, alátámasztottnál pedig még 20 kp/fm használati terhelés mellett vizsgáltuk különböző hosszúsági és szélességi méretek esetén a maximális lehajlást, a hajlítoszilárdságot és a rugalmassági modulusot.

A közölt grafikonokból jól látható, hogy vízszintes alkatrészekhez nagy rugalmassági modulusú faporgácslapot lehet csak felhasználni, hogy esztétikai és funkcionális károsodás ne következzen be.

CSERFA APRITÉK HAGYOMÁNYOS ÉS PLASZTIFIKÁCIÓS ROSTOSÍTÁSI ELJÁRÁSAINAK VIZSGÁLATAI

DR. HADNAGY JÓZSEF

okl. általános mérnök, tud. főosztályvezető

DEVESCOVI JÓZSEF

okl. faipari mérnök, tud. segédmunkatárs

B E V E Z E T Ő

A Magyarországon termő cserfa anyagának egyik lehetséges felhasználási területe a farostlemezyártás. Az általánosan használt fenyőfajok mellett nálunk elsősorban a lágylombos fafajok rostlemezipari felhasználása vált uralkodóvá. A termelés bővülése tette szükségessé a továbbiakban a cserfa bevonását is a rostfaanyagok közé.

Tekintettel arra, hogy ez már a gyakorlatban meg is történt, magyarázatra szorul, hogy miért foglalkozott intézetünk a *FAGOK* megbízásából a cserfa rostosításával, illetve mi volt ezeknek a kutatásoknak a célja.

Mindenekelőtt rögzíteni kell, hogy a jelenlegi cserfarostgyártás a korábban más lombos fafajokra kidolgozott technológiára, annak kisebb módosításokkal adaptált változatára alapul. A gyakorlatot nem előzte meg tudományos részletességgel végrehajtott kísérleti munka.

A gyártás során sok olyan nehézség és technológiai probléma lépett fel, amelyek éppen az anyaggal kapcsolatos ilyen irányú ismeretek hiányára vezethetők vissza, s amelyek nyomatékosan indokolták ezen alapkísérletek elvégzésének szükségességét.

Mivel erre a gyakorlati termelés során sem korábban nem volt, de a jövőben sincs lehetőség, intézetünkre jutott az a feladat, hogy a cserfa farostlemezipari felhasználásának minden részkérdését tudományosan megalapozott vizsgálatokkal feltárja, és komplex megoldást találjon a termelés problémáinak kiküszöbölésére.

1. A KUTATÁSOK SORÁN ELVÉGZETT MUNKA

A cserfa alapanyag jellemzői, felépítése, roststruktúrája többé-kevésbé ismert. Mégis, mivel a lemezgyártás szempontjából éppen a rosttulajdonságok, a faanyag rostosíthatósága döntő fontosságú, első lépésként szükséges volt a meglevő ismeretanyag ellenőrzése, kiegészítése és főleg összehasonlítása egyéb fafajok ezen jellemzőivel. Az alapanyagokban mutatkozó különbségek és eltérések ugyanis erősen befolyásolják a rostosítási technológiát, és már önmagukban is bizonyos következtetések levonását teszik lehetővé a rostosításra vonatkozóan.

Részletesen össze kellett tehát gyűjteni

- a rostokra vonatkozó morfológiai és méretadatokat, s azok eloszlását,
- a roststruktúra jellemzőit, valamint
- a rostok mechanikai jellemzőit.

Az adatok alapján elvi összehasonlító elemzést végeztünk a cserfa és a fenyő, valamint az egyéb lombos faanyagok rostosíthatóságára vonatkozóan.

Az elméleti adatokra támaszkodva kísérleti uton vizsgáltuk

- a cser defibrálásának paramétereit,
- az előkezelés és rostosítás szükséges adatait,
- a defibrálás és raffinálás paramétereinek befolyását az előállított rostok minőségére,
- az optimális rostosítási technológia jellemzőit.

A kísérleti munka eredményeit elemezve megállapítottuk a rostosítási jellemzők alapösszefüggéseit, valamint az elvileg optimális rostosítási technológiát.

Vizsgáltuk továbbá a rostkihozatal növelésének lehetőségét a rostosítás során keletkező törmelék és nullrost mennyiségének csökkentése útján.

Ezzel kapcsolatos volt az apríték lágyítási és előkezelési kérdéseinek vizsgálata, a rostanyag merevségének csökkentése, illetve az ezt célzó előkísérletek elvégzése.

A gyártástechnológia további részeinek elemzése és kísérleti vizsgálati további kutatások tárgyát képezhetik.

2. A KORÁBBI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A cserfa rostlemezipari felhasználásának kérdése már az 1960-as években felmerült. A már említett hiányos ismeretek miatt néhány gyakorlati kísérletre is sor került, először 1961-ben a lengyelországi *Czarna Woda*-i üzemben, majd 1962-ben a *Mohácsi Farostlemezgyár* végzett laboratóriumi vizs-

gálatokat /1/. További vizsgálatok készültek a cserfarostból száraz eljárással való lemeztermelésre a CSSZSZK-ban 1965-ben. Ennél az üzemi kísérletnél azonban a magyar fél nem vett részt, így csak a kész lemezek eredményei ismeretesek. 1974-ben ismét Lengyelországban, a *Czornkov*-i üzemben került sor ugyancsak üzemi kísérletre. Ezuttal sem volt lehetőség a technológiai jellemzők részletes vizsgálatára, s a felhasznált alapanyag is cseretölgy keverék volt. Ez a kísérletsorozat inkább a lengyel gépsor megismerését célozta. Az említett, s általunk is ismert kísérletek már utaltak azokra a nehézségekre, amelyek a cser felhasználásakor jelentkeznek. Ezek között - megítélésünk szerint - a következő problémák voltak a legsúlyosabbak:

- az apríték előállításának igen nagy mechanikai erőszükséglete, amelyet az aprítógépek megválasztásánál és az energia felhasználásánál kell elsősorban figyelembe venni;

- a rostosítás során fellépő nagymértékű anyagvesztés, amely a fenyőhöz vagy a lágylombos fajok rostosításához viszonyítva lényegesen nagyobb;

- még kiméletes rostosítás esetén is nagy törmelékrostképződés, ami egyrészt a préseléskor okoz nehézséget, másrészt erősen rontja a kész lemezek mechanikai tulajdonságait;

- az előállított rostok vízérzékenysége, ami a paplanképzés során víztelenítési problémákat, a préseléskor nagyobb energiát, hosszabb présidőt és nagyobb fajlagos kötő- és hidrofobizáló anyag felhasználását igényli.

Ezek a nehézségek a cserfa rostlemezipari felhasználásánál a gyakorlatban ma is fennállnak, s a jelenlegi termelést mennyiségben és minőségben egyaránt negatív értelemben befolyásolják. A korábbi kísérletek konkrét, számszerű eredményei a következők voltak.

Az aprítás energiaszükséglete a fenyőnél tapasztalható 2,0 kWh-val és a lágylombosoknál alkalmazott 2,5 kWh-val szemben 4-4,2 kWh. Az aprításhoz a fenyőnél szokásos gépekkel szemben erősebb, nagyobb fordulatszámmal dolgozó aprítók szükségesek, melyek áramfelvétele legalább 100 A-rel nagyobb a szokásosnál.

A rostosítási paraméterekre vonatkozóan megállapították, hogy az előmelegítési időt legalább 1-1,5 perccel, a rostosítási időt pedig az aprítéktól függően növelni kell. A rostosítás során tapasztalható rostvesztést így sem sikerült 25% alá szorítani, a raffinálás után számított vesztés pedig elérte az 50 százalékot.

A rostmassza víztelenítése lassabb. Ezért a sikszita sebességét a legelső kísérleteknél 6-7 m/min-re, az 1974-es kísérletek alkalmával pedig először 14 m/min-re, majd a koncentráció 2,8 százalékra emelése után 18 m/min-re állították be.

Az ily módon előállított rostpaplan préselése 8-12 min közötti időt igényelt. A szükséges prénnyomás legalább 50 kp/cm^2 volt.

Nehézséget okoz a visszavezetett víz gyors savasodása, aminek következtében a rendszer gyorsan koncentrálnodik, nagy a műgyantaveszteség. Ezt a problémát tudomásunk szerint ez ideig sem sikerült megoldani az üzemi gyártás során.

A kísérletek során 2% fenolgyantával, és 0,7% emulzióval gyártott lapok minősége a hazai szabvány által előírt minőség határán mozgott. Elsősorban a vízfelvétel és dagadás volt magas /20-23, ill. 11-15% között/.

Az 1974 óta folyó üzemi gyártás tapasztalatai megerősítik a korábbi kísérletek adatait. Az előzőekben vázolt technológiai nehézségeket csak részben sikerült kiküszöbölni, s a gyártott lemezek minősége is gyengébb, mint a lágylombosokból fenyő bekeveréssel készülő lapok minősége.

3. A CSERFA ROSTANYAGÁNAK JELLEMZÉSE

3.1 Irodalmi adatok

A cserfa európai elterjedési területe korlátozott. Legnagyobb mennyiségben Magyarországon található. Ezenkívül Ausztriában, Csehszlovákiában és Romániában van jelentősebb cserállomány. Ennek megfelelően az irodalmi adatok rendkívül szűkek. Az említett országokban is csak kevés jelentőséget tulajdonítottak a cserfának, és feldolgozását főleg a fűrésziparra korlátozták. Farostlemezipari felhasználásra vonatkozó irodalmi adatot csak elvétve lehet találni.

A cserfa anyagának mechanikai tulajdonságait több szerző publikálta /2...7/. Az adatokat többnyire a tölgygel hasonlítják össze, és olyan következtetéseket vonnak le, hogy a cser általában - fahibáitól eltekintve - a tölgygel azonos mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, csak a tartóssága csekélyebb.

A farostlemezgyártás számára felhasználható rostvizsgálatokból a rendelkezésre álló irodalomban mindössze hármat találtunk /8...10/.

Ezekből a közleményekből kitűnik, hogy a cserfa rostszerkezete is hasonló a tölgyéhez, szilárdító rostjainak mérete $800-1200 \mu\text{m}$ között változik, a rosttömege mintegy 45-50 százaléka a teljes fatömegnek. A mechanikai tulajdonságoknál a rugalmatlan merevséget a szilárdító rostok alakjában és felületi minőségében mutatkozó lekerekítettség és simaság magyarázza. Emiatt maguk a rostok könnyen szétválaszthatók, de filcelődésük a paplanképzés során csekélyebb. Ennek ellenére az 1969-ben végzett oszt-rák farostlemezgyártási kísérletekről kiadott közlemény jó eredményekről számol be.

Az előzőekben vázolt irodalmi adatok igen kevés támpontot adnak a cser rostipari felhasználásához. Ezért kísérleteinket a korábbi adatok kiegészítését célzó mikroszkópos rostanatómiai vizsgálatokkal kezdtük.

3.2 A mikroszkópos vizsgálatok eredményei

3.21 A hazai csertölgy /*Quercus cerris* Loud./ anatómiája

Likacsgyűrűs fa. Az évgyűrűhatár mellett a tavaszi farészek a tágüregű edények két, esetenként három sort is formálnak. Az edények néha összeérnek, ilyenkor iker likacsok képződnek. Sugárirányban távolodva a nyári farészben kevesebb és kisebb edény képződik. Az évgyűrűk szélessége változó. Néha olyan keskeny, hogy a tágüregű edények az évgyűrű szélességét majdnem átérik. Máskor pedig ezektől az edényektől kiindulva kisebb üregű, villaszerűen elágazó edénysorok helyezkednek el. A villaszerűen elágazó edénysorokat mindenütt hossz-parenchimasejtek kísérik. Az évgyűrűhatár a likacsgyűrűk, továbbá a kisebb üregi farostok vastag falai következtében jól szembetűnik és végig kissé hullámos. A vastag bélsugarak vékony bélsugarakkal változnak. Az alapállomány vastag falu rostok tömege. Közöttük metatracheális parenchimasejtek és rosttracheidák vannak. Ezek a vékonyabb faluk alapján a rostoktól élesen elkülönülnek. A visszallító szövet mennyisége az évgyűrűben évgyűrűhatártól évgyűrűhatárig, továbbá az összes évgyűrűben a béltől a kéreg felé kismértékben, de fokozatosan növekszik, s a huzott fában mindig több van, mint a nyomott fában.

3.222 A cser rostsövet szerkezete

A cser mechanikai szövetének alkatelemei a farostok és rosttracheidák. Százalékos mennyiségük a huzott fában - kisebb ingadozásoktól eltekintve - többé-kevésbé állandó, míg a nyomott fában - a béltől a kéregig - növekedik, s a huzott fánál nagyobb értékű. A parenchimaszövet hossz- és bélsugár-parenchima sejtekből tevődik össze. Mennyiségük a bél körüli évgyűrűkben mind huzott, mind a nyomott fában nagyobb értékű, mint a törzs többi, kéreg felőli évgyűrűiben. Kb. 15-20 éves mennyiségi csökkenés után többé-kevésbé konstans értékű, s a huzott fában nagyobb százalékban található.

A szövettérfogat-mennyiségek százalékos értékeit az 1. táblázat tartalmazza. A táblázatban összehasonlításképpen a szórtlikacsu fa és óriásnyár hasonló értékeit is feltüntettük.

1. táblázat

Fafaj	Mechanikai			Vizszállító			Egyéb /parenchima/		
	szövetmennyiség az összes szövet %-ában								
	min.	max.	átlag	min.	max.	átlag	max.	min.	átlag
Csertölgynél	42,0	53,0	48,0	15,5	25,5	19,9	26,0	39,6	32,15
Óriásnyár	43,7	50,5	47,1	39,4	30,0	34,6	15,9	20,7	18,3

A mikroszkópos mérések eredményeiből megállapítható, hogy a csertölgynél
 - a mechanikai szövet az összes szövetnek 48,0 százaléka,
 - a további 52 százalékból 19,9 a vizszállító- és 32,1% a parenchima-szövet.

Az óriásnyárnál az eltérő szöveti felépítés ellenére
 - a mechanikai szövet az összes szövetnek 47 százaléka /közel azonos a csertölggyével/,
 - az eltérő szöveti felépítést a vizszállító szövet magasabb - 34,6%, valamint a parenchima alacsonyabb - 18,3% értékei jól mutatják.

3.3 A roststruktúra jellemzése

3.31 Az elemi rostok hosszúságeloszlása

A rosthosszuság minden fafajnál, így a csertölgynél is a bétől a kéregig növekvő jellegű. A növekedés üteme két szakaszra bontható:

- a rosthossz 500 µm körüli értékről kb. a 12-15 évig növekszik 1200 µm-re, majd
- az ezutáni években kisebb mértékben, 1400-1500 µm értékig növekszik.

A rosthosszuság átlagos értékeit és matematikai jellemzőit a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatban összehasonlításképpen az óriásnyár értékeit is feltüntettük.

Az átlagos rosthosszméretekből kitűnik, hogy a csertölgynél rostjai valamivel zömökebbek mint az óriásnyáré.

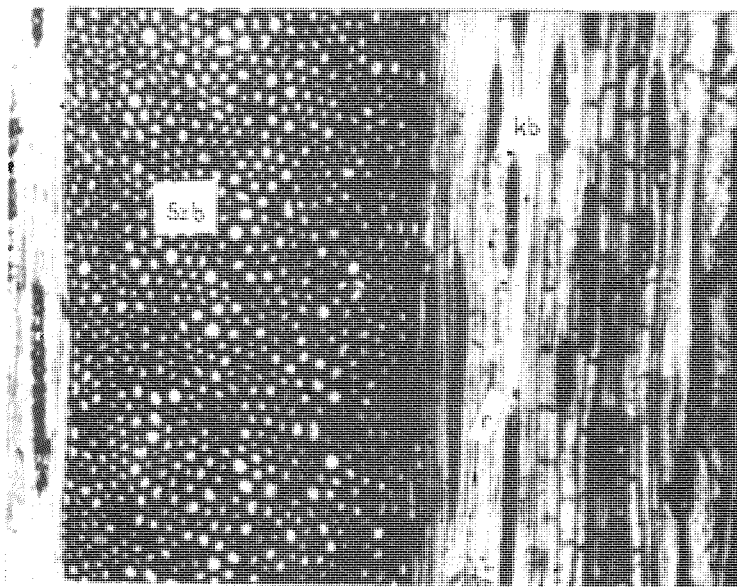
Gyakorlati szempontból a különbség nem számottevő, és legfeljebb a farostlemezek hajlítószilárdságára lehet ez a körülmény befolyással.

2. táblázat

Fafaj	A rosthosszeloszlás statisztikus adatai						
	Min.	Max.	Átlag	Szórás	Átlag megbiz- hatósága	Rel. szórás	Pontos- ság
				μ -ban $\pm s$			
Csertölgy	570	1480	1113	308	-6,0	27,7	0,6
Óriásnyár	770	1630	1380	352	6,5	25,5	0,5

3.32 A csertölgy rostszoöete

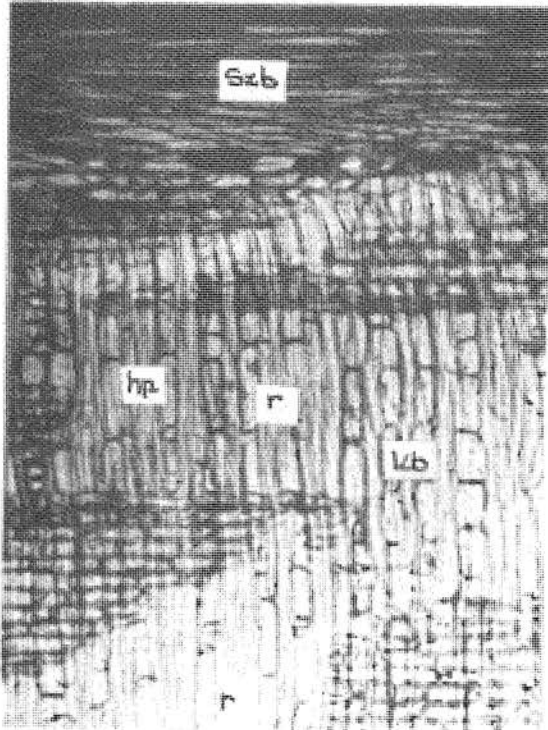
A cserfa egyedi rostjainak tulnyomó része egyenes, végeik rövid hegyben végződnek. A rostok vastagságának aránya a hosszúságukhoz viszonyítva változó, átlagban 20-25 μm , azaz 1:40-1:5 arányu, tehát a többi lombos fához képest zömökebb rostok. Görbe, villás végü vagy fogazott végü rost nagyon kis számban található, mennyiségük gyakorlatilag elhanyagolható.



1. fénykép
Bélsugárszoövet tangenciális metszete

Az egyes rostok egymáshoz viszonylag vastag köztes lamellákkal csatlakoznak, a rostkötegeket erősebb, vastagabb rostegyedek veszik körül. A roststruktúra a korai és kései pásztában rendkívül erősen eltérő, valamint feltünő különbségek tapasztalhatók a rugalmasabb, hosszabb rostu szijácsban és a rövidebb, merevebb rostokból álló, tömörebb szerkezetű gesztben.

A mikroszkópos vizsgálatokból kiderül, hogy a cserben igen nagy mennyiségű parenchimaszövet vegyül a szilárdító szövetek közé. A nyárfa 18,3 százalékos arányával szemben a cser 34,6% parenchimaszövetet tartalmaz.



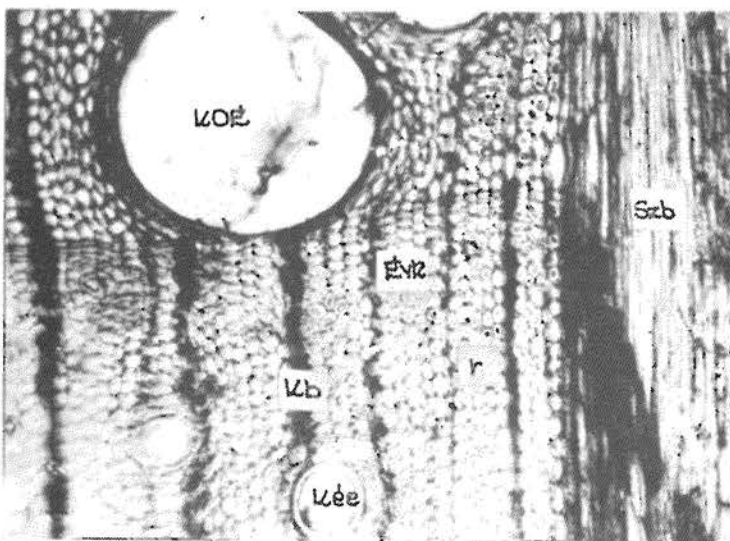
Szb...
széles bélsugár

hp...
hossz parenchima

r...
rost

kb...
keskeny bélsugár

2. fénykép
Bélsugárszövet radialis metszete
/M = 1:120/



KOE...
korai pászta edénye

KÉE...
kései pászta edénye

kb...
keskeny bélsugár

Szb...
széles bélsugár

r...
rost

3. fénykép
Rostköteg keresztmetszet szállító edényekkel
/M = 1:120/

A rostosítás során keletkező O-rostok főleg ebből, tehát a bélsugár parenchimából és kisebb mértékben az edények parenchimatikus anyagából keletkeznek.

Ismeretes, hogy a lombos fáknál a köztes anyag a cellulóztól nincs olyan mértékben elkülönítve, mint a fenyőféléknél, sőt a O-rostok a ligninhez is kapcsolva vannak. Ez a körülmény a roststruktúra felbontását és szétválasztását akadályozza, ugyanakkor a törmelék rostfrakció kiszűrését is gátolja.

3.4 Elméleti következtetések

A cserfa felépítésének és rostösszetételének tanulmányozása részben magyarázatul szolgál azokra a nehézségekre, amelyek a rostosítás és a rostpaplanképzés, valamint a préselés technológiai folyamata során fellépnek.

A nagymértékű parenchimaszövet arány eleve megmagyarázza a rostosításkor keletkező O-rostok nagy mennyiségét, és ezzel a rostfrakcionálás, illetve a gyártás során kimutatható - az egyéb lombos fákhoz képest nagyarányú - rostveszteséget.

A szilárdító rostokból keletkező törmelékrostok viszont részben a O-rostokhoz, részben egymáshoz kötődnek, és így további rostanyag megy veszendőbe a préselés során, s egyúttal az alátétszíták eltömődésének és a ráégéseknek is magyarázatát adja.

Az a körülmény viszont, hogy a tiszta rostanyag százalékos aránya a nyárfához közel azonos, azt mutatja, hogy maga a rostkihozatal elvileg nem lehet rosszabb a nyárfáénál, ha a rostosításkor a fentiekben vázoltakat figyelembe vesszük és a rostosítási technológiát ennek megfelelően alakítjuk ki. A mindenképpen keletkező nagyobb O-rostmennyiségből adódó problémák megoldása azonban ettől gyakorlatilag független.

4. CSERFA-ROSTOSÍTÁSI VIZSGÁLATOK

A célnak megfelelően a kutatásokat a legfontosabb technológiai lépcső, a rostosítás felülvizsgálatával kezdtük. Összehasonlítottuk a korábbi kísérleti adatokat a jelenlegi üzemi adatokkal, valamint a laboratóriumi kísérletek adataival.

4.1 A korábbi kísérleti adatok ismertetése

A 2. pontban már ismertetett korábbi kísérletek egy része nedves, más része száraz eljárású lemeztechnológiára vonatkozik. Mivel belátható időn belül száraz eljárással dolgozó üzem megvalósítása nem várható, a kutatásban kizárólag a defibrátoros nedves eljárást tekintettük irányadónak, a száraz rostosítással nem foglalkoztunk.

A korábbi üzemi kísérletek során az abban résztvevő szakemberek a technológia egészét vizsgálták, kisebb figyelmet fordítottak az egyes részfolyamatok elemzésére, amelyre időhiány miatt mód sem nagyon volt. Mégis, az a néhány adat, amely a defibrálásra vonatkozik, jól bizonyítja a kérdés vizsgálatának jogosságát.

Már az 1961-es *Czarna-wodai* kísérletnél is megállapították, hogy a szabványos defibrálási paraméterek mellett /10 att; 164°C; 350 kg/h/ az előállított 14,5-15,5 def. sec. közötti rostanyag 20,5 százaléka felhasználhatatlan, a szennyvizzel elfolyó nullrost. További 52% igen finom 1,0 mm alatti méretű rostfrakció, amelynek egy része /erre nincs pontos adat/ a préselés alatt folyt el a rostmasszából. A *Czarna-wodai* kísérlet rostfrakcionálási eredményét a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

A Czarna-wodai kísérlet rostfrakcionálási eredményei

Osztórés mm	Rostmaradék		Átfolyt rost %	Rezgetési idő min
	p	%		
1,00	0,1320	4,24	95,76	10
0,50	0,1927	6,18	89,58	10
0,20	0,3630	11,68	77,90	15
0,15	0,1712	5,50	72,40	15
0,06	1,6165	51,90	20,50	30
Összes frakció	2,4754	79,50		

Későbbi laboratóriumi vizsgálatok ezt a tapasztalatot megerősítették. 2 perces előmelegítéssel és 2 perces defibrálással előállított rostanyag esetén a rostveszteség 48-52 százalékra rugott, míg a finom, 1 mm alatti rostfrakció 25-30% között volt. A kísérletek során azt is megállapították, hogy az így előállított rostmassza vitzelenedése nehézkes, a retourvizet pedig tisztítani kell, mert egyébként a sziták eltömődnek.

Lényegében a jelenlegi gyártásfolyamatban hasonló nehézségek mutatkoznak.

Az üzemi gépsorból vett rostminta vizsgálata szerint a rostveszteség átlag 28%, az igen finom frakció aránya átlag 35%, amelyből a préseléskor további 11% rostanyag távozik. Részből ez az oka az alátétszíták gyors el-tömődésének és a nagyarányú beégetéseknek. A hazai üzemi rostmassza frak-cionálási eredménye a 4. táblázatban található.

4. táblázat

A hazai üzemi rostmassza frakcionálási eredménye

Osztórés mm	Rostmaradék		Átfolyt rost %	Rezgetési idő min.
	p	%		
1,00	0,4495	16,0	84,0	10
0,70	0,1550	5,5	78,5	10
0,40	0,2106	7,5	71,0	10
0,20	0,2324	8,3	62,7	15
0,06	0,9725	34,7	28,0	15
Összes frakció	2,0200	72,0		

A rostanatómiai adatok szerint a parenchimaszövetekből és egyéb, nem rostos szövetből keletkező O-rostok mennyisége a fafaj sajátossága, és természetes magyarázatát adja a gyakorlatban tapasztalt tényeknek. Emellett azonban a rendkívül magas rostveszteség a rostszövet megfelelőbb szét-választásával, a törmelékrostok arányának csökkentésével korlátozható. Ez egyben azt is jelenti, hogy a szilárdító rostszövet mennyisége gyakorlatilag azonos az egyéb lombos fáknál tapasztaltakkal, amit a cser magas tér-fogatsulya ad. A különbség éppen a térfogatsuly szerint várható mennyiség arányában van - azaz, egységnyi térfogatu cserből nagyjából ugyanannyi lemez termelhető, mint a lágylombosokból, de ha a késztermék mennyiségét az anyag sulyára vonatkoztatjuk, a kihataltal veszteség nagyobb.

A szilárdító rostszövet merevsége és szorosabb ligninkötései a defibrálásnál több törmelékrostot is eredményeznek. Ezért a rostosítást kiméle-tesebben kell végezni, mint a lágylombosoknál.

4.2 Kisérteti metodika

Az előzőekben fejtegetett tényezők alaposabb feltárásár laboratóriumi rostosítási kísérleteket végeztünk, és a következő rostosítási paraméterek összefüggéseit vizsgáltuk az előállított rostok minőségére vonatkozóan:

- defibrálási nyomás /ill. gőzhőmérséklet/,
- az anyag előkezelési ideje,
- a mechanikus rostosítás időtartama.

Az előállított rostanyag összetételét és minőségét három különböző módszerrel vizsgáltuk. Elsőként a technológia szempontjából legfontosabb def. sec. értékeket mértük. Második jellemzőként a rostiparban ismert rostfrakcionálási méréssel értékeltük a rostméretek eloszlását, s a kapott értékeket a szokásos módon diagramokon ábráztuk.

A kiértékelés harmadik módja a rostanyag mikroszkópos vizsgálata volt. Az előállított rostanyagból vett reprezentatív mintában meghatároztuk a rostok minőségeloszlását, az anyagban levő ép- és törmelékrostok, valamint a rostkötegek százalékos arányát. Ezenkívül vizsgáltuk a 0-rostok mennyiségét és jellegét.

Az eloszlási adatokat mintánként 800-1500 rost mérése alapján vettük fel. Egy-egy vizsgálati paraméterrel előállított rostanyagból öt-öt minta vizsgálatát végeztük el. A mérések statisztikus megbízhatósági szintje 95%, az egyes jellemzők megállapításának pontossági mutatója 5% alatt van.

Az előkísérletek és az üzemi gyakorlat, valamint a 2. pontban vázolt elméleti megfontolások alapján a kísérleti paramétereket a következő értékekre állítottuk be:

defibrálási nyomás	4,	8,	10 at
előkezelési idő	4,	5,	6 min.
rostosítási idő	1/2,	1	min.

A defibrálást *Asplund* labor. defibrátorral és raffinátorral, a rostfrakcionálást és def. sec. mérést az ismert szabvány mérőeszközökkel végeztük. A rostosítási és rostminősítési vizsgálatokon kívül az előállított rostanyagból kísérleti lapokat is készítettünk valamennyi variánsból. A lapkészítéshez az üzemi technológia paramétereit alkalmaztuk azzal az eltéréssel, hogy a rostpaplant állósztatával képeztük. Az elkészített kísérleti lapokat az érvényes szabványelírások szerint vizsgáltuk.

Az ismerttetett metodika módot nyújt az egyes defibrálási variánsok komplex összehasonlítására. A def. sec. mérés és a rostfrakcionálási eredmények a gyakorlatnak megfelelő követelmények szerint, a mikroszkópos vizsgálat viszont az elvi lehetőségek összehasonlítása alapján nyújt képet a vizsgált tényezők befolyásáról a lapképzésre.

Itt kívánjuk hangsúlyozni, hogy az elvégzett munka a cserfa rostlemez-ipari felhasználásának csak a legalapvetőbb problémájára, a normál nedves rostosítás feltételére terjed ki. Ezzel a gyakorlati felhasználás egyik fontos, de távolról sem egyetlen problémájának vizsgálatáról van szó. A technológia egyéb, ebben a kutatásban nem érintett részei hasonló fontosságúak.

4.1 A defibrálási kísérletek során előállított rostanyag vizsgálatai

4.31 Az előkezelés és rostosítási idő befolyása a rostmennyiségre

Első lépésben azonos nyomáson /8 at/ vizsgáltuk az előkezelési idő és a rostosítási idő befolyását a keletkező rostanyag összetételére. A mikroszkópos rostvizsgálatok adatainak értékelésekor karakterisztikus összefüggést találtunk az abszolút anyagvesztés, a keletkező O-rostok mennyisége és a tört rostok mennyisége, valamint az előkezelési és defibrálási idő között. Az eredményeket az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Az előkezelési és rostosítási idő befolyása a keletkező rostanyag degradálódására

Sorszám	Előkezelés min.	Rostosítás min.	Aprítéknedveség %	Def. sec.	Abszolút veszteség %	Szita-vesztés %	Tört rost %
1.	4	0,5		14,1	6,22	8,41	11,73
2.	4	1,0	11,6	15,2	9,54	8,82	13,42
3.	5	0,5		14,4	9,45	6,19	11,35
4.	5	1,0	12,6	15,6	10,10	7,36	12,82
5.	6	0,5		14,4	16,39	9,40	9,30
6.	6	1,0	13,2	15,6	16,10	9,48	9,75

A defibrálás során az előkezelési idővel közel arányos az abszolút anyagvesztés. A keletkező mikroszkopikus nagyságú farészecskék aránya /amelyet gyakorlatilag a legfinomabb szűrővel sem lehet felfogni - mennyiségüket bepárlással állapítottuk meg/ 6,22-16,39%-ig nőtt. Ugyanakkor a frakcionálással leválasztható O-rost /a táblázatban szitavesztéssel jelezte anyag/ aránya gyakorlatilag alig változott. Ezzel szemben a felhasználásra visszamaradó anyagban a tört rostok részaránya némileg csökkent, ami a lapminőség szempontjából fontos. Megállapítható továbbá, hogy a rostosítási idő növelése ugyancsak egyértelműen rontja a rostosított anyag minőségét, növeli a veszteségeket és a tört rostok mennyiségének arányát. Ezzel együtt természetesen nő a def. sec. érték is. Az anyagban található szét nem rostosított kötegek mennyisége viszont a vizsgált időhatárok között gyakorlatilag nem változott, az össz mennyiségnek 0,7-1,7%-ára rug - függetlenül a rostosítási és előkezelési időtől.

A szabvány frakcionálási vizsgálatok eredményeit foglalja össze a 6. táblázat és az 1-6. grafikonok.

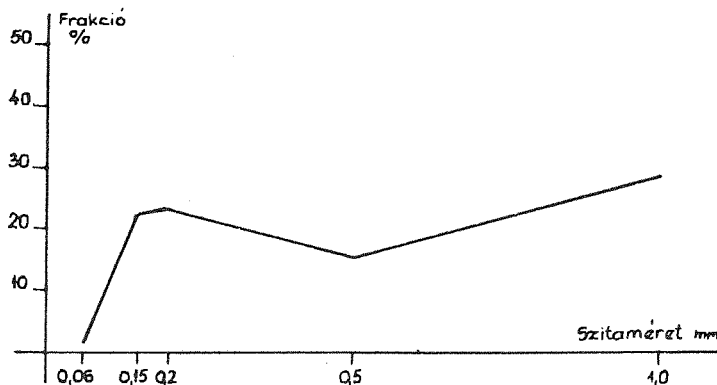
6. táblázat

A defibrálás során nyert rostanyagok rostfrakció-összetétele %-ban

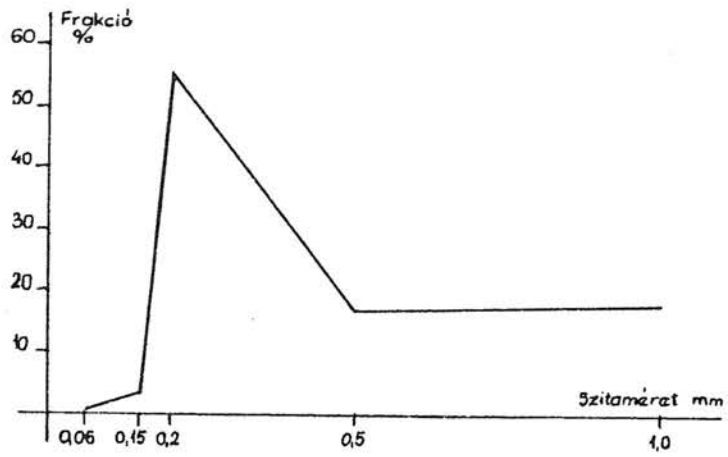
Jel	Előkezelés min.	Rostosítás min.	S z i t a m é r e t e k					Veszteség %
			1,0	0,5	0,2	0,15	0,06	
1	4	0,5	28,84	15,18	23,17	22,56	1,83	8,42
2	4	1,0	17,90	16,94	55,17	3,31	0,85	5,83
3	5	0,5	27,63	13,45	39,91	2,24	0,57	6,20
4	5	1,0	22,19	13,23	52,68	3,87	0,64	7,39
5	6	0,5	33,67	13,17	40,42	2,58	0,76	9,40
6	6	1,0	27,78	15,57	39,08	11,79	1,30	9,48

A táblázat adataiból látható, hogy a rostfrakció-eloszláson belül az előkezelési idő csak a nagyméretű, 1 milliméternél nagyobb rostok mennyiségét befolyásolja. A hosszabb előkezelés során ugyanis a rostok rugalmasabbakká válnak, nem töredeznek, több marad belőlük épségben. Ez az eredmény egybevág a 3. táblázat mikroszkópvizsgálati adataival, ahol a tört rostok arányának csökkenését mutattuk ki.

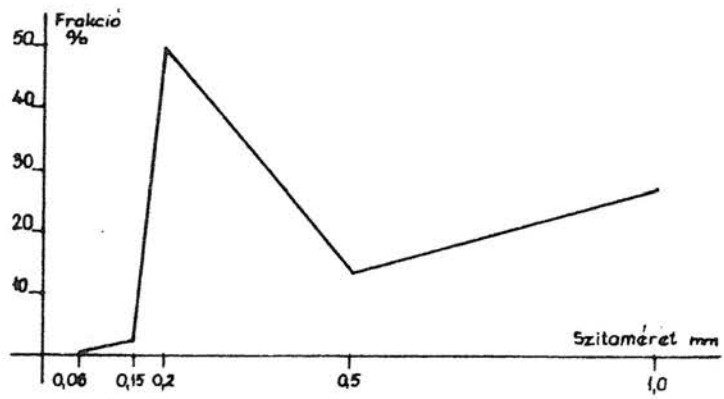
Ugyanígy csak a nagyméretű rostfrakció változik egyértelműen a rostosítási idővel. Hosszabb rostosítási idő alatt a nagyobb rostok összetöredeznek és törmelék frakcióba kerülnek. A kisebb rostméretek arányát csak tendenciájában változtatja az előkezelési, ill. a rostosítási idő. Egyértelműen kimutatható összefüggést a vizsgálati eredményekben nem találtunk a 0,2 mm, ill. ennél kisebb méretek arányát tekintve.



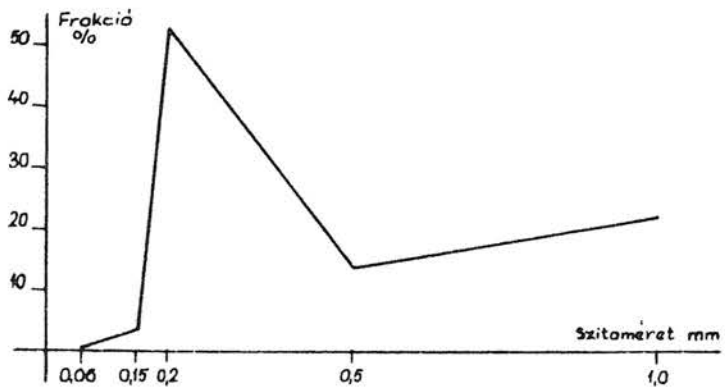
1. grafikon



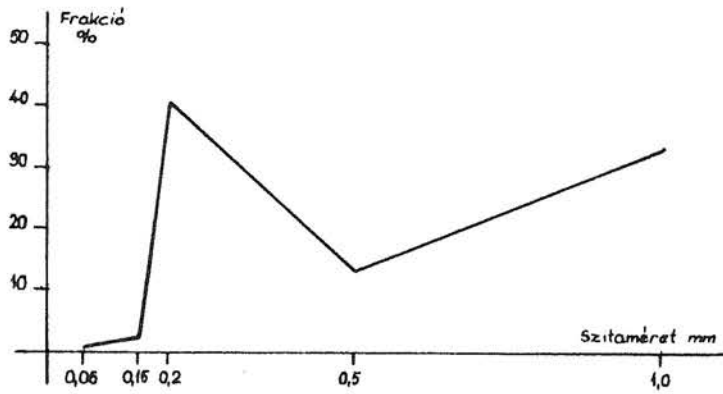
2. grafikon



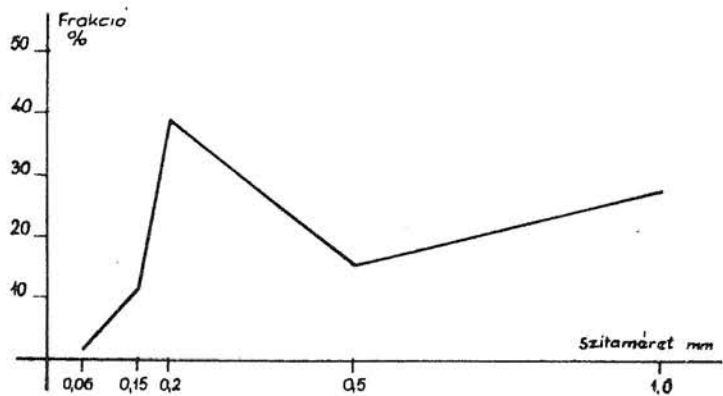
3. grafikon



4. grafikon



5. grafikon



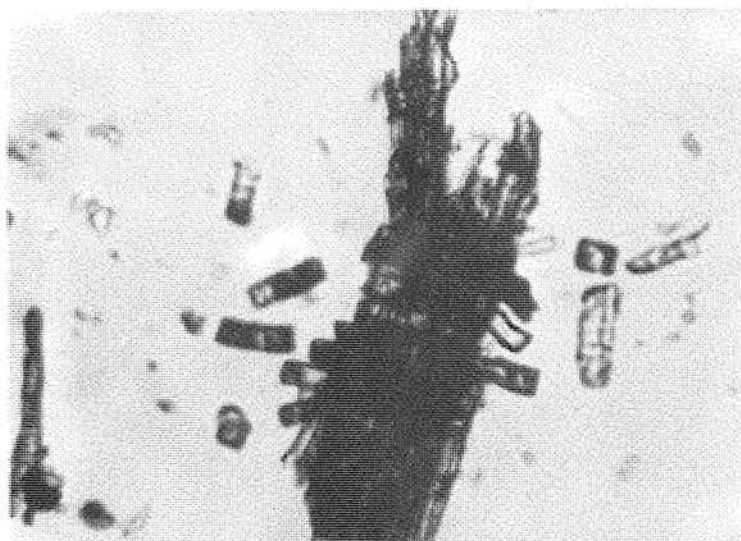
6. grafikon

A kísérletek átlageredményeiket tekintve erősen eltérnek a korábbi labor és üzemi frakcióvizsgálatok eredményeitől. A 2. és 3. táblázatban a 0,06 és 0,15 méret együttesen az összmennyiség 52-57%-át teszi ki, míg a jelenlegi vizsgálatoknál a legrosszabb esetben sem haladja meg ez az érték az összmennyiség 25%-át. Ennek ugyan részben a laboratóriumi rostosítóból eredő oka van, de az előkezelési idő meghosszabbításának javító hatása kétséget kizáróan bizonyított. A veszteségszázalék ugyancsak a legrosszabb esetben is csak a fele a korábbi vizsgálatoknál tapasztaltaknak.

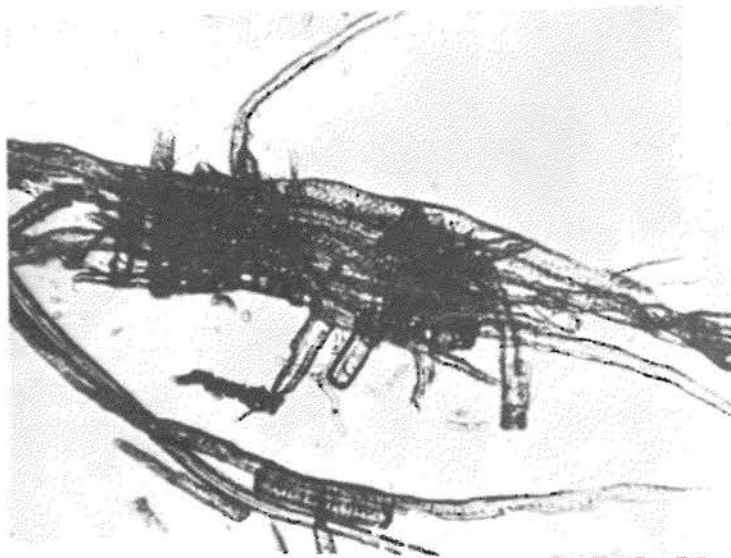
Az egyes frakcionálási vizsgálatokkal párhuzamos mikroszkópos vizsgálatok adatai érdekesen egészítik ki a kísérleti eredményeket. A rostfrakciók eloszlásától szinte teljesen függetlenül a képződő 0-rostok aránya csaknem változatlan.

Az 1. mellékletből látható, hogy a defibrálási paraméterek változtatása nincs kimutatható hatással a 0-rostok mennyiségére. A fafaj jellemzője, hogy a képződő rostanyagban 70-80% olyan törmelékanyag található, amely főleg bélsugár, edény és egyéb parenchimaszövet roncsolt darabkáiból áll.

Ennek egy része olyan törmelékké alakul, mely az elfolyó vízzel távozik, és semmiféle mechanikus módszerrel nem választható ki a vízből. A visszamaradó törmelékrost viszont berakódik az ép rostok közé, és ezzel a lemez strukturáját tömörebbé, nehezebbé teszi. Éppen ezért, véleményünk szerint igen fontos a defibrálással előállított ép rostok és viszonylag ép rostok mennyiségi arányának növelése. Ebből a szempontból a defibrálás során egyben maradt rostkötegek további szétválasztásának módja sem közömbös.



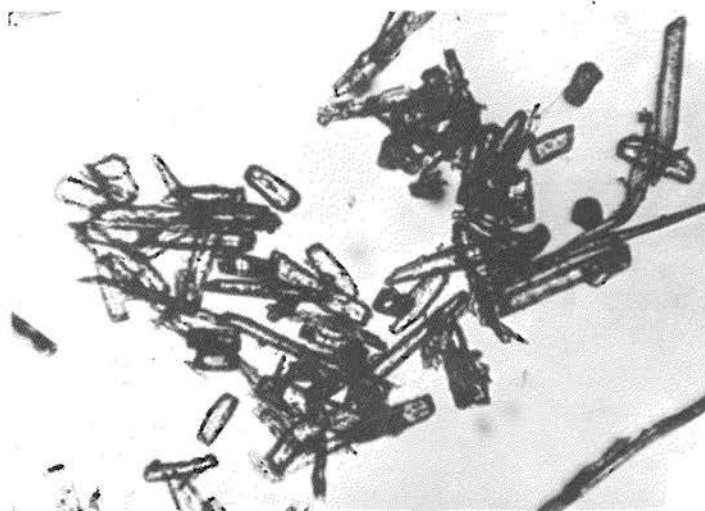
4. fénykép
Parenchimaszövet radiális metszete
/M = 1:120/



5. fénykép
A rostosítás során keletkezett összefüggő rostköteg,
összekötő parenchimaszövet darabokkal
/M = 1:120/

tákon átfolyt és csak a végén fennmaradt ép, és kvázi ép rostok részarányát.

Megjegyezzük, hogy a O-rostok és a hasznosíthatatlan törmelék mikroszkóposan meghatározott darabszámának százalékos aránya némiképp félrevezető, mert ezek a farrészecskék súly szerint nem képviselnek ilyen magas arányt. /Pl. az $1\ \mu\text{m}$ méretű bélsugárrészecske is egy darabnak számít a csaknem 1000-szer nagyobb ép rosttal szemben. Ebben a vonatkozásban a valóságnak sokkal inkább megfelel a frakcionált rostok súlyaránya, de itt viszont nem lehet figyelembe venni az egyes szí-



6. fénykép
A defibrátumból kiszűrt O rostok képe
/M = 1:120/

4.4 Következtetések

A defibrálási kísérletek két alapvető megállapításra vezettek:

a/ A cserfa defibrálása során az anyag jellegéből következően viszonylag nagy mennyiségű O-rost és törmelékrost keletkezik. Ennek arányán a technológiával nem lehet változtatni. Ennek az anyagnak egy része visszatarthatatlanul veszteségbe megy az elfolyó vízzel. Más része az ép rostok között fennakadva töltőanyagként szerepel.

b/ A lapminőség szempontjából nagy szerepet játszó ép, és kvázi ép rostok mennyiségét a rostosítási idő nagymértékben befolyásolja ugyanazon def. sec. érték elérése mellett is. Az elvégzett kísérletek szerint a legjobb rostminőséget 5 perces előkezelés és 1 perces rostosítási idő alkalmazása esetén kaptuk.

E két megállapításból levonható az a következtetés, hogy: egyrészt további kísérletekre van szükség a O-rostok mennyiségének csökkentésére, ill. felhasználási lehetőségének megtalálására, másrészt figyelembe kell venni a megmaradt ép rostkötegek további szétválasztásából adódó minőségjavítás lehetőségét is.

Végül keresni kell a módját az olyan technológiának, amely a rostosítás során vagy a faanyag plasztifikálásával, vagy más módon csökkenti az abszolút anyagvesztést, illetve az ezzel járó vizes tisztítási és egyéb technológiai problémákat.

4.5 A raffinálás befolyása a rostfrakciók minőségi eloszlására

Tekintettel arra, hogy a defibrált rostanyag def. sec. értékei kissé alacsonyok és helyenként rostcsomókat tartalmaznak, szükség van a raffinálás műveletére. A kísérletek során ugyanazon anyagokkal raffinálás után újra frakcionáltuk és vizsgáltuk a frakciókép alakulását.

A raffinált anyagok def.sec. értékei a következők voltak: 17; 17,2; 21; 22,7; 19,2 és 18. A frakcionálás során kapott eredményeket a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat

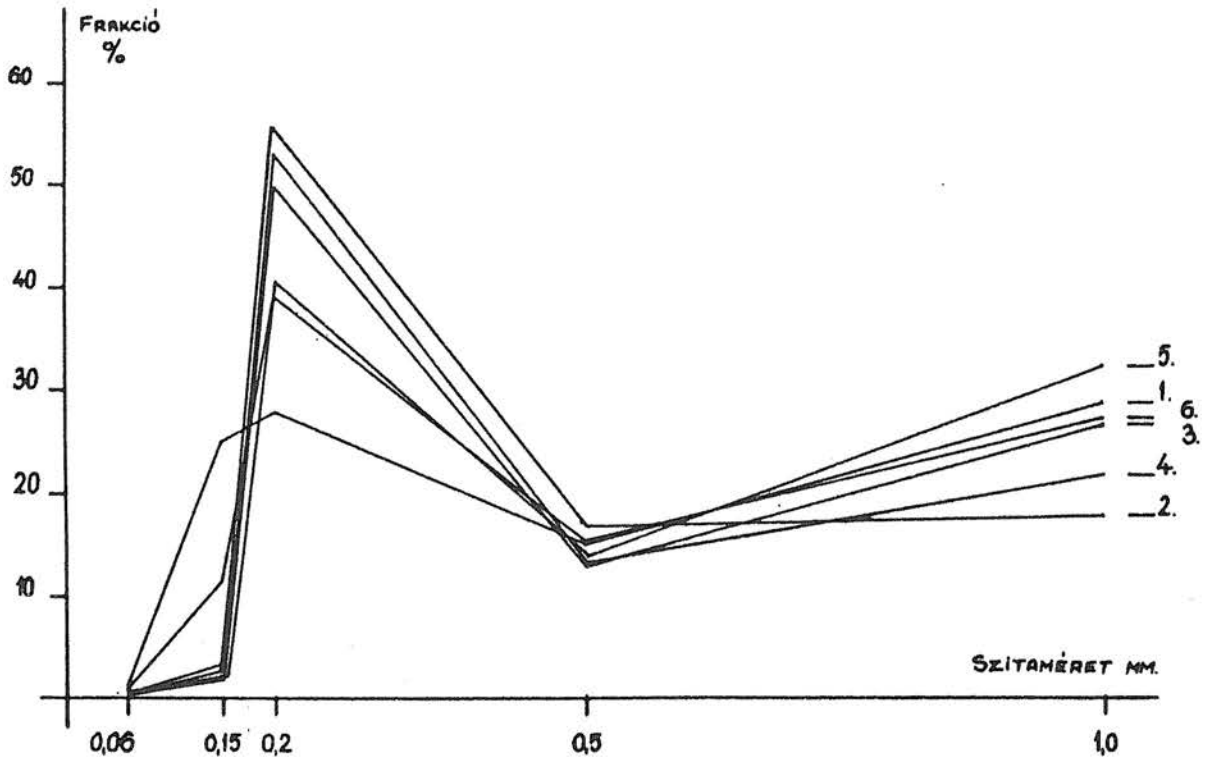
A raffinált rostanyagok rostfrakció-összetétele %-ban

Jel	Előkezelés min.	Rostosítás min.	S z i t a m é r e t e k					Veszteség %
			1,0	0,5	0,2	0,15	0,06	
1R	4	0,5	18,89	16,72	53,47	3,30	1,46	5,16
2R	4	1,0	9,54	10,44	70,56	5,30	1,06	3,10
3R	5	0,5	9,04	27,82	51,84	7,67	1,52	2,11
4R	5	1,0	10,66	21,99	10,32	7,05	46,36	3,62
5R	6	0,5	15,64	19,94	52,62	2,53	1,91	7,36
6R	6	1,0	11,09	24,37	51,01	3,66	0,77	9,10

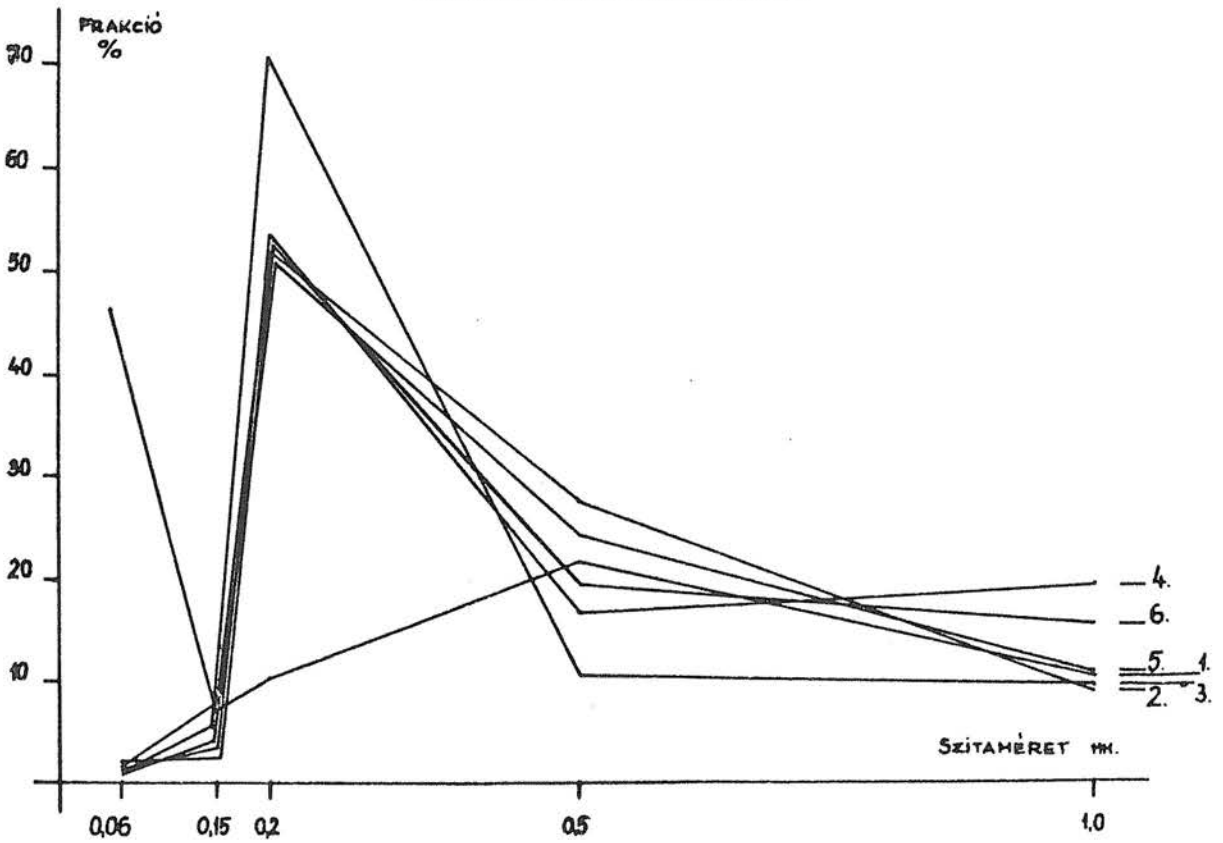
Az 1-6. grafikonokat egyberajzolva /7. grafikon/ látható, hogy a defibrált anyagok jelleggörbéi hasonlóak, csak az előbb már ismerttetett összefüggést mutatják a defibrálási paraméterekkel.

Hasonló módon, a raffinált anyagok rostfrakció-eloszlási görbéit hordtuk fel a 8. grafikonra. Itt is az előzőhöz hasonló, azonos tendenciájú jelleggörbéket kaptunk.

Ha összehasonlítjuk a 7. és 8. grafikonokat látható, hogy a tendenciák nem változtak, de a raffinálás némileg a kisebb méretek felé tolta el a görbéket. Csökkent az 1 mm, ill. ennél nagyobb rostanyag mennyisége /átlag 8-10%-kal/ és megnőtt a 0,2, ill. kisebb mértékben a 0,15-ös méretű frakció mennyisége. A változás nem jelentős, de a technológia szempontjából fontos megjegyezni, hogy ilyen eredményt csak nagyon óvatos, rövid raffinálással lehet elérni. Ellenkező esetben a törmelékrost mennyisége ug-rásszerűen megnő, ami a def. sec. értéket a szükségesnél magasabbra növeli és egyben erősen rontja a kész lapok hajlítószilárdságát. Mivel a laboratóriumi raffinátor ugyancsak különbözik az üzemittől, a raffinátortárcsák távolságbeállítását a megfelelő, kiméletes rostborcáshoz üzemi kísérletekkel kell elvégezni.



7. grafikon
Defibrált anyagok jelleggörbéi



8. grafikon
Defibrált és raffindlt anyagok jelleggörbéi

4.6 A rostosítási hőmérséklet befolyása

Az előkezelés és defibrálás időtartama mellett a harmadik tényező a rostosítási hőmérséklet. Ennek a paraméternek a vizsgálata azonban a laborberendezés adottsága miatt korlátozott. A maximális nyomás ui. 10 at, amelynél az üzemi defibrátor magasabb nyomáson működtethető. Az általunk vizsgálható intervallum 4-10 at volt.

Az elvégzett kísérletek szerint az előzőekben ismertetett 8 at nyomás és a 10 at nyomás alkalmazásával nyerhető rostminőség között kimutatható különbség nincs.

A nyomásérték 4 at-ra való csökkentése tulajdonképpen csak az elvi kérdés tisztázása végett szükséges, mivel ilyen kis nyomás mellett a defibrálás hatékonysága erősen csökken.

A laboratóriumi defibrátorban 4 at nyomással végzett rostosítás eredménye azt mutatta, hogy a nagyméretű rostok mellett a rostkötegek arányszáma megnőtt, ugyanakkor az abszolút veszteség - amely a parenchima-szövet törmelék és a 0-rostmennyiség egy részét tartalmazza, nem csökkent. Azaz, a 8 at alatt végzett rostosítás cserfa esetén a rostminőséget nem javítja, és az abszolút anyagvesztést sem csökkenti.

A konkrét eredmények a következők voltak:

Az abszolút veszteség a 4 at rostosítási nyomáson 9,9%, a szitavesztés 10,1% volt. Ez gyakorlatilag azonos a 8 at mellett 1 perces rostosítással végzett kísérlet eredményével. A szitafrakció eloszlása 33,93; 11,19; 9,86; 5,69; 19,38% volt, ami a 6. táblázat 5. jelű sorával összevetve nem mutat nagy különbséget. Valamivel egyenletesebb a 0,2 és 0,15-ös frakciók közti megoszlás. A lemezek 2% gyantát és 0,5% emulziót tartalmaztak. Az elkészült lemezeket kondicionáltuk, majd elvégeztük a szabvány hajlító és dagadási vizsgálatot - amelyek a lemez minőségét meghatározzák. A kapott eredményeket a 8. táblázat tartalmazza, az összehasonlíthatóság végett kerek 1000 kp/m³ térfogatsúly-értékre korrigálva.

8. táblázat

A különböző rostanyagok felhasználásával készült kísérleti lemezek vizsgálatának eredményei

Rostanyag jele	Nedvességtartalom %	Vastagság mm	Térfogatsúly kp/cm ³	Hajlítószilárdság kp/cm ²	Vastagsági dagadás 24 ^h %
1	7,2	3,06	1,000	405	14,09
2	7,8	3,30		458	15,04
3	7,8	3,10		400	16,70
4	8,3	3,25		451	13,05
5	8,3	3,30		392	14,02
6	6,7	3,08		441	16,25

A táblázat adatait vizsgálva azt találjuk, hogy a lapminőség és a rostfrakció vizsgálati eredményei között elég laza összefüggés van. Ez részben arra utal, hogy a frakcionálás eredményei nem jellemzik abszolút megbízhatóan a rostminőséget, másrészt általános tendenciájában alátámasztja azt a feltevést, hogy a törmelékrost mennyisége befolyásolja legjobban a lemezek minőségét. A vizsgálati eredmények alapján a következő konkrét megállapítások tehetők:

- az előkezelés időtartamának növelése csak csekély mértékben befolyásolja a hajlítoszilárdságot, és hatása nem mutatható ki a dagadásértékekkel;

- a rostosítási idő befolyása jelentős. 0,5 perces rostosításkor 392, 400 és 405 értékeket, 1,0 perces rostosításu anyagnál viszont 441, 450 és 458 kp/cm² hajlítoszilárdságot kaptunk. A vastagsági dagadásra fordított hatással van a rostosítási idő növelése. Fél percnél 13,05; 14,02 és 14,09 százalékot, egy perces rostosításnál 15,04; 16,25, ill. 16,70 százalékos eredményeket kaptunk;

- ezeknek az átlagoknak a szórása közel azonos, tehát az egyes rostminőségek megoszlása hasonló, ahogyan azt a frakcióábrák is mutatják;

- a vizsgált paraméterek közül optimálisnak tekinthető - a frakcionálási eredményekkel egybehangzóan az 5 perces előkezelés és 1,0 perces rostosítás. Ekkor kapjuk ugyanis a majdnem legmagasabb hajlítoszilárdságot /451/, illetve a legalacsonyabb vastagsági dagadást /13,05/;

- szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a labordefibrátorhoz hasonlóan a laboratóriumi lemezelőállítás is más mint az üzemi. A közölt eredmények tehát nem tekinthetők üzemileg reprodukálhatónak, azonban az összehasonlítás és értéksorrend szempontjából helyesek.

5. ROSTOSÍTÁSI KISÉRLETEK AMMÓNIA FELHASZNÁLÁSÁVAL

A továbbiakban az apríték vegyi kezelésével, lágyításával reméltük jobb eredmények elérését. Az ismert kémiai módszerek közül az ammóniás előkezelés alkalmazhatóságát próbáltuk ki.

A következőkben az elvégzett kísérleteket és azok eredményeit ismertetjük.

5.1 Az ammónia hatása a faanyagra

Az ammónia /NH₃/ enyhén sárgás színű, átlátszó, jellegzetesen szúrós szagu gáz. Kétféle alakban hozzák forgalomba: palackban, cseppfolyósítva az NH₃ gázt és vizes oldatában /= ipari ammóniaoldat 25 súlyszázalékos,

sűrűsége 20 C fokon $9,100 \sim 0,9060 \text{ g/cm}^3$ /. A faanyag kezelésére gáz alakban és vizes oldatában egyaránt fel lehet használni. Ammóniagázból a faanyag által felvett mennyiség egyenesen arányos a gáz nyomásával és a fa nedvességtartalmával. Ammónium-hidroxidban /szalmiákszeszben/ való kezeléskor a felvehető maximális ammóniamennyiség egyenesen arányos az oldat koncentrációjával, fordítottan arányos a faanyag nedvességtartalmával. /Ammónia felvételekor a faanyag a hidrotermikus kezeléshez hasonló változásokon megy át./ A hatás azonban sokkal intenzívebb és nagyobb mértékű.

A változások nagysága arányos a felvett ammónia mennyiségével. Kiszáritás, ill. az ammónia eltávolítása után a faanyag többé-kevésbé eredeti jellemzőit nyeri vissza.

Az ammónia hatását egyes fenyőfajokon, bükk, nyár és nyír fafajokon próbálták ki. Cserfával végzett kísérletekről irodalmi adatot nem találunk. Általában a hatás lombos fáknál nagyobb mértékű, mint fenyőknél.

Az ammóniagáz nyomás alatt rövidebb idejű kezelést tesz lehetővé, mint az ammónium-hidroxidban áztatás. Technológiai és egyéb okok miatt azonban mégis általában inkább az utóbbi módszert alkalmazzák.

A szövetek általános deformálódása molekulaszervezeti átalakulásokra vezethető vissza. Az ammónia közel teljesen feloldja a középlamellát /elsődleges sejtfal/, kioldja a másodlagos sejtfal lignintartalmának nagy részét, beépülve így a cellulóz micellái közé. A ragasztóanyag szerepét betöltő ligin és hemicellulóz oldásával, a cellulóz kristályszerkezetének deformálásával magyarázható a rostok közti kötőerő csökkenése, a sejtfalak megduzzadása, az egész faanyag plasztifikálódása.

Az ammónia lágyító hatását elsősorban a fa hajlításakor és tömörítésekor használták fel. Farostlemezipari felhasználással kapcsolatban néhány faipari kutatóintézet kísérletéről tájékozódunk. A kísérletek célja minden esetben fenyő alapanyag könnyebb és gazdaságosabb rostosíthatósága volt. Lombos fafajokkal végzett kísérletekről nincs tudomásunk.

Farostlemezgyártással kapcsolatos néhány külföldi kísérlet eredménye:

- AZ NDK faipari kutató intézetében elvégzett kísérlet szerint a terület felületére porlasztott 20%-os NH_4OH oldat sikeresen növelte a kész lemezek szilárdságát.

- Finnország faipari kutató intézetében a *Mason*-féle rostosítást alkalmazták úgy, hogy gőz helyett ammóniát használtak. Az előkezelő-lágyító térben a faapritékhoz NH_4OH -t vezettek. A keveréket 100°C -ra melegítették fel. Ezzel a belső tér nyomása 47 at-ig emelkedett. Az előkezelés időtartamát 15-30 min között változtatták. Az eljárás eredményeként hosszú, ép rostok keletkeztek, a kész lemez szilárdsága jelentősen megnőtt, a rostkihozatal 85-90%-os lett.

Kísérleteinkben a cserfaapriték ammónium-hidroxidos áztatásához légmentesen lezárható tartályt használtunk. A tartályhoz 1 at-ás vákuumot

előállító vákuumszivattyút csatlakoztattunk. Az apríték behelyezése után a kamrában 1 at-ás vákuumot hoztunk létre, majd ezzel felszivattuk az ammóniát a tartályból. Elárasztás után a vákuumot megszüntettük, tehát az áztatás normál légköri nyomáson történt.

5.2 Ammóniával előkezelt cserfa rostosításának laboratóriumi kísérlete

5.2.1 A kísérlet megtervezése

A hagyományos módon végzett rostosítási kísérletek eredményei meghatározzák az ammóniás előkezeléssel végzendő rostosítási kísérletek célját; hasonló, vagy még jobb minőségű rostanyag előállítása a gazdaságosság megtartása mellett.

A kísérlet tervezésekor - az általunk használt eszközök és berendezések műszaki lehetőségein kívül - elsősorban az optimális technológia nagyüzemi alkalmazhatóságát vettük figyelembe: olyan technológiát és olyan rostosítási paramétereket kell választanunk, melyek az eljárás nagyüzemi bevezetését lehetővé teszik.

Az ammóniás kezelés módszerének és paramétereinek meghatározásához az 5.1 fejezetben leírtakat kell figyelembe venni. Az aprítékot ammóniagázzal és ammónium-hidroxiddal lehet kezelni. Defibrálásakor a két eljárást együttesen alkalmazzuk, mert a rostosító tér magas hőmérséklete és a rostosításkor keletkező hőmennyiség az ammóniát felszabadítja oldatából. Kísérleteink során ezért csak vízben oldott ammóniát alkalmaztunk. Az 5.1 fejezetben ismertetett rostosítási kísérletben 47 at nyomáson 15-30 perces lágyítási idővel jó eredményt értünk el. A mi berendezéseink az alkalmazható nyomást 0, ill. 12 at-án maximálják. Ezért a kísérlet eredményeit ismerve az áztatási időt több órában kell megszabni. A kialakítandó eljárás nagyüzemi alkalmazhatóságát figyelembe véve legfeljebb többórás előkezelési idő lehetséges. Az ammónium-hidroxidos előkezelés, rövidebb előkezelési idő esetén a rostosítóban, hosszabb előkezelés alkalmazásakor a rostosító előtt levő tartályban történhet. Mindkét módszer megvalósítható laboratóriumban is. A rostosító előtti kezelést az 5.1 fejezetben ismertetett tartály alkalmazásával végeztük el. A defibrátor rostosító terébe a zsilipelő rendszeren keresztül lehet ammóniát juttatni. Az ammóniás előkezelés a normál gőzöléses előkezeléssel is összekapcsolható. A bevezetett gőz biztosítja az apríték gyorsabb felmelegedését, sőt hosszabb gőzölés esetén lehetséges, hogy az ammóniás lágyítást is elősegíti.

Ezen szempontok figyelembevételével négy különböző előkezelési technológiát terveztünk. Az egyes rostosításokhoz felhasznált apríték atromennyisége, nedvességtartalma megegyezett a normál kísérletekhez felhasz-

nált apríték adataival. Az alapanyag nedvességtartalmát a már ismertetett módon tartottuk állandó értéken. Ammóniás áztatás esetén egy-egy előre ki-mért aprítékadagot tettünk NH_4OH -ba a megfelelő időtartamig. Az oldat töménységét hőmérsékletének és fajsúlyának mérésével táblázatból határoztuk meg: a kísérletek során 19-23% között változott.

Kísérleteink kiértékeléséhez a következő jellemzőket mértük:

- a defibrátor által rostosítás közben felvett áram erőssége /nem abszolút csak arányos érték/;
- a defibrált rostanyag őrlésfoka, frakcióeloszlása /def. sec. érték/ és nedvességtartalma.

5.22 A kísérlet elvégzése és eredményeinek kiértékelése

a/ Az első kísérletsorozatban az aprítékot többórás /0,25-4,0 óra/ idő tartamig NH_4OH -ban áztattuk. A rostosítást közvetlenül az áztatás után végeztük. Minden kísérletnél 6 at-ás gőzt és 0,5 perces előkezelési időt alkalmaztunk. A félperces előkezelés felmelegíti, de nem lágyítja meg az aprítékot, kimutathatóvá válik tehát az ammónia hatása. A kísérletsorozat célja az ammóniás áztatás lehetséges minimális idejének meghatározása volt.

Először 1,0 perces rostosítási /R/ és 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 órás áztatási /E/ idővel végeztünk kísérletsorozatot.

A 46%-os nettó nedvességtartalmu apríték által felvett NH_4OH mennyiségét sulyméréssel határoztuk meg. Az adatokat a 9. táblázat tartalmazza.

9. táblázat

Áztatással felvett NH_4OH oldat mennyisége az áztatási idő függvényében

Áztatási idő h	Súly áztatás után kg	Felvett NH_4OH oldat	
		kg	% atrosulyra
0	0,510	-	-
0,5	0,620	0,110	31
1,0	0,650	0,140	40
2,0	0,675	0,165	47
3,0	0,650	0,140	40
4,0	0,660	0,150	43

Az apríték várt plasztifikálódására azonban sem az áramerősség, sem az őrlésfok csökkenése nem utalt. Az ampermérő jóval magasabb teljesítményfelvételt mutatott mint gőzöléses lágyítás esetén, a keletkezett rost őrlésfoka pedig növekedett és nem csökkent az áztatási idő növelésével. A jelenséget az apríték rostosításakor végbemenő kiszáradással magyaráztuk. Igazolással 1 órán keresztül NH_4OH -ba áztatott $A_m = 1,0$ aprítékot rostosítottunk különböző rostosítási idővel. Közvetlenül a defibrálás után /kiszáritással/ megmértük a rostanyag nedvességtartalmát. A méréseredményeket a 10. táblázatban közöljük.

10. táblázat

A rostanyag nedvességtartalmának alakulása ammóniás előkezelés esetén a rostosítási idő függvényében

A rostosítás jele	R min	u %
I/3	0,5	128,6
II/3	0,75	110,0
III/3	1,00	105,6
IV/3	1,25	90,4

A rostosítási idő növelésével csökken a rostanyag nedvességtartalma. Összehasonlításként a 11. táblázatban bemutatjuk a normál gőzöléssel /6 at-ással/ előkezelt, 0,75 percig rostosított rostanyag nedvességtartalmának alakulását az előkezelési idő függvényében.

Igaz tehát, hogy az ammónium-hidroxidba áztatott apríték a rostosítás közben kiszárad. A faanyag és a rostok törékennyé válnak, rostosításuk nehezebb lesz, nagyobb teljesítményfelvételt igényel. A felvett áramerősség minden esetben 20-ról 60 A-ra növekedett a rostosítás közben. Lényegtelen, hogy az áztatás alatt az apríték milyen mértékben plasztifikálódott. A rostosítás közben eltávozik az ammónia és a víz a rostanyagból, a rostosítás őrléssé válik.

Az ammóniás áztatás után végzett rostosítás kísérleteinek adatait a 12. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat adataiból látszik, hogy a kísérletek sok bizonytalansági tényezőt tartalmaztak. /Pl.: a felvett NH_4OH -ból különböző mennyiségű NH_3 párolog el a rostosítás megkezdéséig./

11. táblázat

A rostanyag nedvességtartalmának alakulása normál előkezelés esetén a gőzölési idő függvényében

A rostosítás jele	E min	u %
III/1	0,5	158
III/2	1,0	118
III/3	2,5	180
III/4	5,0	228
III/5	7,5	309
III/5	10,0	345

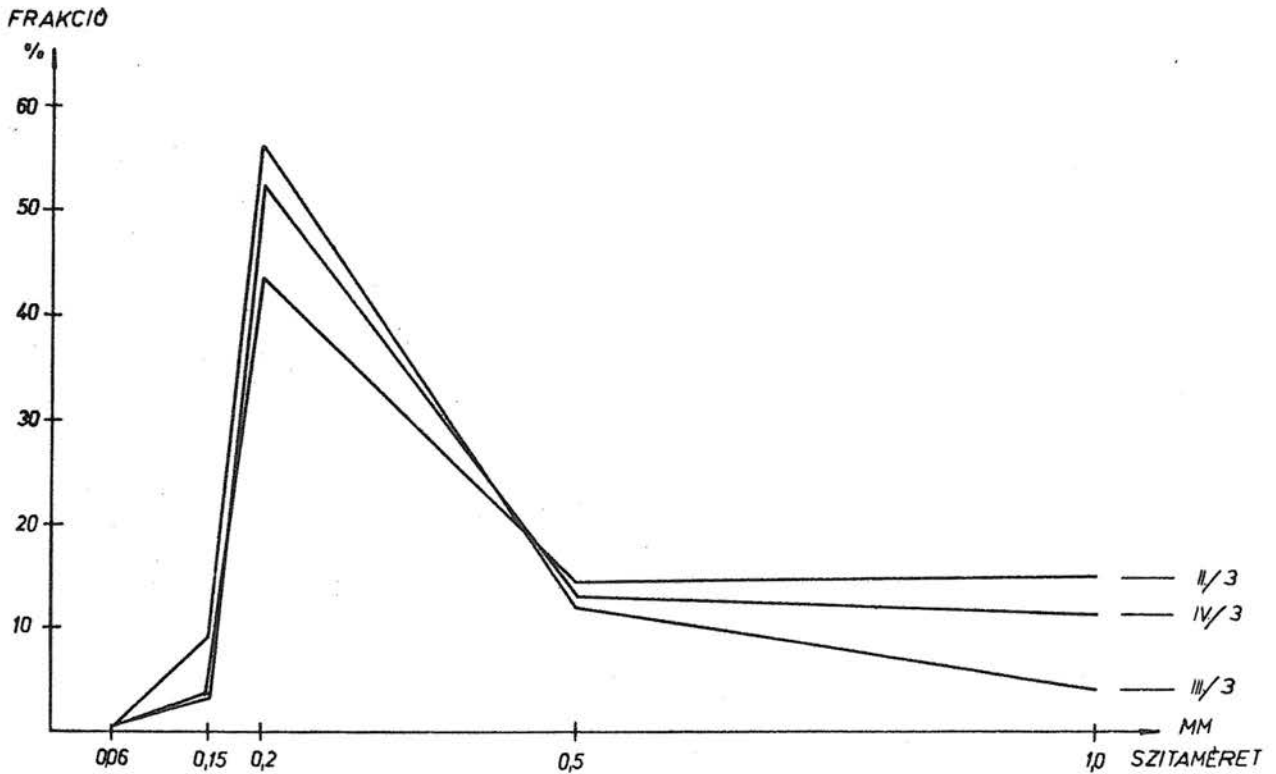
R = 0,75 min

12. táblázat

Az ammóniás áztatással előkezelt rostanyag jellemzői

Szám	Szám	I.		II.		III.		IV.	
	R_{min}	0,5		0,75		1,0		1,25	
	A_{m_h}	d.s.	A	d.s.	A	d.s.	A	d.s.	A
1.	0,25	-	-	-	-	15,2	60	-	-
2.	0,5	-	-	-	-	16,8	19	-	-
3.	1,0	15,0	20	20,6	20-60	21,9	20-60	20,2	20-60
4.	2,0	-	-	-	-	22,2	20-60	-	-
5.	3,0	-	-	-	-	22,5	20-60	-	-
6.	4,0	-	-	-	-	23,0	60	-	-

A rostfrakcionálás nagy mennyiségű apró frakció jelenlétét mutatja. A mért adatok összefoglalását a 9. grafikon tartalmazza.



9. grafikon
 Ammóniás áztatással előkezelt apríték rostosítással kapott rostanyag
 frakció-eloszlása

b/ A második kísérletsorozatban közvetlenül a defibrátorban előkezeltük az anyagot. A felhasznált NH_4OH mennyiségét 0,2 l-ben határoztuk meg. A 9. táblázat szerint ez a mennyiség 8-10 órás áztatás alatt felvett ammónia-oldatnak felel meg. A nagyobb mennyiséggel /0,13-0,15 l-ről 0,20 l/ azt próbáltuk elérni, hogy az ammónia a rostosítás alatt is a rostanyagban maradjon. Az oldatot zsilipelő berendezés segítségével juttattuk a rostosító-térbe úgy, hogy a zsilipkamrába néhány másodpercig 3 at-ás gőzt engedtünk. Célunk a lehető legtöbb ammónia elpárologtatása volt, ezért a defibrátor köpenyterét 9 at-ás gőzzel fűtöttük fel /174,53°C/. A rostosító térben az előkezelés kezdetekor meglevő 3 at-ás nyomás az apríték hűtőhatása miatt minden esetben 2,5 at-ra lecsökkent. Ez a 2,5 at 0,75 perc rostosítás alatt 7 at-ra növekedett. A nyomás növekedése az ammóniaoldat hőmérsékletének növekedése miatt bekövetkező párolgással magyarázható. Az oldat hőmérséklete a rostosításkor keletkező hőmennyiség és a rostosító tér belső falán való szétkenődés miatt emelkedett.

A kísérletek során 0,75 és 1,0 perces előkezelési /E/ időt alkalmaztunk. Az egyes rostosítások adatainak összefoglalását a 13. táblázat tartalmazza.

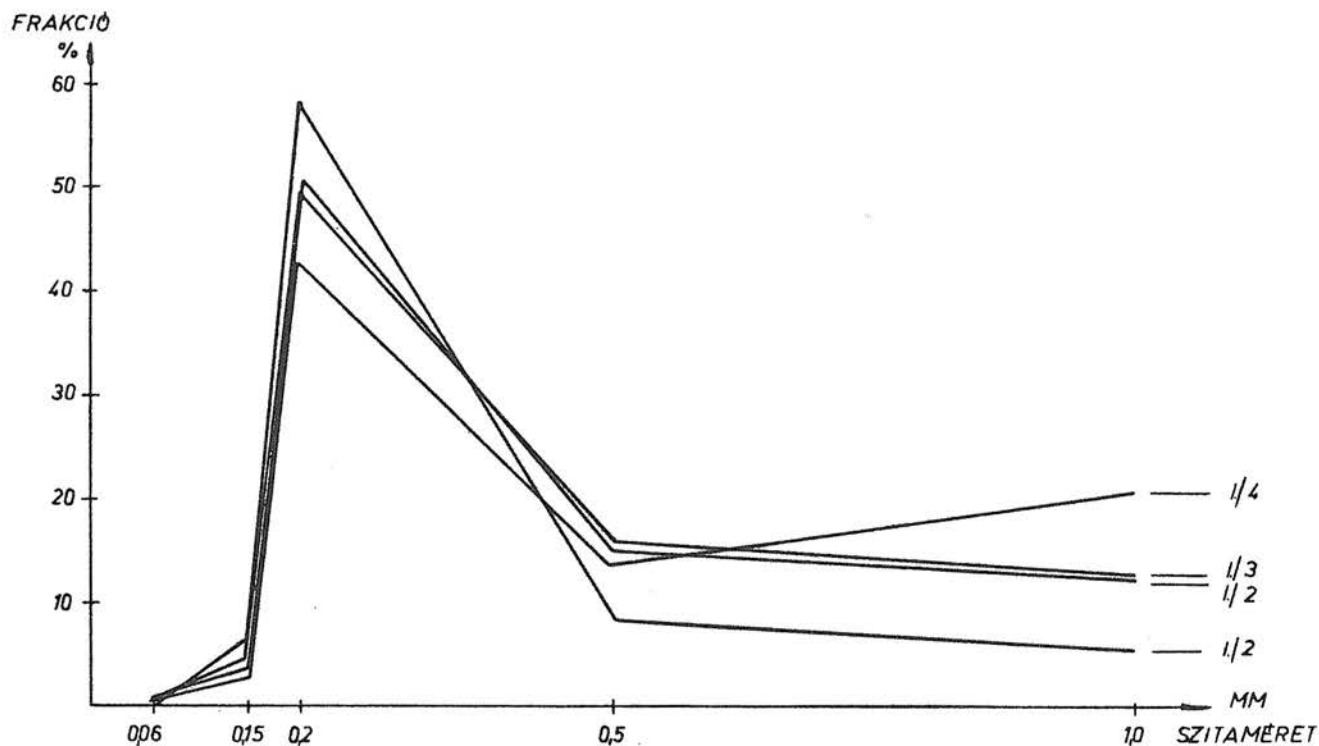
13. táblázat

Az ammóniával közvetlenül a rostosító térben előkezelt rostanyag jellemzői

Szám	Szám	I.		II.	
	R_{min}	0,75		1,0	
	E_{min}	d. s.	A	d. s.	A
1.	2,5	13,9	60		
2.	5,0	22,6	60	18,0	20-60
3.	7,5	31,1	60		
4.	10,0	18,3	60		

A 13. táblázat az ammóniás áztatással megegyező hatást mutat. A felhasznált áramerősség közel 60 A-es értéke, és az előkezelési idő növelésével emelkedő def. sec. érték egyértelműen arra utal, hogy a rostosítás közbeni kiszáradás ismét bekövetkezett. A rostanyag nedvességtartalma is ezt igazolta: minden esetben 70-80% volt. Ismét meghatározhatatlan /és lényegtelen is/ az apríték plasztifikálódásának mértéke.

A frakcionálást a 10. grafikon tartalmazza. A 10,0 perces előkezelés ugyan a 0,2 mm-es frakció csökkentésével 20%-ra növelte az 1,0 mm-es frakciót, de a 20%-os veszteséget nem csökkentette jelentős mértékben.



10. grafikon
Közvetlenül a rostosítótérben ammóniával előkezelt apríték rostosításával kapott rostanyag frakció-eloszlása

A kísérletsorozat befejeztével az ammóniaoldat mennyiségének növelésével is próbálkoztunk. A mért őrlésfok és főként az áramerősség szerint azonban nem következett be változás. A $0,3 \text{ l NH}_4\text{OH}$ oldat alkalmazásakor $|B| = 0,3|$ a rostosító tér nyomása 11,5 at-ra emelkedett /megengedett: max. 12 at/ az oldat mennyiségét ezért nem lehet tovább növelni.

c/ A kizárólag ammóniával végzett előkezelés kudarcát az okozta, hogy az ammónia feltételezhető lágyító hatása a rostanyag kiszáradása miatt nem tudott érvényesülni. Ezért a következő két kísérletsorozatban az eddigi ammóniás előkezelést normál gőzöléssel kombináltuk.

Ammóniás áztatás és gőzölés együttes alkalmazásakor minden esetben 1,0 órás áztatási időt $|Am| = 1,0|$ és 6 at-ás gőzt alkalmaztunk. A rostosítási idő $|R|$ 0,75 perc, az előkezelés ideje $|E|$ 1,0; 2,5; 5,5; 7,5 és 10,0 perc volt.

Az őrlésfok és a felvett áramerősség alakulását az előkezelés idejének függvényében a 14. táblázat tartalmazza.

A rostanyag mért nedvességtartalma azonos a csak gőzöléssel előkezelt rostanyag nedvességtartalmával.

14. táblázat

Az ammóniás áztatás és gőzölés kombinálásával előkezelt rostanyag jellemzői

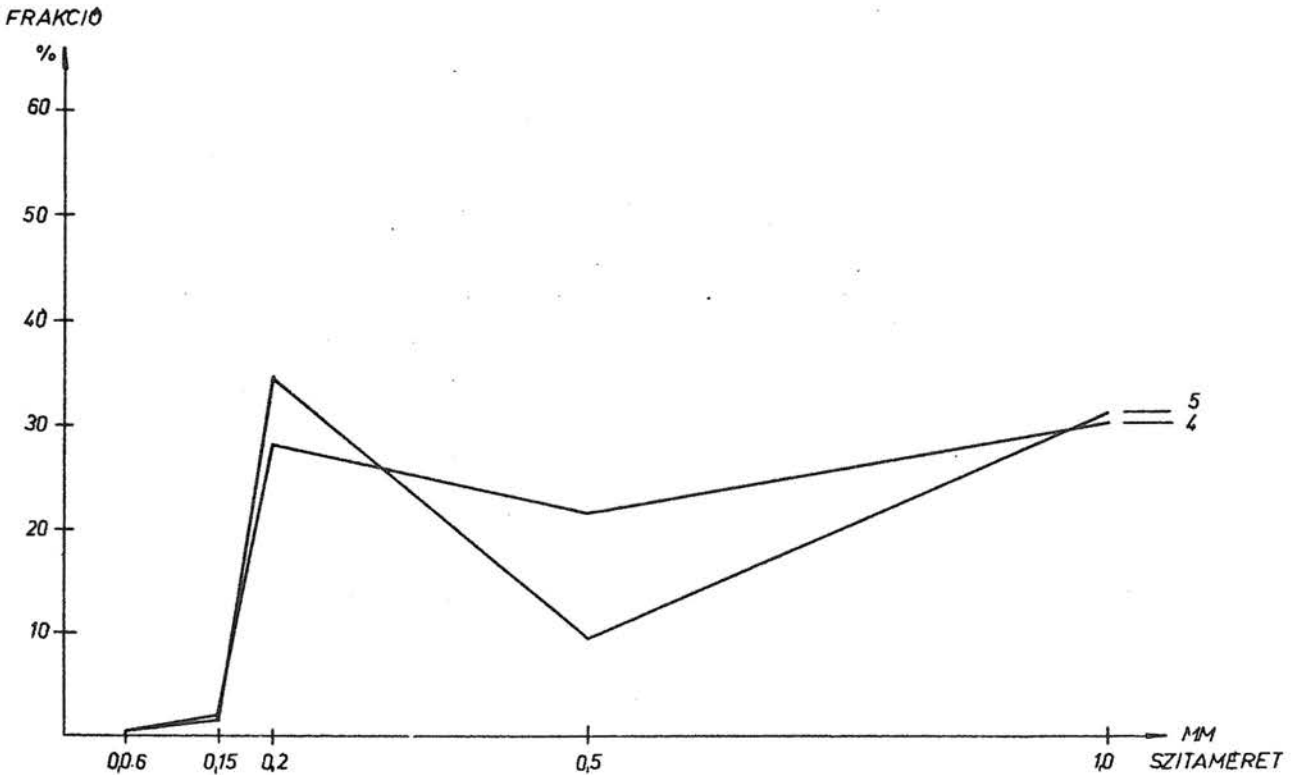
Szám	E_{min}	d. s.	A
1.	1,0	19,2	20
2.	2,5	19,1	18-20
3.	5,5	17,6	16-14
4.	7,5	16,6	17-13
5.	10,0	16,8	16-13

$A_m = 1,0$ h

$R = 0,75$ min

/20%-os veszteség/. Egyedül az 1,0 mm-es frakció 30%-os mennyisége utal az ammónia plasztifikáló hatására.

A kiszáradás tehát nem következett be. Valószínű azonban, hogy a 14. táblázatból kiolvasható plasztifikálódás /az előkezelési idő növelésével csökken az őrlésfok és a felvett áramerősség/ inkább tulajdonítható a gőzölés mint az ammónia lágyító hatásának. A plasztifikálódás kisebb mint kizárólag gőzzel való előkezeléskor volt. Ezt igazolja a frakcionálás 11. grafikonon közölt eredménye is



11. grafikon
Ammóniás áztatás és gőzölés kombinálásával előkezelt aprítás rostosításakor kapott rostanyag frakció-eloszlása

d/ A következő kísérletsorozatban az előkezelést közvetlenül a rostosító térben a zsilipkamrán keresztül bejuttatott 0,2 l ammóniaoldat /B/ és 6 at-ás gőz együttes alkalmazásával végeztük. A rostosítás ideje /R/ 0,75 perc, az előkezelés ideje /E/ 1,0; 3,5; 5,5; 7,5 és 10,0 perc volt.

Az őrlésfok és a felvett áramerősség alakulását az előkezelési idő függvényében a 15. táblázat tartalmazza.

A nedvességtartalom /u %/ adatai szerint az anyag kiszáradása most sem növetkezett be. Az őrlésfok és az áramerősség értékei szerint a plasztifikálódás olyan mértékű, mint normál gőzölés esetén.

A rostfrakcionálás 12. grafikonon közölt eredményei viszont a veszteség csökkenését mutatják.

15. táblázat

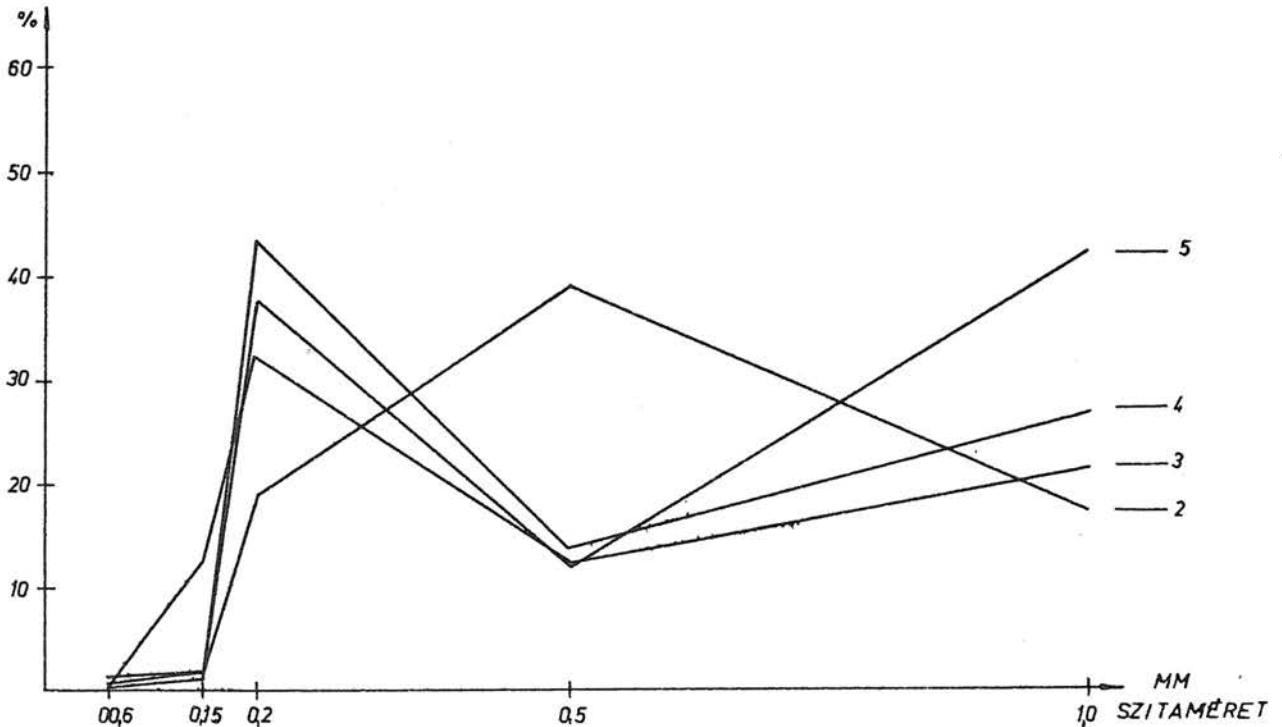
Közvetlenül a rostosító térben ammóniás áztatás és gőzölés kombinálásával előkezelt rostanyag jellemzői

Szám	E_{min}	d.s.	A
1.	1,0	23,3	18
2.	3,5	25,6	18
3.	5,5	16,5	18-17
4.	7,5	19,7	17-14
5.	10,0	14,8	16-14

B = 0,2 l

R = 0,75 min

FRAKCIÓ



12. grafikon

Közvetlenül a rostosító térben ammóniás áztatás és gőzölés kombinálásával előkezelt rostanyag frakció-eloszlása

A normál eljárással azonos rostosítási paraméterekkel rostosított és azonos őrlésfoku rostok eltérő frakcióeloszlása egyértelműen az ammónia hatására enged következtetni.

5.3 A kísérletek eredményeinek értékelése

A kísérletek eredményei szerint a csak ammóniával végzett előkezelés a rost kiszáradása miatt nem alkalmas a rostosításra; az ammóniás előkezelés és a gőzölés kombinálása a normál előkezeléssel végzett rostosításnál valamivel jobb frakcióeloszlást eredményez. A legegyszerűbb és egyben legjobb módszer, ha az ammóniás előkezelést közvetlenül a defibrátor előkezelő terében, annak hőmérsékletén és nyomásán, gőzöléssel együtt végzik.

Azonban a rostanyag jellemzőinek kismértékű javulása önmagában nem indokolja az ammóniás előkezelés bevezetését. A bevezetéshez szükséges műszaki, munkaegészségügyi és környezetvédelmi beruházások aránytalanul magas költséggel járnának.

Ö S S Z E F O G L A L Á S

A cserfa farostlemezipari felhasználásának egyik legfontosabb kérdésére ad választ az előzőekben ismertetett kutatás. A cseranyagból előállítható rostok minősége és a legjobb minőséget biztosító rostosítási technológia elvi, laboratóriumi tisztázása a jó rostalapanyag üzemi gyártásának is előfeltétele.

A kutatási eredmények azt bizonyítják, hogy a cser - ellentétben a többi lombos fával - szöveti tulajdonságai következtében a leggondosabb rostosítási technológia alkalmazása mellett sem ad jó minőségű, jól filcelődő, rugalmas rostanyagot. Az ammóniás lágyítással sem tudtunk eredményt elérni; a bekövetkezett minimális javulás nem áll arányban a megnövekedett költségráfordításokkal, mert a paplanképzés, a vitzelenítés, a préselés és a returviz tisztítása több problémát okoz. A rostosítási paraméterek bármilyen variációja mellett is nagyon sok törmelék és O-rost keletkezik, mivel a cserfa szilárdító szöveteihez képest a parenchyma-szövetek vannak tulsúlyban.

A keletkező, filcelődésre nem képes törmelék okozza a főleg a vitzelenítési és vitzisztítási nehézségeket. Ebből következik, hogy a cser farostlemezipari felhasználását alapvetően a nedves gyártási eljárás helyett a száraz lemezgyártási technológia adná meg.

Ismeretesek a száraz és nedves eljárás közti verseny érvei és ellen-
érvei, az előnyök és a hátrányok. Megállapíthatjuk, hogy jelen kutatási
eredmények a száraz eljárás mellett szólnak. A száraz lemezgyártásnál a
rostanyagban levő törmelék- és O-rostok nem távoznak el a vízzel, hanem
a légsodrásos terítés során finom fedőréteget alkotnak. A hőprésben nincs
kinyomott víz, amely a még bennmaradt apró frakciót magával sodorja és el-
tömi a szitákat.

Mivel a jelenlegi gyártás nedves eljárású, az ismertetett problémák
megoldására csak olyan javaslatok tehetők, amelyek csökkentik az anyag-
vesztést és részben javítják a rostanyag minőségét. Ezek a javaslatok
a következők:

- az előkezelési időt olyan mértékben célszerű meghosszabbítani, ameny-
nyire ezt a defibrálást követő műveletek egyáltalában megengedik a kapaci-
tás lényeges csökkentése nélkül;

- a rostosítási nyomást célszerű 10 at alá csökkenteni, s a rostosítás
idejét is az előkezelésnek megfelelően növelni;

- a raffinálást röviden és kiméletesen kell végezni, esetleg elhagyni.
Ez utóbbit csak üzemi kísérlettel lehet eldönteni;

- célszerű lenne a hosszabb víztelenítés is, azonban ez kapacitás-
csökkenés nélkül nem oldható meg, ezért az egyéb nehézségek ismeretében
nem javasolható;

- az elvégzett kísérletek alapján az ammóniás előkezelés nagyüzemi be-
vezetése sem javasolható.

A HAZAI FANYERSANYAGOK KOMPLEX HASZNOSÍTÁSÁNAK KONCEPCIÓJA

DR. SZABÓ KÁROLY

tud. főosztályvezető, okl. faipari mérnök,
a műszaki tudományok kandidátusa

B E V E Z E T Ő

A magyar erdőgazdálkodás gazdaságosságának növelése, a faipari termékek export-import mérlege passzívájának csökkentése parancsolóan írja elő a faipar műszaki fejlesztését. Olyan műszaki fejlesztést, mely biztosítja:

- a rendelkezésre álló fanyersanyag optimális termékválasztékká való feldolgozását,
- a termékek készültségi fokának növelését,
- az eddig iparilag nem hasznosított, kis értékű erdőgazdasági választékok ipari termelésbe való bevonását,
- az ipari hulladék nagy értékű ipari terméké váló továbbfeldolgozását.

E célok megvalósítása, a műszaki fejlesztési koncepció megalapozása végett:

- meghatároztuk az 1985-ben és 1990-ben kitermelésre kerülő hazai fa-tömeget, erdőgazdasági választékait, valamint a számba vehető importot,
- megterveztük az ebből gyártható leggazdaságosabb termékválasztékot, a termékek optimális készültségi fokát,
- az erdőgazdasági vékonyfa, az ipari hulladék továbbfeldolgozásának módját,
- prognosztizálva a belföldi faanyagszükségletet, főbb választékonként, felhasználási területenként meghatároztuk az exportlehetőségeket.

A hazai termelési lehetőségek, a hazai szükséglet, a tartósan lekötött import és az export érdekeinek figyelembevételével - a fa komplexebb hasznosítását szem előtt tartva - az elsődleges faipar műszaki fejlesztési szükségletei 1990-ig a következők szerint határozhatók meg.

1. táblázat

Az 1985-ben kitermelhető fatömeg erdőgazdasági választéka fafajonként

/országos/

M.e.: 1000 m³

Választék	Tölgy	Bükk	Cser	Akác	Gyertyán	Egyéb kemény	Nemes nyár	Hazai	Éger	Hárs	Egyéb lágú	Fenyő	Mind-össz.
Iparifa	547	341	492	497	160	75	1112	199	67	21	198	391	4100
<u>ebből:</u>													
rönk	275	170	95	110	50	35	407	56	22	9	26	173	1428
feld. fa	177	39	81	170	18	20	142	25	4	3	5	65	749
bánya heng. fa	55	-	38	97	-	-	-	-	-	-	-	-	190
papirfa	-	82	193	-	40	-	308	43	9	-	60	69	804
rostfa	-	20	85	70	47	10	255	75	28	7	104	53	754
egyéb heng. ip. fa	40	30	-	50	5	10	-	-	4	2	3	31	175
Vastag tűzifa	319	132	396	297	213	101	90	10	4	4	8	12	1586
Vastagfa összesen	866	473	888	794	373	176	1202	209	71	25	206	403	5686
Vékony tűzifa	234	67	142	436	67	34	42	17	13	7	13	42	1114
Nettó fatömeg	1100	540	1030	1230	440	210	1244	226	84	32	219	445	6800
Termelési apadék	300	80	120	220	120	20	196	34	18	9	28	105	1250
Bruttó fatömeg	1400	620	1150	1450	560	230	1440	260	102	41	247	550	8050

2. táblázat

Az 1990-ben kitermelhető fatömeg erdőgazdasági választéka fafajonként

/országos/

M.e.: 1000 m³

Választék	Tölgy	Bükk	Cser	Akác	Gyer- tyán	Egyéb kemény	Nemes nyár	Hazai nyár	Éger	Hárs	Egyéb lágú	Fenyő	Mind- össz.
Iparifa	600	350	488	427	207	80	1179	210	70	23	203	471	4308
<u>ebből:</u>													
rönk	315	189	100	91	55	38	470	59	23	9	29	206	1584
feld. fa	190	43	65	128	21	22	121	28	4	3	6	78	709
bánya heng. fa	55	-	40	60	-	-	-	-	-	-	-	-	155
papirfa	-	75	178	48	72	-	309	46	9	2	57	80	876
rostfa	-	25	105	60	49	10	279	77	30	6	108	64	813
egyéb heng. ip. fa	40	18	-	40	10	10	-	-	4	3	3	43	171
Vastag tűzifa	410	133	385	370	180	98	63	10	4	4	8	13	1678
Vastagfa összesen	1010	483	873	797	387	178	1242	220	74	27	211	484	5986
Vékony tűzifa	150	77	157	203	83	37	239	20	16	7	15	46	1050
Nettó fatömeg	1160	560	1030	1000	470	215	1481	240	90	34	226	530	7036
Termelési apadék	340	90	120	150	130	35	129	50	14	8	28	140	1234
Bruttó fatömeg	1500	650	1150	1150	600	250	1610	290	104	42	254	670	8270

3. táblázat

A komplex fahasznosítás összetett nyersanyagbázisa
a hasznosítás irányai szerint

M.e.: 1000 m³

Hasznosítási irány	1985
Fűrészipar összesen	2809
<u>ebből:</u> rönk	1863
feldolgozási fa	946
Furnéripar összesen rönk	58
Rétegelt lemez összesen rönk	64
Butorlap összesen rönk	31
Gyufaipar összesen rönk	10
Aprítékgyártás vékony tűzifából	448
Farostlemezgyártás rostfa*	466
Forgácslapgyártás forgácsfa**	288
vékony tűzifa	50
Faszéngyártáshoz vastag tűzifa	90
Egyéb faipari termékgyártás összesen	91
<u>ebből:</u> rönk	37
feldolgozási fa	54
Papír-cellulózipari és egyéb natur értékesítés	
Bányászati hengeresfa	190
Papirfa	804
Egyéb ipari fa	175
Vastag tűzifa	1496
Vékony tűzifa	616
Összes alapanyag	7686

Megjegyzés: *farostlemezgyártásra felhasználásra kerül ezenkívül 45 em³ apríték

**forgácslapgyártásra felhasználásra kerül ezenkívül 217 em³ apríték

83 em³ ipari forgács

4. táblázat

A komplex fahasznosítás összetett nyersanyagbázisa
a hasznosítás irányai szerint

M.e.: 1000 m³

Hasznosítási irány	1990
Fűrészipar összesen	2928
<u>ebből:</u> rönk	2015
feldolgozási fa	913
Furnéripar összesen rönk	65
Rétegelt lemez összesen rönk	64
Butorlap összesen rönk	31
Gyufaipar összesen rönk	10
Aprítékgyártás vékony tűzifából	480
Farostlemezgyártás rostfa*	523
Forgácslapgyártás forgácsfa**	290
vékony tűzifa	80
Faszéngyártás vastag tűzifa	90
Egyéb faipari termékgyártás összesen	80
<u>ebből:</u> rönk	33
feldolgozási fa	47
Papir-cellulózipari és egyéb natur értékesítés	
Bányászati hengeresfa	155
Papirfa	876
Egyéb ipari fa	171
Vastag tűzifa	1588
Vékony tűzifa	490
Összes alapanyag	7921

Megjegyzés: *Farostlemezgyártásra felhasználásra kerül ezenkívül 124 em³ apríték

**Forgácslapgyártásra felhasználásra kerül ezenkívül 270 em³ apríték

81 em³ ipari forgács

1. A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ FANYERSANYAG

1.1 A hazai kitermelés

A hazai kitermelésre vonatkozó adatokat erdőgazdasági választékonként és fafajonként az 1. és 2. táblázat számszerűsíti.

Ezt feldolgozási módok szerint csoportosítva adják a 3. és a 4. táblázatok.

2. A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ FANYERSANYAGOK
EDDIGINÉL KOMPLEXEBB HASZNOSÍTÁSÁNAK TERVE

A 3. és 4. táblázat már mutatja azt a koncepciót, mely a rendelkezésre álló fanyersanyag komplexebb ipari feldolgozására utal, ami főleg azzal érhető el, hogy az eddig iparilag fel nem dolgozott erdőgazdasági választékot, az ipari hulladékot egyre nagyobb mértékben tesszük alkalmassá ipari feldolgozásra. Az erre vonatkozó tervünket választékonként és feldolgozási módonként 1985-re az 5. táblázatban, 1990-re a 6. táblázatban összesítettük.

5. táblázat

A fahulladék feldolgozásának módjai 1985-ben

M.e.: 1000 m³

Választék	Mechanikai	Cellulóz- ipari	Kémiai	Bioló- giai	Hőener- giai	Egyéb	Össze- sen
Vékonyfa	50	-	-	206	409	-	665
Kéreg	-	-	-	115	309	-	424
Darabos hulladék	-	-	-	-	426	-	426
Apríték, cél- forgács	262	82	261	-	-	-	605
Forgács	83	-	-	-	-	-	83
Fűrészpor	-	-	-	115	131	80	326
Összesen	395	82	261	436	1275	80	2529

6. táblázat

A fahulladék feldolgozásának módjai 1990-ben

M.e.: 1000 m³

Választék	Mechanikai	Cellulóz- ipari	Kémiai	Bioló- giai	Hőener- giai	Egyéb	Össze- sen
Vékonyfa	80	-	-	300	190	-	570
Kéreg	-	-	-	144	290	-	434
Darabos hulladék	-	-	-	-	338	-	338
Apríték, cél- forgács	394	99	243	14	-	-	750
Forgács	81	-	-	-	-	-	81
Fűrészpor	-	-	-	138	120	80	338
Összesen	555	99	243	596	938	80	2511

Részünkről a mechanikai feldolgozás jön elsősorban számításba. A táblázatokban, erre vonatkozó adatok megoszlása a farostlemez, illetve a faforgácslapgyártás vonatkozásában a következő:

	1985	1990
Farostlemez	45	124
Forgácslap	350	431
Összesen	395	555

Mindezeket figyelembe véve a rendelkezésre álló fa nyersanyag feldolgozásának

- a technológiai korlátot,
- a hazai szükségletet,
- az országosan kitermelhető fatömegből,
- a várható importból,
- az ipari termelésbe bevont hulladékból

optimálisan termelhető gyártmány szerkezetet a 7. táblázatban számszerűsítettük.

7. táblázat

Az országosan kitermelhető fatömegeből
és a várható importból gyártható optimális termékszerkezet

T e r m é k	Mérték- egység	1985	1990
Fűrészáru	em ³	1449,8	1502,5
Gerenda	em ³	89,5	96,0
Donga boros	em ³	8,8	9,2
ipari	em ³	4,0	4,5
Talpfa	em ³	19,5	21,0
Parkettaléc	em ³	112,5	121,5
Bányászati anyag	em ³	92,7	78,2
Rétegelt lemez	em ³	24,7	24,7
Egyéb lemez	em ³	4,3	4,3
Furnér	millió m ²	33,6	34,0
Butorlap	em ³	13,3	13,3
Gyufa	millió doboz	750,0	750,0
Egyéb	em ³	47,0	42,0
Butoralkatrész	em ³	55,0	75,0
Panelparketta	em ³	1100,0	1100,0
Mozaikparketta	em ³	350,0	350,0
Normálparketta	em ³	1360,0	1650,0
Tartószerk. faház	em ³	19,0	25,0
Láda	em ³	238,0	290,0
Rakodólap	edb	300,0	350,0
Épületasztalos-ipari alkatrész	em ³	40,0	50,0
Boroshordó	ehl	207,0	220,7
Ipari hordó	ehl	150,0	168,0
Forgácslap	em ³	377,0	430,0
<u>ebből: felületkezelt</u>	em ³	40,0	60,0
Farostlemez	em ³	115,0	185,0
<u>ebből: felületkezelt</u>	em ³	30,0	40,0

3. A TERMELÉSI ELŐIRÁNYZATOK ÉS A TERMELŐI KAPACITÁSOK ÖSSZHANGJÁNAK MEGTEREMTÉSE

Az előző fejezetben meghatározott termékválaszték legyártása az elsődleges fafeldolgozó iparágazatokra a következő feladatokat rója:

Ágazat	Mértékegység	1985	1990
Fűrész	hengeresfa em ³	2809	2928
	termékben em ³	1776,8	1832,9
Furnér	millió m ²	33,6	34,0
Rétegelt lemez	ezer m ³	29,0	29,0
Farostlemez	ezer m ³	115,0	185,0
Butorlap	ezer m ³	13,3	13,3
Faforgácslap	ezer m ³	377,0	430,0

Ha ezeket a feladatokat a jelenleg meglévő és a VI. és VII. ötéves tervidőszakban még számításba vehető kapacitásokkal összevetjük, a következőket állapíthatjuk meg.

3.1 A fűrészipar

A fűrészipar feladata országos viszonylatban

1985-ben	2809 m ³
1990-ben	2928 m ³

hengeresfa feldolgozása.

Ebből a szövetkezeti és az egyéb szektor fűrésziparát 1985-ben 500 000 m³-re, 1990-ben 600 000 m³-re tervezzük. Ágazatunk fűrészelése tehát 1985-ben 2309 em³, 1990-ben 2328 em³ lesz.

Ezzel a feladattal szemben 1980-ra várható, műszakilag kielégítő kapacitás 2 millió m³. Ez a kapacitás a következő képet mutatja:

- jelenleg a fenyőfeldolgozó üzemekben 500 ezer, a lombos fát feldolgozó üzemekben 400 ezer m³ feldolgozó kapacitás tekinthető olyannak, amely a szinttartás keretében folyó korszerűsítés mellett a műszaki követelményeket kielégíti;

- a fűrészüzemi rekonstrukció során az V. ötéves tervidőszakban 11 nagyüzemben és 6 középüzemben műszaki fejlesztéssel, a tervezett korszerűsítéssel 1 000 000 m³-rel növekszik a megfelelő színvonalú kapacitás.

Ezenkívül a műhely jellegű gyártással üzemelő fűrésztelepek átbocsátó képessége 1980-ban évi 500 ezer m^3 -re tehető.

A fűrésztelepek száma ágazatunkban 1980-ban 88 lesz.

Ezek figyelembevételével, feltételezve azt, hogy az V. ötéves tervidőszakban tervezett műszaki fejlesztés megvalósul, a VI. és a VII. ötéves tervidőszakban ágazatunk fűrésziparának további fejlesztését a következők szerint kell megtervezni.

3.11 A VI. ötéves tervidőszakban a termelést tovább koncentráljuk. A telephelyek száma 48-ra csökken. A műhely jellegű gyártást megszüntetjük, 400 ezer m^3 új kapacitást hozunk létre.

A nagy fűrészüzemekben /elsősorban a koncentrált fenyőüzemeknél/ új technológiai elemként bevezetjük az aprítékgyártást, elsősorban az oldanyagból. A fenyő üzemekben és a koncentráltabb nyár fűrészüzemben olyan műszaki berendezést állítunk a termelésbe, melynek révén a fűrészelési részből nem fűrészport, hanem a faforgácslapgyártásra kiválóan alkalmas célforgácsot nyerünk. Emellett a fűrészelési felület majdnem gyalult felület. Ezek az aggregátorok igen termelékenyek. Az előtolási sebességük 45-60 m/min. Ilyen fűrészipari kapacitást a VI. ötéves tervidőszakban évi 200 ezer m^3 -re célszerű tervezni.

Az elavult technológiával és technikai eszközökkel üzemelő, műhely jellegű gyártást évi 300 ezer m^3 -re csökkentjük.

A VI. ötéves tervidőszakban tovább növeljük a butor-, illetve az épületasztalos-ipari alkatrészgyártást. Az V. ötéves tervidőszakban megvalósított 56 ezer m^3 szárítókapacitást /mesterséges/ 160 ezer m^3 -re kell növelni.

Az erdőgazdaságok évi 380 ezer m^3 aprító kapacitást hoznak létre.

3.12 A VII. ötéves tervidőszakban az aprítékgyártást az oldanyagból és a darabos hulladékból évi 310 ezer m^3 -re, az egyidejű célforgácsot termelő fűrészelési kapacitást pedig további 300 ezer m^3 -re növeljük.

A műhely jellegű gyártás megszűnik.

Az alkatrészgyártás tovább növekszik, ami egyuttal a mesterséges szárítás kapacitásának további 68 ezer m^3 -rel való növelését teszi szükségessé.

A vékonyfából gyártott apríték mennyisége évi 400 ezer m^3 -re növekszik.

A fűrészipar műszaki fejlesztését illetően ki kell térnünk a ragasztott szerkezetek gyártására - talpfa, gerenda, tartószerkezet stb. Ez nemcsak értékes tölgy-, bükk-, fenyőrönk, illetve fenyőfűrészáru megtakarítást eredményez, hanem lehetővé teszi kis értékű - kevésbé értékesíthető - fűrészárunak nagy értékű terméké váló továbbfeldolgozását.

Összefoglalva, a fűrészipar fejlesztése a VI., illetve a VII. ötéves tervidőszakban mennyiségi vonatkozásban a következők szerint határozható meg.

M.e.: 1000 m³

M e g n e v e z é s	VI.	VII.
	ötéves tervidőszak	
Apritékgyártás vékony fából	380	420
Fűrészipari kapacitás hagyományos technológiával	200	300
VTR körfűrészsel	200	300
Apritékgyártás a fűrészüzemekben	225	350
Alkatrészgyártási kapacitás növelése	65	30
Száritókapacitás növelése	104	68
Ragasztott szerkezetek	17	21

A fűrészipar ilyen irányú fejlesztése nagymértékben növeli a hasznos árukihozatalt. A feldolgozott fa nyersanyag hasznos árukihozatala - hagyományos technológiai gyakorlattal szemben - a műszaki fejlesztés révén a következők szerint alakulna.

Me.e: %

M e g n e v e z é s	1985	1990
Hagyományos termékek termelése hagyományos technológiával	62,7	63,0
A hulladék továbbfeldolgozása révén, célhulladék-termelés mellett	70,0	74,6

3.2 A furnér

A furnérgyártás műszaki fejlesztése az utóbbi időben európai színvonalu volt. Ezek az új kapacitások - a két *Cremona*, illetve a nagy löketségű francia kés - 1980 után is üzemelni fognak. Ezeknek kapacitása három műszak esetén 24 millió m²/év. Három műszak üzemeltetéssel azonban a következő évtizedben nem számolhatunk, ezt két műszakra, 16 millió m²/év kapacitásra kell leredukálnunk. Ez a szám azt bizonyítja, hogy 1980-1990 között a rendelkezésre álló furnér alapanyag teljes feldolgozására, illetve még a tervezett importtal csökkentett hazai furnérszükséglet kielégítésére nem elégséges. Ezért a jelenleg még működő korszerűtlen gépek lecserélésén kívül /ezek a gépek nagyon alkalmasak arra, hogy kemény lombos fát, feldolgozó fűrészüzemekben a törvényszerűen odakerülő furnérrönkök egy műszakban furnérrá dolgozzák fel/. A VI. ötéves tervidőszakban további 16 millió m²/év magas színvonalu kapacitás létesítése szükséges.

3.3 Rétegeltlemez-gyártás

A jelenlegi kapacitások teljes mértékben korszerűtlenek /legtöbbje a felszabadulás előtti/. Termelékenységük olyan kicsi, hogy azokhoz ma megfelelő számú munkáskéz már nem biztosítható.

Korszerű termelőszalagok, gyártósorok az európai piacon ismertek. A hazai fa nyersanyag optimálisan gazdaságos feldolgozása, a butorgyártás minőségének javítása, exportképességének növelése végett az V. ötéves tervidőszakban megvalósítandó 5000 m³-es székülés kapacitáson kívül 24 000 m³ rétegeltlemez-kapacitást célszerű létesíteni. Ami a fejlesztés irányát illeti, rá kell mutatnunk arra, hogy a felhasználási terület kiszélesítése céljából differenciált műszaki paraméterekkel rendelkező rétegelt lemezt kell gyártani. A butoripari felhasználáson kívül ilyen lehet a konténer-, a zsaluzólemez, melyek egyúttal nagy hatékonysággal helyettesítik a fenyő-fűrészárut.

3.4 Farostlemez

A meglévő kapacitáson kívül 75 ezer m³/évre tehető az a kapacitás, mely még 1980-ban is üzemelni fog. A rendelkezésre álló hazai fa nyersanyag, az eddigi tanulmányokban prognosztizált hazai farostlemez-szükséglet a VI. ötéves tervidőszakban 115 ezer m³. A VII. ötéves tervidőszakban pedig további 70 ezer m³-rel bővül. Ami a feldolgozási módot, technológiát illeti, meg kell valósítani a száraz farostlemezgyártást is, mert ennek fa nyersanyag alapja a kemény lombos fa /a gyártáshoz igen alkalmas a tölgy, cser, akác fűrészipari szélanyag/, s minőségi paramétereit illetően jóval meghaladja a nedves eljárásúét. Nem szólva arról, hogy a vízszennyeződés megakadályozására a jövőben a rendelkezések betartására létesített műszaki berendezések költségei nagyon meg fogják drágítani a nedves eljárású technológia beruházási költségeit. Ezt a beruházást mintegy 45 em³/év kapacitással javasoljuk létrehozni. Tekintettel arra, hogy a farostlemezgyártás beruházási szükséglete elég nagy, indokoltnak látszik a kisebb igényű felhasználók igényeit mintegy évi 20 ezer m³ nagyságrendben vékony faforgácslemezzel kielégíteni. Ennek a lemeznek főbb paramétereit mutatja be a 8. táblázat.

Mindezekon kívül a farostlemezgyártás területén további műszaki fejlesztési feladat a VI. ötéves tervidőszakban évi 20 ezer m³-es, a VII. ötéves tervidőszakban pedig újabb 20 ezer m³-es felületkezelési kapacitásnövelés, 50-50%-a lakkos, illetve laminátos felületkezeléssel.

8. táblázat

Agglomerált lemezek fontosabb műszaki paramétereit

Termék	Összehasonlító ellenálló- képességi adatok			Összehasonlító szilárdsági és sűrűség-adatok		
	Dagadás	Tűzálló- ság	Felület- érd.	Sűrűség	Hajlító- szilárds.	Lapemelő szilárds.
	‰	w sec/cm ²	µm	kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²
Vékony forgácslap						
vastagság 2 mm	1,7			700	28	1,1
" 4 mm	3,2	1,0-1,5	250-300	680	25	0,95
" 6 mm	4,8			650	22	0,8
Nedvesített fa- rostlemez						
vastagság 3,2 mm	3,8			900-	48	1,2
" 4 mm	4,5	2,0-3,0	100-150	től	45	1,2
" 5 mm	6,0			1100-ig	42	1,0
Száraz farost- lemez						
vastagság 4 mm	4,0			850-	50	1,5
" 6 mm	5,0	3,0-3,0	50-100	1050-ig	45	1,3

Természetesen, a műszaki fejlesztésnek a lemezek műszaki paramétereit illetően, tekintetbe kell venni a különböző felhasználási területek differenciált igényeit.

A farostlemezgyártásban a műszaki fejlesztés további irányát kell képeznie a lemezek készültségi foka emelése végett a méretreszabó üzemek létesítésének. Ezáltal kettős cél érhető el. Egyrészt az alapanyaggyártás gazdaságossága növekszik, másrészt a továbbfeldolgozó iparágakban technológiai terület szabadul fel, mely lehetővé teszi ott a gyártás volumenének növelését kisebb ráfordítással.

3.5 Hagyományos butorlap

A hagyományos butorlapgyártás műszaki eszközeit a tárgyalt időszakban teljes mértékben ki kell cserélni. Ezek nemcsak elavultak, de nem is termelékenyek. A VI. ötéves tervidőszakban létesítendő új, évi 12 ezer m³-es kapacitás gyártó gépsorai, szalagjai a legkorszerűbb gépsorokként ismertek az európai piacon.

E gyártás fenntartását, illetve korszerű formában való felújítását a nyárfatermelés jövőbeni alakulása is feltétlenül indokolja.

3.6 Faforgácslap

A faforgácslapgyártás műszaki fejlesztését az utóbbi időben magas műszaki színvonalon /finom felületű forgácslap, felületkezelés/ végezték.

Ugyanez nem mondható el a feldolgozott fa alapanyagot illetően, ugyanis a XX. században egy iparág gazdaságosságát szinte egyértelműen az dönti el, hogy miként tudja hasznosítani a gyártási hulladékot. A fagazdaság területén ebben a tekintetben van a legnagyobb lemaradás, pedig a forgácslapgyártás technológiája erre a gazdasági alapra épült.

Tanulmányunkban kitértünk az erdőgazdasági vékonyfa és ipari hulladék forgácslapgyártás céljára való felhasználására is. A műszaki fejlesztésnél ezt tekintetbe kell venni.

Tudniillik, eddig ezeknek a hulladékanyagoknak az ipari feldolgozása azért volt csak kismértékben megoldható, mert nem hoztunk létre feldolgozási kapacitásokat azokra a közbenső műveletekre, melyek alkalmassá tesz az ezeket a hulladékokat a gyártásba való beillesztésre /pl. aprítóberendezés az erdőgazdaságban, szelanyag aprítása fűrészsüzemben, aprítóban való szállítás stb./. A korábbiakban erre ugyancsak kitértünk.

Feltételezve azt, hogy 1980-ig a tervbe vett műszaki fejlesztések, beruházások megvalósulnak, a VI. ötéves tervidőszak kezdetén évi 350 ezer m³-es korszerű kapacitással fogunk rendelkezni /három telephelyen/.

Ugyancsak ebben az időszakban valósul meg a cementkötésű forgácslapkapacitás is évi 27 em³-es termeléssel.

A VI. és a VII. ötéves tervidőszak további fejlesztési feladata - a rendelkezésre álló fa nyersanyag, a termék iránti prognosztizált szükséglet függvényében - újabb 60-60 ezer m³-es kapacitás létesítése. Ezen túlmenően, az egyes tervidőszakokban a lakkos felületkezelő kapacitást 20-20 ezer m³-rel célszerű növelni.

A faforgácslapgyártás műszaki fejlesztésével kapcsolatban meg kell még jegyeznünk, hogy a termelés volumenének növelése mellett a felhasználási területenként differenciált műszaki paraméterekkel rendelkező választékra van szükség.

Az ilyen célra orientált műszaki fejlesztés technológiája és technikai berendezései ismertek, és az európai piacokon beszerezhetők. Meg kell említeni, hogy a forgácslapgyártás fejlesztésének elsődleges célja a hazai fa nyersanyag, ill. erdőgazdasági és ipari hulladék feldolgozása.

3.7 Vegyipari felhasználásu aprítéktermelés

Erdőállományainkból a jellegzetes kormegoszlás miatt az elkövetkező években tekintélyes mennyiségű vékonyfa kerül ki. Az erre alapozott agglomeráltlap-gyártás bővítése csupán rész megoldást jelenthet. Ennek tudható be, hogy az iparilag fejlett államokban nagyarányú kutatómunkával korszerűsítették a hidrolizisipart. Ez a modernizált iparág gazdaságosan tudja hasznosítani az agglomeráltlap-gyártás céljaira kevésbé alkalmas vékony méretű faanyagot. Hazánk viszonylatában a kémiai feldolgozás műszaki alapjait rakjuk le a jelenlegi tervidőszakban, melyre igen alkalmas a cser, a gyertyán, az akác és egyéb lombos faanyag.

A faanyag hasznosítását illetően azonban meg kell jegyeznünk, hogy a kémiai feldolgozáskor a faanyagnak legtöbbször csak a pentozán tartalma hasznosul, és a lignin mellett a cellulóz is hulladékba megy, bár ez mint szervesanyag energianyeresre felhasználható. Hosszu távon ez a megoldás mégsem látszik megnyugtatónak, mivel a cellulózfrakcióban jelentős mennyiségű takarmányélesztő alapanyag megy veszendőbe. Ezért a primer kémiai feldolgozás mellett elsőrendű népgazdasági érdek a melléktermékek továbbhasznosítása.

A bevezetőben részletesen mutattunk rá arra, hogy a vékonyfát, az ipari hulladékot elő kell készíteni a további felhasználásra. A vegyipari felhasználást illetően ez az előkészítés az aprítékgyártás.

A szükséges apríték minőségi jellemzői:

fafaj: cser, tölgy, bükk, gyertyán, akác, nyár;

térfogatsúly: 180 kg/m³, teljes száraz anyagra számolva

aprítékméret:

átlagos hosszúság	16-30 mm
átlagos szélesség	10-15 mm
átlagos vastagság	2-4 mm, max. 5 mm
nedvességtartalom	max. 30%
pentozántartalom	min. 18%
hamutartalom	max. 1,9% teljes szárazanyagra számolva.

FENYŐFŰRÉSZÁRÚ - TERMELÉS TERVEZÉSE LINEÁRIS PROGRAMOZÁS UTJÁN

MOLNÁR FERENC

okl. faipari mérnök, tudományos munkatárs

1. B E V E Z E T Ő

A műszaki-tudományos haladás döntő tényezője lett a gazdasági élet fejlődésének, enélkül lehetetlen a munkatermelékenység növelése. A munkatermelékenység gyors ütemű növelése ma még égető probléma a munkaerőhiány miatt.

Az automatizálás terén folyó munkák fő célja, hogy meghonosítsák az elektronikus számítógépekkel vezérelt, komplex jelleggel automatizált technológiai sorokat, melyek alkalmazásával a kissorozat- és szériagyártásban a munkatermelékenység jelentősen növelhető, továbbá, hogy szélesebb körben alkalmazzák a tömeg- és sorozatgyártásban az automata és félautomata gépsorokat, és hogy megszervezzék az automatikus manipulátorok, az úgynevezett *ipari robotok* sorozatgyártását.

A munka intenzitásának maximális növeléséhez a következő utak vezetnek:

- a termelés szakosításának és koncentráálásának kiszélesítése,
- a termelés anyagi-műszaki bázisának megszilárdítása,
- a munka műszaki ellátottságának fokozása,
- a komplex gépesítés és automatizálás kiszélesítése.

A jelenlegi gyakorlat szerint a termelőegység munkáját elsősorban a gyártott termékek értéke alapján mérlegelik. Ez a kiértékelési módszer azonban nem elégithet ki bennünket, mivel nem ösztönöz anyagtakarékosságra. A követelmények értelmében a kiértékelési rendszert oly módon kell felépíteni, hogy az maximálisan ösztönözze a műszaki színvonal és a termékek minőségének javítását, valamint az anyagtakarékosságot.

A fafeldolgozás igen anyagigényes üzemeiben a leglényegesebb kalkulációs tényező az anyagkihasználás. Ez közvetlenül befolyásolja az anyagfelhasználást, ezért a kihasználás pontos ismerete - mivel az összes költségeknek jelentős része az anyagköltség - igen fontos.

A fűrészipar széles körében téves nézetek terjedtek el a kihasználás mértékéről. Csak kevés esetben végeznek próbavágásokat, értékelik ki a

vágási variációkat, vagy végeznek számításokat, hogy megismerhessék különböző vágási kombinációk esetében a kihasználás mértékét.

A kihasználás mértéke függ:

- a különböző fafajtákra jellemző tényezőktől,
- a fűrészelés módjától,
- a szelvényáru vastagságától,
- a rönk vastagságától.

A fűrészüzemi technológia lehetőséget ad arra, hogy a fűrészáru hozamértékét javítsák. A jelek arra mutatnak, hogy az erdőgazdasági választékokat feldolgozó iparnak - az igények növekedése miatt - tartós alapanyaghiánnyal kell szembenéznie.

Feltétlenül szükséges, hogy jobb kihozatalt biztosító technikai eljárásokat, valamint technológiákat alkalmazzanak, annál is inkább, mivel az alapanyaghiány mellett az alapanyag méreti - elsősorban vastagsági - csökkenésével is számolni kell.

Minél nagyobb az igényelt fűrészáru-választékok termeléséhez rendelkezésre álló nyersanyag viszonylagos méreti alkalmatlansága, annál nagyobb az ellentmondás a maximális kihasználás és a szükségletek kielégítése között. A cél ezt az ellentmondást korlátozni, hogy hatása minimális legyen.

Ennek útja egzakt módszerrel nyomon követni a fűrészüzemi termelés alapvető követelményének teljesítését, vagyis a felhasználók igényeinek maximális kielégítését minimális nyersanyagfelhasználás mellett, valamint a kevésbé igényelt fűrészáru-választékok volumenének a minimumra való csökkentését. Fel kell állítani olyan modellt, mely a termelési folyamat irányításának optimumaként a fenti feltételeket teljesíti.

E célokat a termelésnek lineáris programozása útján érhetjük el.

A következőkben e módszer alapján egy példával szándékozunk bemutatni a fenyőfűrészáru termelés tervezését.

2. A FENYŐFÜRÉSZÁRU TERMELÉSÉNEK MEGTERVEZÉSE SZÁMITÓGÉPPEL

Példánkban a rendelkezésre álló alapanyag mennyisége

7412 m³,

melynek méreti megoszlása:

13-14 cm átmérőjű	198 m ³
15-16 "-"	1777 "
17-18 "-"	1793 "
19-20 "-"	1663 "
21-23 "-"	1054 "
24-26 "-"	474 "
27-30 "-"	349 "
31-32 "-"	104 "
Összesen:	7412 m ³

Az igényeket figyelembe véve a fűrészüzemnek a következő fenyőfűrész-
áru szelvényválasztékokat kell termelnie, mint fő terméket.

401 m ³	16 mm vastag	10 cm széles
265 "	18 "-	10 "-
1054 "	22 "-	10 "-
382 "	22 "-	12 "-
241 "	22 "-	15 "-
<hr/>		
2343 m ³		

A rendelkezésre álló nyersanyag felhasználásával az igényelt méretű fűrészáru különböző fűrészelési módszerekkel, különböző gazdasági eredménnyel állítható elő. Feladatunk az, hogy meghatározzuk az optimális gyártási módszert, vagyis azt, hogy a különböző átmérőjű alapanyagból milyen mennyiséget, milyen fűrészpenge-beosztással dolgozzunk fel avégett, hogy a felhasználók igényeit teljes mértékben kielégítve a minimális nyersanyagot használjuk fel.

A cél elérése érdekében szükséges minden kivitelezhető alternatíva megvizsgálása valamennyi vastagsági csoport vonatkozásában, hogy az egyes vágási kombinációk anyagkihozatali eredményét /fűrészáru-kihozatalt/ megismerhessük.

Az egyes fűrészpenge-beosztásokat /vágási alternatívákat/ úgy állítottuk össze, hogy figyelembe vettük egyrészt az adott alapanyagot, másrészt az igényelt fűrészáru specifikációját, továbbá már az összeállításnál törekedtünk a lehetőség határain belül a maximális anyagkihozatal elérésére. Ez természetesen a példában megadott választékok alacsony száma miatt mindenképpen alatta marad az elérhető legmagasabb kihozatali értéknek.

A pengebeosztásoknál számításba vettük a szabványban előírt túlméreteket, valamint a résbőségeket /3,3 mm/ is.

Feltételként szabtuk meg továbbá, hogy lehetőség szerint a túlmérettel és vágásrésszel növelt szelvényvastagságok összege minél jobban megközelítse a ΣV értéket, ahol ΣV a rönkátmérő függvényében a két szélső penge közötti optimális távolság.

A vágáskombinációkat külön állítottuk össze a szélezésre és a visszavágásra.

A maximális kihozatal elérésére való törekvés természetesen az igényelt főtermékek méretétől eltérő fűrészáru-választékokat is eredményez, és ezeket is számba vettük a kihozatal számításoknál.

A tervezett vágási alternatívákat az 1. táblázatban foglaltuk össze, míg ezek anyagkihozatalát /fűrészáru-kihozatali százalékot/ a 2. táblázat tartalmazza - a rendelkezésre álló nyersanyag és a termelendő választékmennyiség feltüntetésével.

2. táblázat

A fűrészárúkihozatal alakulása különböző vágáskombinációknál

A fűrész- rönk csucs- átmé- rője	Vágási alter- nati- vák	Fűrészárúkihozatal											Össze- sen	Rendelke- zésre álló rönk, m ³
		Igényelt főtermék-választékok					Egyéb választékok							
		16/100	18/100	22/100	22/120	22/150	16/80	16/120	16/150	18/80	18/120	18/150		
13-14	1.	48,23											48,23	198
	2.			49,74									49,74	
	3.	24,11	27,13										51,24	
15-16	4.	18,12	20,39	12,46									50,97	1777
	5.			49,83									49,83	
	6.		40,77	12,46									53,23	
17-18	7.	14,10	15,87	19,39									62,05	1793
	8.			48,48						12,69			61,17	
	9.	14,10		38,78						12,69			65,57	
	10.				34,91			16,92					51,83	
	11.				34,91							19,04	53,95	
19-20	12.				11,64						38,08		49,72	
	13.			62,10									62,10	1663
	14.	22,58		38,81									61,39	
	15.	11,29	12,70	38,81									62,80	
	16.				37,26			13,55		10,16			60,97	
17.				37,26			47,42		10,16	15,24		62,66		
21-23	18.								10,16				57,58	
	19.	9,24	10,40	25,42					13,86	8,32			67,24	1054
	20.			44,48					13,86	8,32			66,66	
	21.	32,35	10,40						13,86	8,32			64,93	
	22.	9,24	10,40	25,42						8,32	12,50		65,88	
	23.			44,48						8,32	12,50		65,30	
	24.	32,35	10,40	25,42						8,32	12,50		63,57	
	25.	9,24	10,40	44,48						8,32			66,31	
	26.			44,48			7,39			13,86			65,73	
	27.	32,35	10,40				7,39			13,86			64,00	
	28.			12,71	38,13								61,94	
	29.			12,71	15,25				11,10				61,24	
	30.			12,71	38,13				33,28				63,32	
	31.					38,13						12,48	51,99	
32.					38,13						15,60	53,73		
33.									48,53			48,53		
24-26	34.		15,92	34,06		14,60							64,58	474
	35.	38,92		9,73		14,60							63,25	
	36.	10,61		38,92		14,60							64,13	
	37.		7,96		46,71							11,94	66,61	
	38.		7,96		11,68							11,94	65,55	
	39.		7,96		17,51			33,97				11,94	65,01	
	40.				46,71	14,60		8,49			19,11		67,68	
	41.				11,68	14,60				6,37			66,62	
	42.				17,51	14,60		33,97		6,37			66,08	
	43.			9,73		51,08		8,49		6,37	19,11		60,81	
	44.			9,73		7,30							59,49	
	45.			9,73					42,46				59,47	
	27-30	46.	22,37		34,60									
47.		5,59	12,58	38,44									9,44	
48.		11,18		46,13									66,75	
49.					36,90	11,53		6,71			7,55		62,69	
50.					50,74	11,53							62,27	
51.					36,90	11,53				15,10			63,53	
52.		5,59				40,36						18,87	64,82	
53.		5,59				46,13						14,87	65,87	
54.		5,59				51,90			8,39				65,88	
31-32		55.		19,10	40,82		8,75							68,67
	56.			52,49		8,75							61,24	
	57.		4,77	46,66		8,75							60,18	
	58.				48,99		6,79						55,78	
	59.				6,99		6,79	40,72					54,50	
	60.						6,79	30,54			17,18		54,51	
	61.	4,24		11,66		43,74							56,43	
	62.	4,24		11,66		30,62						14,32	67,63	
	63.	4,24		11,66		30,62			6,36			7,16	66,83	
		401	265	1054	382	241	250	250	100	250	100		7412	

A vágási alternatívák közül kiválasztva az egyes átmérőcsoportokra vonatkozó elméletileg legmagasabb kihozatali értéket elérő, azaz az $x_3, x_6, x_{15}, x_{19}, x_{40}, x_{48}$ és az x_{55} vágáskombinációkat, a termelés eredménye a következőképp alakul:

Választék	Mennyiség /m ³ /
16/100	624,7
18/100	1118,9
22/100	2033,4
22/120	221,4
22/150	78,3
16/150	146,1
18/80	345,4
18/150	32,9
Összesen	4601,1

E mennyiségek annak ellenére, hogy 62%-os kihozatalt eredményeznek, nem adják azt a választékösszetételt, melyet alapfeltételként megadtunk. Ahhoz, hogy a maximális anyagkihozatalt minimális rönkfelhasználás, valamint az igényelt termékstruktúra mellett minél jobban megközelítsük, szükséges a megfelelő vágáskombinációk kiválasztása lineáris programozás útján.

A lineáris programozással való termelési programhoz szükséges matematikai modell a következő:

Az igényelt fűrészáru-választékok termeléséhez szükséges vágási alternatívákat jelentse

$$x_1, x_2, x_3 \dots \dots \dots x_{63},$$

ahol: $x_1 = 13-14$ cm csucsátmérőjű rönk 1. vágási alternatíva szerint,
 $x_2 = 13-14$ "- 2. "-
 $x_3 = 13-14$ "- 3. "-
 \vdots
 $x_{63} = 31-32$ "- 63. "-

A felhasználás adott alapanyag-választékból természetesen nem haladhatja meg a rendelkezésre álló mennyiségeket. Ezeket a korlátozásokat a következő egyenlőtlenségek fejezik ki.

1. $x_1 + x_2 + x_3 \leq 198$
2. $x_4 + x_5 + x_6 \leq 1777$
3. $x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} \leq 1793$
4. $x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} \leq 1663$
5. $x_{19} + x_{20} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} +$
 $+ x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 1054$
6. $x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{40} + x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} \leq 474$
7. $x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{50} + x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} \leq 349$
8. $x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{60} + x_{61} + x_{62} + x_{63} \leq 104$

Az előző feltételek lerögzítése után egyenlőtlenség formájában meghatározzuk azokat a korlátozásokat, melyek az egyes, gyakorlatilag számbavehető vágási alternatívákkal termelt fűrészáru-választékok mennyiségét fejezik ki az igények figyelembevételével.

E korlátozások egyenlőtlenségek formájában azt fejezik ki, hogy a termelt, igényelt választéku fűrészárura vonatkozó mennyiségnek minden esetben meg kell haladnia az igényelt fűrészáru mennyiségét választékanként külön-külön, vagy legalább egyenlőnek kell lennie azzal. E tényezők a részváltozókkal gazdasági jelentőséggel bírnak, pl. az erre vonatkozó korlátozások első tagja /lásd 2. sz. táblázat/, $0,4823 x_1$ képviseli a 16 mm vastag, 10 cm széles csucsátmérőjű rönkből termelt fűrészáru mennyiségét /az egyes átmérőcsoportoknál a számításokat mindig az alsó átmérőhatárra végeztük el/.

$$\begin{aligned} & 0,4823 x_1 + 0,2411 x_3 + 0,1812 x_4 + 0,1410 x_7 + 0,1410 x_9 + \\ & + 0,2258 x_{14} + 0,1129 x_{15} + 0,0924 x_{19} + 0,3235 x_{21} + \\ & + 0,0924 x_{22} \quad 0,3235 x_{24} \quad 0,0924 x_{25} \quad 0,3235 x_{27} + \\ & + 0,1118 x_{48} \quad 0,0559 x_{52} \quad 0,0559 x_{53} \quad 0,0559 x_{54} + \\ & + 0,0424 x_{61} \quad 0,0424 x_{62} \quad 0,0424 x_{63} \leq 401 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0,2713 x_3 + 0,2039 x_4 + 0,4077 x_6 + 0,1587 x_7 + 0,1270 x_{15} + \\ & + 0,1040 x_{19} + 0,1040 x_{21} + 0,1040 x_{22} + 0,1040 x_{24} + \\ & + 0,1040 x_{25} + 0,1040 x_{27} + 0,1592 x_{34} + 0,0796 x_{37} + \\ & + 0,0796 x_{38} + 0,0796 x_{39} + 0,1258 x_{47} + 0,1910 x_{55} + \\ & 0,0477 x_{57} \leq 265 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0,4974 x_2 + 0,1246 x_4 + 0,4983 x_5 + 0,1246 x_6 + 0,1939 x_7 + \\ & + 0,4848 x_8 + 0,3878 x_9 + 0,6210 x_{13} + 0,3881 x_{14} + \\ & + 0,3881 x_{15} + 0,2542 x_{19} + 0,4448 x_{20} + 0,2542 x_{22} + \\ & + 0,4448 x_{23} + 0,2542 x_{25} + 0,4448 x_{26} + 0,1271 x_{28} + \\ & + 0,1271 x_{29} + 0,1271 x_{30} + 0,3406 x_{34} + 0,0973 x_{35} + \\ & + 0,3892 x_{36} + 0,0973 x_{43} + 0,0973 x_{44} + 0,0973 x_{45} + \\ & + 0,3460 x_{46} + 0,3844 x_{47} + 0,4613 x_{48} + 0,4082 x_{55} + \\ & + 0,5249 x_{56} + 0,4666 x_{57} + 0,1166 x_{61} + 0,1166 x_{62} + \\ & + 0,1166 x_{63} \leq 1054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0,3491 x_{10} + 0,3491 x_{11} + 0,1164 x_{12} + 0,3726 x_{16} + \\ & + 0,3726 x_{17} + 0,3813 x_{28} + 0,1525 x_{29} + 0,3813 x_{30} + \\ & + 0,4671 x_{37} + 0,1168 x_{38} + 0,1751 x_{39} + 0,4671 x_{40} + \\ & + 0,1168 x_{41} + 0,1751 x_{42} + 0,3690 x_{49} + 0,5074 x_{50} + \\ & + 0,3690 x_{51} + 0,4899 x_{58} + 0,0699 x_{59} \leq 382. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0,3813 x_{31} + 0,3713 x_{32} + 0,1460 x_{34} + 0,1460 x_{35} + \\ & + 0,1460 x_{36} + 0,1460 x_{40} + 0,1460 x_{41} + 0,1460 x_{42} + \\ & + 0,5108 x_{43} + 0,0730 x_{44} + 0,1153 x_{49} + 0,1153 x_{51} + \\ & + 0,4036 x_{52} + 0,4613 x_{53} + 0,5190 x_{54} + 0,0875 x_{55} + \\ & + 0,0875 x_{56} + 0,0875 x_{57} + 0,4374 x_{61} + 0,3062 x_{62} + \\ & + 0,3062 x_{63} \leq 241 \end{aligned}$$

A keletkező egyéb fűrészáru-választékok helyes kalkulációjának ellenőrzése céljából a matematikai modellt hat további korlátozással bővítjük.

$$0,0739 x_{25} + 0,0739 x_{26} + 0,0739 x_{27} + 0,0679 x_{58} + 0,0679 x_{59} + \\ + 0,0679 x_{60} + 0,0679 x_{61} + 0,0679 x_{62} + 0,0679 x_{63} \leq 250$$

$$0,1692 x_{10} + 0,1355 x_{16} + 0,4742 x_{18} + 0,1110 x_{28} + 0,3328 x_{29} + \\ + 0,3397 x_{38} + 0,0849 x_{39} + 0,3397 x_{41} + 0,0849 x_{42} + 0,0671 x_{49} + \\ + 0,0672 x_{59} + 0,3054 x_{60} \leq 250$$

$$0,1386 x_{19} + 0,1386 x_{20} + 0,1386 x_{21} + 0,1386 x_{25} + 0,1386 x_{26} + \\ + 0,1386 x_{27} + 0,1386 x_{31} + 0,4853 x_{33} + 0,4246 x_{44} + 0,3184 x_{45} + \\ + 0,0839 x_{54} + 0,0636 x_{63} \leq 100$$

$$0,1269 x_7 + 0,1269 x_8 + 0,1269 x_9 + 0,1016 x_{16} + 0,1016 x_{17} + \\ + 0,1016 x_{18} + 0,0832 x_{19} + 0,0832 x_{20} + 0,0832 x_{21} + 0,0832 x_{22} + \\ + 0,0832 x_{23} + 0,0832 x_{24} + 0,0637 x_{40} + 0,0637 x_{41} + 0,0637 x_{42} + \\ + 0,1510 x_{51} \leq 250$$

$$0,1904 x_{11} + 0,3808 x_{12} + 0,1524 x_{17} + 0,1250 x_{22} + 0,1250 x_{23} + \\ + 0,1250 x_{24} + 0,1248 x_{30} + 0,1560 x_{32} + 0,1911 x_{39} + 0,1911 x_{42} + \\ + 0,0755 x_{49} + 0,1718 x_{60} \leq 250$$

$$0,1194 x_{37} + 0,1194 x_{38} + 0,1194 x_{39} + 0,1791 x_{45} + 0,0944 x_{46} + \\ + 0,0944 x_{47} + 0,0944 x_{48} + 0,1887 x_{52} + 0,1415 x_{53} + 0,1432 x_{62} + \\ + 0,0716 x_{63} \leq 100$$

Ezek a korlátozások egyenlőtlenségek formájában kifejezve azt az alapelvet képviselik, hogy az egyéb választéku fűrészáru-termelés nem haladhatja meg az egyenlőtlenség jobb oldalán megadott számokat, melyeket a követelmények, ill. igények szerint kell megválasztani.

Mivel egyenlőtlenségek formájában minden feltételt leirtunk, feladatunk megtalálni azt a megoldást, amelyben az adott vastagságú fűrészrönk-arányok betartása melletti felhasználás a kívánt fűrészáru-választékok terme-

léséhez a minimális lesz, s ugyanakkor a fűrészárut a kívánt választékban termeljük.

A cél Z függvénnyel fejezhető ki

$$Z = x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad \dots + x_{63} \longrightarrow \min.$$

Az elvégzendő munka olyan nem negatív $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{63}$ meghatározása, mely kielégíti a fent megadott egyenlőtlenségeket és ugyanakkor Z eléri a minimális értéket.

Az egyenlőtlenségek mesterséges változók közbeiktatása útján egyenlőségekkel alakíthatók át, s így a probléma megoldása lehetségessé válik *szimplex* módszer segítségével.

A szimplex módszer ismertetésére itt nem térünk ki. Gyakorlatilag csak úgy van a termelés programozásának jelentősége, ha a számítást elektronikus számológépen végezzük el, mely a szimplex módszer gépesítésének elve alapján működik, s így a gyakorlati szakember részére elégséges, ha a feltételi egyenleteket fel tudja állítani, s ennek alapján a modellt meg tudja szerkeszteni.

A modell megszerkesztésének módja

A modell 19 feltételt $/u_1 - u_{19}/$ és 63 változót $/x_1 - x_{63}/$ tartalmaz. A feltételeket az ordinátán, a változókat az abszcisszán sorakoztatjuk fel.

A feltételek közül 8 a rendelkezésre álló különböző méretosztályu rönkanyagokat képviseli, 11 pedig a tervben előírt késztermék mennyiségét fejezi ki.

A 63 változó jelenti a vágási alternatívákat, a változók alá a megfelelő vágáskombinációk anyagkihozatalát tüntetjük fel.

Célfüggvényként a minimális rönkfelhasználást adjuk meg, ami 1-gyel való beszorzással maximum célfüggvényként kerül a modellbe.

A megoldás x_{ij} értékei az egyes vágási kombinációk alkalmazásával feldolgozásra kerülő rönk mennyiségét jelentik m^3 -ben.

A megszerkesztett modellt a 3. táblázatban mutatjuk be.

A számításokat elektronikus számítógépen végeztük el, s a következő eredményeket kaptuk.

3. táblázat

1. Vágási program modellje

Sorszám	Megnevezés	Korlátok	Mérték- egység	Reláció	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇
1.	Rönk 13-14 cm	198	m ³	∩	1	1	1														
2.	Rönk 15-16 cm	1777	"	∩				1	1	1											
3.	Rönk 17-18 cm	1793	"	∩							1	1	1	1	1	1					
4.	Rönk 19-20 cm	1663	"	∩													1	1	1	1	1
5.	Rönk 21-23 cm	1054	"	∩																	
6.	Rönk 24-26 cm	474	"	∩																	
7.	Rönk 27-30 cm	349	"	∩																	
8.	Rönk 31-32 cm	104	"	∩																	
9.	Áru 16/100 mm	401	"	∩	4823		2411	1812			1410		1410					2258	1129		
10.	Áru 18/100 mm	265	"	∩			2713	2039		4077	1587									1270	
11.	Áru 22/100 mm	1054	"	∩		4974		1246	4983	1246	1939	4848	3878				6210	3881	3881		
12.	Áru 22/120 mm	382	"	∩										3491	3491	1164				3726	3726
13.	Áru 22/150 mm	241	"	∩																	
14.	Áru 16/80 mm	250	"	∩																	
15.	Áru 16/120 mm	250	"	∩										1692						1355	
16.	Áru 16/150 mm	100	"	∩																	
17.	Áru 18/80 mm	250	"	∩							1269	1269	1269							1016	1016
18.	Áru 18/120 mm	250	"	∩											1904	3808					1524
19.	Áru 18/150 mm	100	"	∩																	
	Cél	Min.	m ³		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3. táblázat folytatása

Sorszám	x ₁₈	x ₁₉	x ₂₀	x ₂₁	x ₂₂	x ₂₃	x ₂₄	x ₂₅	x ₂₆	x ₂₇	x ₂₈	x ₂₉	x ₃₀	x ₃₁	x ₃₂	x ₃₃	x ₃₄	x ₃₅	x ₃₆	x ₃₇	x ₃₈	x ₃₉	x ₄₀
1.																							
2.																							
3.																							
4.	1																						
5.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
6.																	1	1	1	1	1	1	1
7.																							
8.																							
9.		924		3235	924		3235	924		3235					3892	1061							
10.		1040		1040	1040		1040	1040		1040							1592			796	796	796	
11.		2542	4448		2542	4448		2542	4448		1271	1271	1271				3406	973	3892				
12.											3813	1525	3813							4671	1168	1751	4671
13.														3813	3813		1460	1460	1460				1460
14.								739	739	739													
15.	4742										1110	3328									3397	849	
16.		1386	1386	1386				1386	1386	1386				1386		4853							
17.	1016	832	832	832	832	832	832																637
18.					1250	1250	1250						1248		1560							1911	
19.																				1194	1194	1194	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3. táblázat folytatása

Sorszám	x ₄₁	x ₄₂	x ₄₃	x ₄₄	x ₄₅	x ₄₆	x ₄₇	x ₄₈	x ₄₉	x ₅₀	x ₅₁	x ₅₂	x ₅₃	x ₅₄	x ₅₅	x ₅₆	x ₅₇	x ₅₈	x ₅₉	x ₆₀	x ₆₁	x ₆₂	x ₆₃
1.																							
2.																							
3.																							
4.																							
5.																							
6.	1	1	1	1	1																		
7.						1	1	1	1	1	1	1	1	1									
8.															1	1	1	1	1	1	1	1	1
9.						2237	559	1118				559	559	559							424	424	424
10.							1258								1910		477						
11.			973	973	973	3460	3844	4613							4082	5249	4666				1166	1166	1166
12.	1168	1751							3690	5074	3690							4899	699				
13.	1460	1460	5108	730					1153		1153	4036	4613	5190	875	875	875				4374	3062	3062
14.																		679	679	679	679	679	679
15.	3397	849							671										4072	3054			
16.				4246	3184									839									636
17.	637	637									1510												
18.		1911							855											1718			
19.					1791	944	944	944				1887	1415									1432	716
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

A betáplált 63 vágási alternatíva /pengebeosztás/ közül avégett, hogy minimális rönkfelhasználás mellett teljesítsük a főtermékekre vonatkozó méreتي igényeket:

x_6	jelű pengebeosztás mellett	34 m ³	15-16 cm ϕ rönköt
x_9	"	375 "	17-18 "
x_{15}	"	1663 "	19-20 "
x_{28}	"	1002 "	21-23 "
x_{34}	"	127 "	
x_{34}	"	347 "	
	Összesen	474 m ³	24-26 cm ϕ rönköt
x_{46}	jelű pengebeosztás mellett	36 m ³	
x_{54}	"	313 "	
	Összesen	349 m ³	27-30 cm ϕ rönköt
x_{55}	jelű pengebeosztás mellett	104 m ³	31-32 cm ϕ rönköt
	Mindösszesen	4001 m ³	rönköt

kell feldolgoznunk.

A 4. táblázatban foglaltuk össze a számítógép által kiválasztott vágási alternatívák eredményét.

Az ismertett és táblázatba foglalt számítási eredményekből a következők szűrhetők le.

Az adott korlátozó feltételek mellett a szelvényáru-kihozatal főtermékek esetén csak a kötelező minimális mennyiséget éri el, és egyáltalán nem lépi azt túl. Az egyéb választékok kihozatala nem haladja túl a megengedett határokat, és együttesen annak csupán 16%-át /187 m³/ éri el.

A felvágási terv 2530 m³ szelvényárut eredményez, amiből a főtermék választékok mellett jelentkező 187 m³ egyéb választék csupán 7,3%.

A felvágási terv 4001 m³ rönköt használ fel, ami a rendelkezésre álló mennyiségnek csupán 53%-a.

Az adatokból látható, hogy a 19 cm ϕ alatti rönkosztályokból mindössze 11% kerül felvágásra, míg e fölött csupán 1% marad ki a felvágási tervből. Az optimális felvágási terv tehát technológiai szempontból érthető módon a nagyobb átmérőjű rönkosztályokat részesíti előnyben.

A kihozatali érték ebben az esetben 63,2%.

A magas kihozatali arány ellenére ez a felvágási terv technológiai és gazdasági szempontok miatt nem elfogadható, mivel - mint láttuk - a kis átmérőjű rönkosztályok csaknem teljes egészében kimaradnak.

A fűrészüzemi feldolgozás célja, hogy az adott rönkkészletet teljes egészében feldolgozzuk, mégpedig mind nagyobb hatékonysággal. Ez természetesen nem mond ellent az előzőekben lefektetett irányelveknek, miszerint minimális rönkfelhasználásra kell törekedni adott választékmennyisé-

4. táblázat

A minimális rönkfeldolgozás melletti fűrészáru-kihozatal

M.e.: m³

A fűrész- rönk csucsát- mérője cm	R ö n k -			Igényelt főtermék-választékok					Egyéb választékok					
	kész- let	fel- vágás	mara- dék	16/100	18/100	22/100	22/120	22/150	16/80	16/120	16/150	18/80	18/120	18/150
13-14	198	-	198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16	1777	34	1743	-	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18	1793	375	1418	53	-	145	-	-	-	-	-	47	-	-
19-20	1663	1663	-	188	211	646	-	-	-	-	-	-	-	-
21-23	1054	1002	52	-	-	128	382	-	-	111	-	-	-	-
24-26	474	474	-	135	20	77	-	69	-	-	-	-	-	-
27-30	349	349	-	25	-	12	-	163	-	-	26	-	-	3
31-32	104	104	-	-	20	42	-	9	-	-	-	-	-	-
Összesen	7412	4001	3411	401	265	1054	382	241	-	111	26	47	-	3

gek legyártásakor, hiszen más oldalról nézve adott rönkmennyiség maximális kihasználása ugyanazt jelenti. Ezért további korlátozó feltételek mellett felfuttattuk a számítást újól, ahol előirtuk, hogy a teljes rönkmennyiséget feldolgozzuk, de a főtermék választékok mellett keletkező egyéb választékok mennyisége minimális legyen.

Az új korlátozó feltételekkel bővített modellt az 5. táblázatban mutatjuk be.

Az optimális megoldás a következő technológiákat aktiválta:

x_1	jelű pengebeosztás mellett	198 m ³	13-13 cm ϕ rönk
x_4	"-	1777 "	15-16 "-"
x_7	"-	1793 "	17-18 "-"
x_{14}	"-	1663 "	19-20 "-"
x_{28}	"-	1054 "	21-23 "-"
x_{35}	"-	28 "	
x_{43}	"-	446 "	
	Összesen	474 m ³	24-26 cm ϕ rönk
x_{50}	jelű pengebeosztás mellett	349 m ³	27-30 cm ϕ rönk
x_{55}	"-	104 "	31-32 "-"

Az összes rönkfeldolgozás tehát 7412 m³.

A 6. táblázatban /lásd 174. old./ foglaltuk össze a kiválasztott vágási alternatívák eredményét.

A táblázat tanulsága szerint a 7412 m³ rendelkezésre álló rönkből 4366 m³ szelvényáru keletkezik, ami 58,9 százalékos kihozatalt jelent.

A főtermék mennyisége minden esetben túllépi az előirt minimális szintet.

Az optimális felvágási tervben csupán 345 m³ egyéb választék jelentkezik a 16/120 és 18/80 mm-es szelvényáruknál. Ez a teljes szelvényárumennyiség 7,9%-a.

5. táblázat

2. Vágási program modellje

Sorszám	Megnevezés	Korlátok	Mérték- egység	Reláció	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄	x ₁₅	x ₁₆	x ₁₇
1.	Rönk 13-14 cm	198	m ³		1	1	1														
2.	Rönk 15-16 cm	1777	"					1	1	1											
3.	Rönk 17-18 cm	1793	"								1	1	1	1	1	1					
4.	Rönk 19-20 cm	1663	"														1	1	1	1	1
5.	Rönk 21-23 cm	1054	"																		
6.	Rönk 24-26 cm	474	"																		
7.	Rönk 27-30 cm	349	"																		
8.	Rönk 31-32 cm	104	"																		
9.	Áru 16/100 mm	401	"	∩	4823		2411	1812			1410		1410					2258	1129		
10.	Áru 18/100 mm	265	"	∩			2713	2039		4077	1587									1270	
11.	Áru 22/100 mm	1054	"	∩		4974		1246	4983	1246	1939	4848	3878				6210	3881	3881		
12.	Áru 22/120 mm	382	"	∩										3491	3491	1164				3726	3726
13.	Áru 22/150 mm	241	"	∩																	
14.	Áru 16/80 mm	250	"	∩																	
15.	Áru 16/120 mm	250	"	∩										1692						1355	
16.	Áru 16/150 mm	100	"	∩																	
17.	Áru 18/80 mm	250	"	∩							1269	1269	1269							1016	1016
18.	Áru 18/120 mm	250	"	∩											1904	3808					1524
19.	Áru 18/150 mm	100	"	∩																	
	Cél	Min.	m ³		0	0	0	0	0	0	1269	1269	1269	1692	1904	3808	0	0	0	2371	2540

5. táblázat folytatása

Sorszám	x ₁₈	x ₁₉	x ₂₀	x ₂₁	x ₂₂	x ₂₃	x ₂₄	x ₂₅	x ₂₆	x ₂₇	x ₂₈	x ₂₉	x ₃₀	x ₃₁	x ₃₂	x ₃₃	x ₃₄	x ₃₅	x ₃₆	x ₃₇	x ₃₈	x ₃₉	x ₄₀	
1.																								
2.																								
3.																								
4.	1																							
5.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
6.																	1	1	1	1	1	1	1	1
7.																								
8.																								
9.		924		3235	924		3235	924		3235								3892	1061					
10.		1040		1040	1040		1040	1040		1040							1592				796	796	796	796
11.		2542	4448		2542	4448		2542	4448		1271	1271	1271				3406	973	3892					
12.											3813	1525	3813								4671	1168	1751	4671
13.														3813	3813		1460	1460	1460					1460
14.								739	739	739														
15.	4742										1110	3328										3397	849	
16.		1386	1386						1386	1386				1386		4853								
17.	1016	832	832	832	832	832	832																	637
18.					1250	1250	1250						1248		1560									1911
19.																					1194	1194	1194	
	5758	2218	2082	2218	2082	2082	2082	2125	2125	2125	1110	3328	1248	1386	1560	4853	0	0	0	1194	4591	3954	637	

5. táblázat folytatása

	x ₄₁	x ₄₂	x ₄₃	x ₄₄	x ₄₅	x ₄₆	x ₄₇	x ₄₈	x ₄₉	x ₅₀	x ₅₁	x ₅₂	x ₅₃	x ₅₄	x ₅₅	x ₅₆	x ₅₇	x ₅₈	x ₅₉	x ₆₀	x ₆₁	x ₆₂	x ₆₃	
1.																								
2.																								
3.																								
4.																								
5.																								
6.	1	1	1	1	1																			
7.						1	1	1	1	1	1	1	1	1										
8.															1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9.						2237	559	1118				559	559	559							424	424	424	
10.							1258								1910		477							
11.			973	973	973	3460	3844	4613							4082	5249	4666				1166	1166	1166	
12.	1168	1751							3690	5074	3690							4899	699					
13.	1460	1460	1460	5108	730				1153		1153	4036	4613	5190	875	875	875				4374	3062	3062	
14.																		679	679	679	679	679	679	679
15.	3397	849							671										4072	3054				
16.				4246	3184									839										636
17.	637	637									1510													
18.		1911							755												1718			
19.	4034	3397	0	4246	4975	944	944	944	1426	0	1510	1887	1415	839	0	0	0	679	4751	5451	679	2111	2031	

6. táblázat

Fűrészáru-kihozatal a rönkkészlet teljes feldolgozása esetén

A fűrész- rönk csucsát- mérője cm	Felvágott rönk	Igényelt főtermék-választékok					Egyéb választékok						
		16/100	18/100	22/100	22/120	22/150	16/80	16/120	16/150	18/80	18/120	18/150	
13-14	198	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16	1777	322	362	221	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18	1793	253	285	348	-	-	-	-	-	228	-	-	-
19-20	1663	376	-	646	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-23	1054	-	-	134	402	-	-	117	-	-	-	-	-
24-26	474	11	-	46	-	232	-	-	-	-	-	-	-
27-30	349	-	-	-	177	40	-	-	-	-	-	-	-
31-32	104	-	20	42	-	9	-	-	-	-	-	-	-
Összesen	7412	1057	667	1437	579	281	-	117	-	228	-	-	-

3. Ö S S Z E F O G L A L Á S

Az előzőekben bemutatott feladat kidolgozásával célunk az volt, hogy bemutassuk azokat az alapvető matematikai összefüggéseket, amelyek a fűrészüzemi termelés irányítása során - a lineáris programozás segítségével - alkalmazásra kerülhetnek.

A feladat megoldása során eredményül kapott vágási alternatívák, ezek anyagi eredménye, azaz a fűrészáru-kihozatalok az 1. fejezetben ismertetett alapadatokra épülnek és elméleti jellegűek, mivel a számítógépre betáplált vágáskombinációk, valamint azok anyagi eredménye az elméleti optimumot tükrözi.

Ezt a gyakorlat módosíthatja, hiszen

- a vágáskombinációkat az egyes átmérőcsoportoknál a minimális csucsátmérőre állítottuk össze. Ez - főleg azoknál a csoportoknál, ahol 2-3 cm-es ugrások vannak - pozitív irányban módosíthatja a kihozatalt;

- ugyancsak pozitívan módosíthatja a kihozatalt a fa sudarlóssága miatt kikerülő rövidáru is, mivel a kihozatal értékeit is a csucsátmérőre számítottuk;

- nem vettük figyelembe viszont a fa alaki hibáiból, a fahibák kiejtéséből, a technológiai, manipulációs okokból bekövetkező kihozatal-romlást.

E tényezők és az egyéb esetleges kihozatali javulást vagy romlást eredményező tényezők együttes hatását csak a gyakorlatban végzett próbavágásokkal lehet meghatározni.

A számítógépen lefuttatott matematikai modell egyértelműen bebizonyította, hogy adott korlátozó feltételek és adott vágáskombinációk esetén mindig található olyan optimális megoldást, amely az elméleti maximális kihozatalt a lehető legjobban megközelíti.

Adott példánkban a számításba vett vágáskombinációk mellett a maximális kihozatal 62%-os.

Ha korlátozó feltételként csak az előirt mennyiségű főtermék választékok legyártását szabjuk meg, a kihasználás foka 63,2%-ra nő, viszont ebben az esetben a számítógép a kiválasztott vágási alternatívák alapján az alacsonyabb átmérőjű csoportok feldolgozását kizárja.

Ha további feltételként az össz-rönkmennyiség feldolgozását is előírjuk, az optimális kihozatal 57,3%-ra módosul, viszont az előírtat lényegesen meghaladó mennyiségű főtermék előállításával számolhatunk.

Az ismertetett lineáris programozás segítségével való fűrészüzemi termelésirányítási módszer kis- és nagyüzemekben egyaránt alkalmazható, és a programozási periódus a kezdő információs lehetőségektől függően változhat. A számítás folyamatára való tekintettel programozási periódusra egy héttől egy évig terjedő időtartamot lehet számításba venni.

A lineáris programozással való termelésirányítás útján elérhető gazdasági eredmény elméletileg annál jelentősebb /a számításba vett mennyiségen túlmenően/, minél hosszabb a program által felölelt időszak, és annál pontosabb, minél nagyobb a kezdeti információt jelentő vágási alternatívák száma.

A fűrészáru-termelés lineáris programozása gyakorlati alkalmazásának módja:

1. Összegyűjtjük a technikailag és gyakorlatilag alkalmazható valamennyi lehetséges optimális kihozatalt eredményező vágási alternatívát /pl. a Feldmann-Sapiró vágásmélet alapján/, és megállapítjuk azok anyagi eredményét /kihozatalát/ százalékban kifejezve és átmérőcsoportonként. A kihozatali eredmények meghatározásához első sorban grafikus vagy matematikai módszerek alkalmasak.
2. Felmérjük a programozási időszakra vonatkozó fogyasztói fűrészáru-igényeket, illetve az elfogadott piaci igényeket mennyiség, méretek és fafaj szerinti bontásban.
3. Megállapítjuk a rendelkezésre álló fűrészrönk mennyiségét méretcsoportonként, és ha szükséges fafajonként.
4. Az adatok birtokában egyenlőtlenségek formájában felírjuk a korlátozásokat, és ezek alapján megszerkesztjük a modellt.
5. A modellt betápláljuk az elektronikus számítógépbe, mely feleletet ad arra, hogy
 - melyek azok a vágási *alternatívák* /pengebeosztások/, amelyek mellett az igényelt fűrészáru-mennyiség a kért választék-megosztás szerint a minimális rönkmennyiség feldolgozásával termelhető le, illetve ha az összes rönkmennyiséget fel akarjuk dolgozni, mely vágási alternatívák mellett kapjuk a maximális kihozatalt;
 - az egyes rönkmennyiségekből *mennyi az a mennyiség*, amelynek a gép által megadott pengebeosztás melletti feldolgozása biztosítja a fűrészárúnak az igények szerinti választékban való letermelését.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a lineáris programozás matematikai módszere alkalmas a fűrészipar termelési programjának meghatározásához. Segítségével a termelés kivitelezésének sokféle alternatívájából ki tudjuk választani azt a módszert, mellyel adott feltételek mellett optimális megoldást kapunk, azaz alkalmas különböző választékfeleségek termelésének maximalizálásához, az alapanyagfelhasználás minimalizálásához, valamint - amennyiben figyelembe vesszük az árakat is - a nyereség maximalizálásához.

ÉPÜLETASZTALOS - IPARI TERMÉKEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI RENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA

SÜMEGHY GÁBOR

okl. gépészmérnök, tudományos főmunkatárs

B E V E Z E T Ő

A kutatási program 1976. évi részében az ablakgyártás jelenlegi rendszerét elemeztük abból a célból, hogy a levont következtetések alapján 1977. évben kidolgozzuk az új ablakgyártási rendszert.

A hazai épületasztalos-ipar alapvető terméke az ablak, mely tágabb értelemben mindazon fa alapanyagú termékeket képviseli, melyek a különböző rendeltetésű és különböző építési technológiával létrehozott építmények homlokzatán mint homlokzati épületszerkezetek jelennek meg.

A hazai épületasztalos-ipar e termékből az utóbbi évtizedekben átlagosan évenként mintegy 1,2-1,3 millió m²-t termelt, mely az utóbbi tíz évre vonatkoztatva mintegy 7,5 milliárd forint értékű. Az ablakgyártás céljára az utóbbi évtizedben felhasznált fa volumene meghaladta az 1,2 millió m²-t, melynek értéke mintegy 3 milliárd forintot tesz ki.

Az ablakok gyártásának és beépítésének élőmunka-igénye is jelentős. 1975. évi szinten 22-25 millió munkaórában határozható meg, tehát e szakfeladatra országos szinten mintegy 10-11 ezer munkás folyamatos munkájának megfelelő élőmunkát fordítanak évente. E munkaerő-potenciál évi mintegy 20 800 házigyári lakás teljes élőmunka-igényével egyenértékű.

Az V. ötéves tervben további igénynövekedés várható, mely 1980. évben az 1975. évi termelés 126-130%-a lesz. Ha az alkalmazott ablakgyártási technológia nem kerül lényeges módosításra /technológiai váltás/, akkor a tervidőszakban további 1800-2000 fő munkájának megfelelő élőmunka-befektetéséről kell gondoskodni, mely mintegy 3000 házigyári lakás teljes élőmunka-igényét fedezné.

Az alapvető társadalmi szükségleteket kielégítő építőipari termelés várható növekedése folytán az ablakokkal szemben támasztott igények az ezredfordulóig a jelenlegi ütemet meghaladó mértékben fognak növekedni, mely hagyományosan, elavult ablakgyártási módszerekkel nem elégíthető ki.

A mennyiségi és műszaki igények növekedése következtében a szükségszerűen előtérbe kerül az igények nagyságrendjéhez igazodó új gyártmány- és gyár-

tási rendszer megvalósításának szükségessége, annál is inkább, mert már az utóbbi évtized növekvő épületasztalos-ipari termelésében egyre éleződő ellentmondások alakultak ki.

Egyrésztől: - a tömeges lakásépítés biztosítása végett a III. és IV. ötéves tervben elvégzett fejlesztés - elsősorban a paneles és térzsazatos technológia hazai bevezetése - az építőiparban technológiai váltást jelentett, és az építés iparosításának célját szolgálta;

Másrésztől: - az ablakgyártásban a hagyományos építési módokhoz igazodó műveleti sorrend és szervezettség változatlan maradt, a fejlesztések és régi gyártási rendszer munkasebességének fokozására irányultak, nem pedig a komplex gyártmány- és gyártásfejlesztésre, vagyis az ablakgyártásban a technológiai váltás előkészítésére;

- a hagyományos gyártás nyers /méretstabilizálatlan/ alapanyagra épül, az anyag méretét /alakját, felületét/ munka közben változtatja. Az egymástól eltérő változások miatt szükséges a munka közbeni szakértő vizsgálódás, és ennek eredményeként egymástól eltérő technológiák alkalmazása, mely vagy nem kerül elvégzésre /minőségromlás/, vagy a munkasebességet lassítja /rossz eszközkhasználás/. A hagyományos gyártmány- és gyártási rendszer fenntartása miatt a mesterségbeli tudással rendelkező szakmunkások iránti igény fennáll és fokozódik, de kielégítetlen marad;

- a méretstabilizálatlan kiinduló alapanyag miatt a már egyszer elvégzett megmunkálásokat többszörösen helyesbiteni kell, ezért a hagyományos gyártás *helyesbitéses* rendszerű. A hagyományos műveleti sorrend ennek megfelelően épül fel: a szerelő jellegű műveleteket megmunkálás jellegű műveletek váltogatják, még a beépítést követően is szükséges forgácsoló megmunkálást végezni. Ez minőségromlást és alacsony színvonalu termelékenységet okoz;

- az ablakszerkezetek gyártmányfejlesztése a helyesbitéses gyártási rendszerhez igazodik, azzal komplex egységet alkot, ezért a konstrukciós megoldások a kézműves iparban kialakult gyártmányszerkezetekhez viszonyítva alapelvében változatlanok, tehát gyártás közben igénylik a szerkezetkapcsolatok többszöri módosítását;

- a funkcióképes kész ablak létrehozásának szervezettsége korszerűtlenné vált, munkafolyamata kettészakadt, az első és

második szakaszt két különálló gazdasági egység végzi. Az első munkaszakasz /műhelykész ablak létrehozása/ munkasebessége gyors, gépesített, a második munkaszakasz /beépítés, működőképés állapotra hozás/ munkasebessége lassu, termelékenységi színvonala alacsony. A befektetett élőmunka aránya a két munkaszakasz között 1/3-2/3-as arányu, alacsonyabb színvonalu építési módnál 1/4-3/4 arányu, az összesen gyártott ablakok nem egész 1%-ában 4/5-1/5 arányu /festett-üvegezett/, tehát a nagyobbik részarányt képviselő munkát építőipari szervezetben, nem megfelelő szakmai színvonalon végzik.

Következményként jelentkezett

- az ablakszerkezetek végleges minősége a fokozott mértékben jelentkező többszöri, utólagos, alacsony termelékenységi és szakmai színvonalu mérethelyesbitések miatt nem kielégítő;
- a munka termelékenysége nem növekszik az eszközölt beruházásokhoz viszonyított mértékben;
- az építés iparosítását célzó, üzemben készre gyártott ablakok gyártása kisebb mennyiségben növekszik, mint az alacsony készültségi fokú hagyományos ablakoké. Ez az ablakgyártás építőipari termelékenységi mutatóit kedvezőtlenül befolyásolja;
- a termelés bővítését a szakember- és általános létszámhiány akadályozza, mivel az elavult gyártási folyamaton belül a munkaigény nagy, és a munkakörülmények javítása elmarad az országos ütemtől. Ez a munkaerőhiányon túlmenően a munkaerő eláramlásához vezet;
- a nem komplex technológiai rendszerbe illesztett nagy munkasebességű berendezések létesítésére fordított beruházások - alacsony színvonalu kihasználás miatt - lassabban térülnek meg a tervezettnél;
- a fejlesztés céljára rendelkezésre álló szellemi kapacitás hatékonysága nem kielégítő, mivel a tevékenység nem komplex rendszerek kidolgozására /technológiai váltás/ irányul, hanem a régi technológia egyes munkaelemeinek /gyártmányszerkezeti elemeinek/ fejlesztésére, e munkaszakáson belül a munkasebesség növelésére, mely a problémák megoldása helyett azok újratermelődéshöz vezet;
- összességében: a hagyományos technológiai bázison alapuló termelési eredmények egyre kevésbé fedezik az igényelt bővített újratermeléshez szükséges erőforrásokat, nevezetesen a beruházási javakat és bérfejlesztési szükségleteket.

A jelenlegi gyártmány- és gyártási rendszerrel kapcsolatban elvégzett elemzések és vizsgálatok igazolták, hogy e kedvezőtlen jelenségek megszüntetése kizárólag olyan új komplex gyártási rendszer megvalósításával érhető el, mely a faablak-gyártásban *technológiai* váltást jelent. E feladat végrehajtása késésben van az építőiparban már megvalósított technológiai váltáshoz képest, és jelentős elmaradásban van a faipar általános európai színvonalához viszonyítva is.

1. AZ ABLAKGYÁRTÁS JELENLEGI HELYZETÉNEK RÉSZLETES ÉRTÉKELÉSE

Magyarországon a fa alapanyagú ablakok alkalmazása különböző rendeltetésű építményeken általánosan elterjedt. Több évszázados fogalomkapcsolat keletkezett az ablak mint az épület tartozéka, valamint az asztalosmunka mint mesterségbeli tudást igénylő ipar között. Bár az utóbbi évtizedekben más anyagok felhasználásával is készültek ablakok /fém, műanyag/, mégis, aki ma Magyarországon ablakról beszél, általában fa terméket feltételez.

Jelenleg Magyarországon a lakásépítésben közel 100%-ban fa ablakokat alkalmaznak, és csak a középület-építésben jelentős a fém ablakok beépítési aránya.

Műanyag ablakok beépítésére mind ez ideig csak kísérleti, illetve bemutató jelleggel került sor, és e termékek külföldi gyártócégek gyártmányai voltak.

Az utóbbi évtizedben a fa ablakokon megjelentek fém /elsősorban alumínium/, valamint műanyag szerkezeti elemek, de az ablak alapvető szerkezeti anyaga továbbra is a kiváló tulajdonságú fa maradt. Az idegen anyagok /fém, műanyag/ alkalmazását elsősorban nem az ablak műszaki paramétereinek fejlesztési igénye ösztönözte, hanem elsősorban a fa kellő mértékben meg nem oldott méretstabilitása és nem kielégítő időállandósága miatt váltak szükségessé: rossz bevonati rendszerek miatt az alumíniumlemez borítás /alufa/, a vegyvédlemben nem részesített fa vízvetők fokozott korróziója miatt műanyag vízvezető, a fa felületi megmunkálási nehézségei és változó felületi jósága miatt a PVC felületi bevonat stb. Ezek a fejlesztések tehát napjainkban a faablakgyártás részleges műszaki-gazdasági előnyeinek biztosítására irányultak, de új komplex, vegyes anyagú gyártmány- és gyártási rendszer létrehozására való törekvésről - ahol az idegen anyagok konkrét műszaki paraméterjavító szerepet gazdaságosan töltenek be - nem beszélhetünk.

Kivételesen az alumínium ablak gyártmány- és gyártási rendszere, mely magyarországi viszonylatban megoldottnak tekinthető. Ha az elkövetkező évek kutatásfejlesztési törekvései - melyek a fa stabilizálására /méret, alak

felületi/, valamint korrózióállósági tulajdonságainak javítására irányulnak - eredményre vezetnek, akkor a fából készített /vegykezelt/ ablakok műszaki és gazdaságossági szempontból az ezredfordulóig is, sőt azon túlmenően is megtarthatják meghatározó szerepüket a hazai ablakgyártásban. Ezt a megállapítást alátámasztja az is, hogy a fa fizikai tulajdonságainál fogva változatlanul az ablakok igen alkalmas alapanyaga /önmagában jó hőszigetelő, könnyen megmunkálható, az alapanyag-előállítás nem energiaigényes stb./, sőt századunk utolsó negyedének nem elhanyagolható szempontja szerint a természet által ismételten ujratermelődő nyersanyag.

Mindezekért az egyre tömegesebbé váló faablakgyártás által felszínre került műszaki-technológiai problémák megoldásával kell foglalkozni, nem pedig e problémák megoldatlansága miatt a faablakgyártás elvetésének realizálását hangoztatni.

A fa ablakok tényleges tömeggyártásának - új komplex gyártmány- és gyártási rendszer útján való - megvalósítása kedvező helyzetből indulhat ki. A *műhelykész* ablakok gyártása ugyanis az utóbbi két évtizedben jelentős szakosodáson ment keresztül olyan formában, hogy 1975-76. évi szinten az országos igények 60-65%-át nagyvállalati szervezetben, magas színvonalon gépésített, *profilozott* épületasztalos gyárakban gyártják le. Az e gyártóhelyeken alkalmazott gyártástechnológia jelenleg meghatározó jellegű, és az itt alkalmazott nagy munkasebességű gépi berendezések kiinduló alapot teremthetnek egy *technológiai váltás* megvalósításához.

Magyarországon a faablakgyártás folyamata - és az ehhez megválasztott szervezési forma - mindenkor az építőipar termeléséhez - mint annak szerves része - kapcsolódott. Mint minden ipari terméknek, úgy az ablakgyártás munkafolyamatának is kezdete az alapanyagok megmunkálásának megkezdése, vége pedig a kész, használatba vehető, működőképes termék létrehozása. E munkafolyamatnak konkrét műveleti /az eszközök hatékonyságától függő műveleti időszükséglete/ és átfutási ideje van. Ezen belül különös meghatározó szerepe van a műveleti sorrendnek, mely a fejlesztések /asztalosipari, építőipari/ során módosulásokon megy keresztül.

A téglafalazásos építési mód és az ablakgyártás természetéből adódóan már a századfordulón sajátos, egyben jellemző szervezési forma alakult ki, nevezetesen két egymástól időben és térben elhatárolódó első és második munkaszakasz.

Az első /viszonylag nagyobb munkasebességű, rövidebb átfutási idejű/ munkaszakaszban az építészeti méretektől közvetlenül nem függő faipari megmunkálási műveletek csoportosultak, mely munkaszakasz végeredménye a részben elkészített műhelykész ablak. /A részben elkészített- séget azért szükséges kihangsúlyozni, mert ez kifejezi, hogy a kész, működőképes ablak eléréséig számos műveletet kell még elvégezni, melyek módja és minősége az ablak végleges és tényleges értékének alakulására alapvető módon hat ki./

A második /viszonylag lassabb munkasebességű, hosszabb átfutási idejű/ munkaszakaszban a kőműves szakmunkával elvégzett beépítés, festés, üvegezés, működőképes állapotra hozás műveletei csoportosultak.

Az első és második szakasz különválását /melyek közé általában jelentős, de nem kivánatos raktározási idő is ékelődött/ elsősorban az építési mód műveleti sorrendje és átfutási ideje eredményezte, és mivel a második szakaszban az asztalosmesterségtől *idegen* szakmunkák /kőműves, üveges, mázoló/ domináltak, a teljes második szakaszt építőipari szervezetben végeztették.

Kezdetben ettől a csoportosulástól függetlenül az asztalos szakmába vágó összes munkát egy gazdasági egység végezte /építési vállalkozó, aki-nek asztalosüzeme és építőszervezete volt/, később a teljes munkafolyamat asztalosmunka elemeit az önálló asztalosüzemek, majd ezt követően - 1958-59. évtől kezdődően - a második munkaszakasz minden műveletének végrehajtását /beleértve az asztalos szakmunkaelemeket is/ építőipari feladatkör-be és szervezetbe utalták.

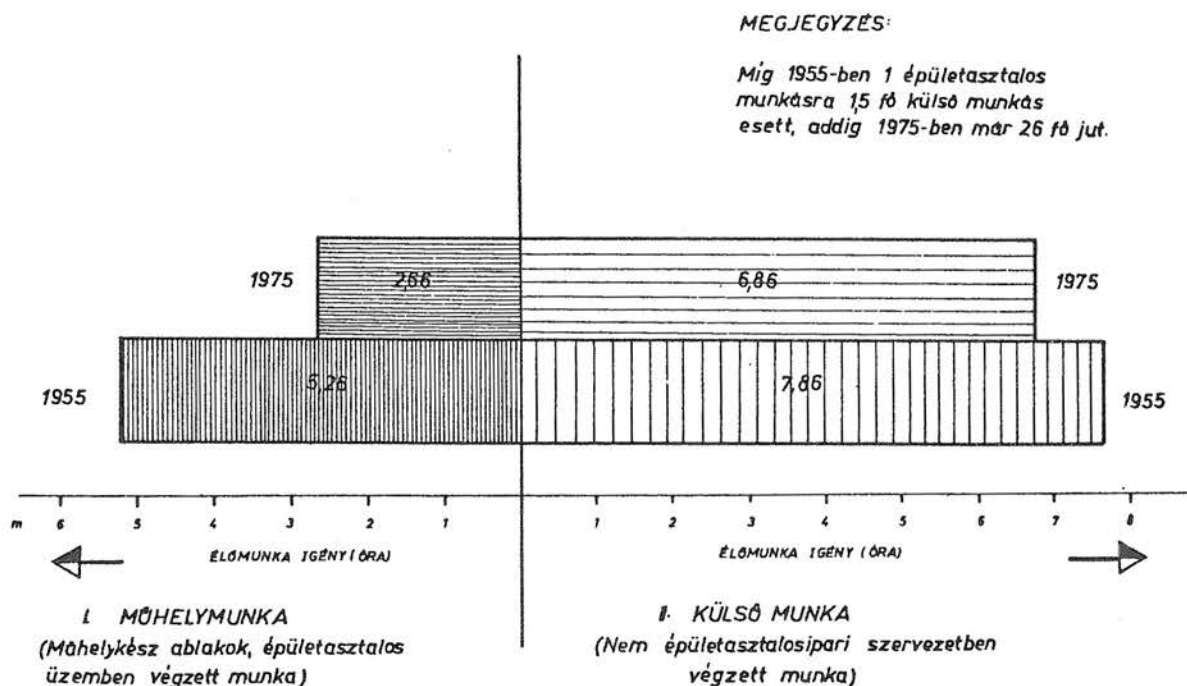
Ez a megosztottság a munkamegosztás révén - a kezdeti időszakban /1958-65/ - elsősorban a műhelymunkákban hozott termelékenységi eredményeket, ugyanakkor azonban a funkcióképes végleges ablak minőségéért érzett felelősséget megosztotta, a szerves egészlet képező munkafolyamat első és második része egymástól elidegenedett. Az építés iparosítása oldaláról tervbe vett azon célkitűzés, hogy a második munkaszakasz munkamennyisége fokozatosan, de gyors ütemben csökkenjen, gyakorlatilag nem következett be.

Az 1. jellegábra a munkamennyiségek arány-alakulását mutatja.

Az ábrából kitűnik, hogy az első és második munkaszakasz élőmunka-arányában alapvető változás következett be. Míg 1955-ben 1 fő üzemben dolgozó ablakgyártó munkásra 1,5 fő *külső* munkás, addig 20 év múlva, 1975-ben 1 fő üzemben dolgozó munkásra már 2,6 fő *külső* munkás jutott. Figyelembe kell venni, hogy ez idő alatt a termelés volumene többszörösen nőtt, és így a hazai viszonylatban jelenleg ablakkészítéssel foglalkozó 11 ezer munkásból a mintegy 7940 fő *külső* munkás alacsony termelékenységi színvonalon dolgozik. /A 7940 fő mindazon élőmunka-mennyiséget reprezentálja, mely iparosítási intézkedésekkel műhelymunkává tehető, függetlenül attól, hogy ezt jelenleg kőműves, üveges, mázoló stb. szakmunkások, vagy lakossági vonatkozásban háziiparosok végzik./

A *külső* munka teljes körű üzemesítése esetén a *külső* munkások termelékenysége - reális számítások mellett - kétszeresére növelhető. Ilyenformán a gyártó ipar termelését 1,8 milliárd Ft/évvel növelheti /3970 fő x 457 000 Ft/fő/év, mely utóbbi a jelenlegi üzemi termelékenységi szint/, mindezek mellett az építőipar és ezen keresztül a népgazdaság számára 3970 fő építőmunkás munkájának megfelelő élőmunka szabadulhat fel, mely - 7500 házigyári lakás teljes élőmunka-igényével egyenértékű.

ABLAKOK ÉLŐMUNKAIGÉNYÉNEK ALAKULÁSA (1955-1975) KÉPZETT (SZÁMÍTOTT)
VEZÉRGYÁRTMÁNY ALAPJÁN



1. ábra

Egy ilyen értelmű munka-átcsoportosulásnak a jelenlegi ablakgyártási színvonal és szervezeti forma nem kedvez, mivel az iparosítás irányába ható műszaki intézkedések nem járnak közvetlen /egy gazdasági egységen belüli/ létszámnyereséggel, hanem a létszámnyereség más gazdasági egységekben /építőipari vállalat, kisipar, lakosság stb./ jelentkezik. E létszám megszerzése csak olyan magas színvonalon létrehozott gyártási folyamat útján lehetséges, ahol a munkakörülmények és a munka szervezettsége alapvetően megjavul, a megkívánt termelékenység nem a munka intenzitásán és a megkövetelt nehéz fizikai munkán keresztül, hanem kulturált termelési rendszer keretében valósul meg. E magas műszaki színvonalon létrehozott gyártmány-, gyártási rendszer az építőiparban korábban végrehajtott technológiai váltáshoz igazodik, és egyben az ablakgyártásban is technológiai váltást jelent. Más oldalról az építőipar részéről jelentkező korszerű igények kizárólag olyan - az ablakgyártásban végrehajtott - technológiai váltással elégíthetők ki, mely magas termelékenységi és minőségi színvonalat, valamint alapvetően jobb munkakörülményeket biztosít, tehát az átcsoportosuló munkaerőre vonzó hatással van.

Az ablakgyártás jelenleg szervesen az építőipari tevékenységhez kapcsolódik, mely egyrésztől lemérhető abban, hogy a kész, funkcióképes ablak előállításához szükséges munkaidő felhasználása mintegy 2/3-ad részben építési helyen /épületen/, illetve építőipari zárt munkahelyen történik.

Ezt az arányt a különböző építési módok kismértékben módosítják. Kivételt képeznek az asztalosüzemben festett, üvegezett szerkezetek, de ezek rendkívül alacsony jelenlegi részarányuk miatt /az össztermelés nem egész 1%-a/ nem mértékadóak.

Az, hogy az építési módokhoz, azok konkrét munkafolyamatához kapcsolódik az ablakgyártás, lemérhető másrésről a kész funkcióképes ablak előállításának átfutási idejéből is /lásd 1. táblázat/.

1. táblázat

Ablakok átfutási ideje /napokban/ a gyártás megkezdésétől
a működőképes végleges állapotig

M.e.: nap

Az ablak megnevezése	Átfutási idő		Összesen
	épületasztalos üzemben	építőipari szervezetben	
Téglafalazásos építés ablaka	9	210	219
Salakblokkos építés ablaka	11	150	161
Paneles /szovjet házgyári/ építés ablaka /nem üzemben festett/	13	110	123

Megjegyzés: A táblázat egyben azt is jelenti, hogy a hazai épületasztalos-ipar jelenleg nem gyárt olyan ablakot, mely építési módtól függetlenül - azonos munkafordítással és átfutási idővel - konvertálhatóan alkalmazható lenne. A jelenleg gyártott - az össztermelés nem egész 1%-a - festett, üvegezett ablak sem az, mert csak a szovjet házgyári építésmódnál alkalmazható.

Az építőipari szervezetben jelentkező viszonylag hosszú időtartam az átfutási időbe ténylegesen beleszámít, mert ez idő alatt az ablakot olyan hatások érik, melyek a véglegesen funkcionáló ablak minőségét alapvető módon befolyásolják. /Ha ez az idő rövid lenne, önmagában is minőségjavító hatása lenne, és éppen az asztalosüzemi készre gyártás az, amely ezt az időt alapvető módon lerövidítheti./

A jelenlegi épületasztalos-ipari termelő tevékenységre - annak tagozódására - tehát az építőipari módszerektől /építési módtól/ függő megosztottság a jellemző olyannyira, hogy országos viszonylatban egyetlen olyan épületasztalos-ipari gyártási rendszer sincs, ahol a teljes munkafolyamatot szakvállalat végzi.

Ezen túlmenően a különböző építési módokhoz kapcsolódó munkafolyamatok egymáshoz viszonyítva is jelentősen eltérőek, és csak a gyártási rész /első szakasz/ mutat némi hasonlóságot, de semmi esetre sem azonosságot, vagy egyéb szempontok alapján csoportosítható egységes képet. A legnagyobb részarányt képviselő *teschauer* rendszeren belül is nagy a megosztottság, konvertálhatóságról nem beszélhetünk.

Jelenleg Magyarországon a következő építési módokat és az azokhoz szorosán kapcsolódó ablakgyártási módszereket határolhatjuk el:

1. téglafalazásos építési mód,
2. blokkos /középblokkos/ építési mód,
3. paneles építési mód utólagos ablakbeépítéssel,
4. térzsalus építési mód,
5. könnyűszerkezetes építési mód.

A felsorolt építési módokhoz szállított műhelykész termék készültségi foka más és más, de jelentősen eltér a második munkaszakasz /beépítés, működképes állapotra hozás/ műveleti sorrendje és munkamennyisége is.

A műhelykész termékek valamennyi építési módhoz való konvertálhatósága mindaddig nem közelíthető meg a gyártás /első munkaszakasz/ oldaláról, míg az ablakgyártás teljes munkafolyamatának csak kisebbik részét végzi az asztalosüzem.

A termelő tevékenység szervezeti tagozódásában /megosztottságában/ sem képzelhető el módosulás, míg a teljes munkafolyamat élőmunka-mennyiségéből a gyártó ipar alacsony szinten részesedik.

A műszaki fejlesztés nagy lehetősége éppen abban van, hogy jelenleg a gyárban 1 főhöz viszonyítva 2,6 fő olyan külső munkás dolgozik, akik a gyári munkához mérten igen alacsony termelékenységi színvonalon dolgoznak. Ha e külső munkaerő, mintegy 50-55%-ának gyári, magas termelékenységi színvonalu foglalkoztatása fejlesztés útján realizálódik /1964. évi, az építés iparosodásáról szóló párt- és kormányhatározat/, úgy az építőipar számára országos szinten mintegy 4000 fő munkaerő felszabadítható.

A felsorolt tényekből az a következtetés vonható le, hogy az építési módoktól *függetlenített*, minden építési rendszerre alkalmazható, *konvertálható* ablakok tömeggyártása kizárólag a végleges beépítésig /tényleges szerelésig/ bezárólag üzemben elkészített ablakok gyártmánykonstrukciójának és gyártási rendszerének megvalósítása útján valósulhat meg.

A megvalósítás célja és szükségessége egyértelmű, a megvalósítás módja azonban többirányu elemzést kíván. Elsősorban annak vizsgálata szükséges, hogy a több évtizede kialakult gyártmány- és gyártási rendszer *továbbfejlesztés útján* alkalmas-e az igények hosszú távon való kielégítésére, *vagy* pedig a feladat megoldásához *alapvető változások szükségesek-e?*

2. A MŰHELYKÉSZ ABLAK FOGALMA

Műhelykész ablak az olyan, *részben elkészített* ablak, melynek műszaki paraméterei /készültségi foka stb./ a több évtizedes, sőt évszázados gyakorlatnak megfelelően alakultak ki.

E gyakorlatot kiformálta egyrészt a több évszázada változatlan építési mód /falazásos/, másrészt a *tradicionálisan* kialakult szakmák /asztalos, lakatos, mázoló, üveges stb./, és hogy az igény szerint jelentkező munkákat csak a szakemberek egymás után, külön-külön a műveletek természetes /építési munkától függő/ sorrendjében végezhetik el.

Az ablakgyártás /készítés/ munkafolyamatában az egyes szakmák időben eltolva többször is *megjelentek*, így az asztalosok is, akik a műhelyben gyártottak, majd a beépítés után *szereletek*.

Ha a kézműves iparban műhelykész ablakról beszéltünk, vagy beszélünk, általában mindenki - legfeljebb kis eltéréssel - ugyanazt a megjelenítéssel /készültségi fokú/ fa ablakot értelmezi.

Mindezen túlmenően a műhelykész ablak fő lényegei:

- a/ a véglegesen funkcionáló ablakhoz viszonyítva magában foglalja a legfontosabb anyagokat és szerkezeteket;
- b/ a véglegesen funkcionáló ablakhoz viszonyítva nem foglal magában minden anyagot és szerkezetet;
- c/ a még későbbiek során bedolgozandó anyagok és szerkezetek az ablak paramétereit - előre nem látható módon, de lényegesen - meg fogják változtatni, ezért a műhelykész termék a *végminőség* szempontjából nem értékelhető,
- d/ a *technológiai váltás* jellegű építőipari fejlődés kapcsán a *műhelykész termék* egyértelmű *műszaki értelmezése felbomlik*, mert a *teljes* ablakgyártó munkafolyamaton belüli műveleti sorrendcserék válnak szükségessé.

A műhelykész fa ablak tehát olyan - szinte egyedülállóan sajátos - ipari termék, mely sem nem *alapanyag*, sem nem *félkész termék*, hanem egy olyan *részben elkészített* ipari termék, melynek jelenlegi *részben elkészítettségi foka* műszaki törvényszerűségek alapján nem indokolható. /Nem indokolt fa terméket vizes habarccsal befalazni, nem indokolt mázolást, lakkozást, üvegezést építési munkahelyen végezni stb./ A teljes ablakgyártó munkafolyamatnak tehát olyan *szakadása* van, amely a műszaki, gazdasági fejlődés szempontjából egyre inkább tarthatatlan.

Mindezekért az ablakgyártás technológiai váltás irányába ható műszaki fejlesztése nem szorítkozhat külön a műhelymunka és külön a külső munka fejlesztésére.

3. A GYÁRTÁSI RENDSZEREK ÉRTELMEZÉSE

A gyártmány- és gyártási rendszerek tárgyalásánál általában a gyártmány elsőbbséget élvez /először mondjuk meg, hogy mit gyártunk és utána tárgyaljuk, hogy hogyan/.

Kutatásunk során a sorrendet megfordítottuk, mivel így előnyösebbnek mutatkozott az egyébként komplex rendszer törvényszerűségeinek feltárása.

Az ipari termékek előállításának rendszere - ezek alapelvét tekintve - két, egymástól elhatárolható csoportra osztható:

- a/ helyesbitéses /egymáshoz dolgozós/ gyártási rendszer,
- b/ csereszabatos gyártási rendszer.

A helyesbitéses gyártási rendszert a tömegszerűségi fok alacsonyabb szintjén a kézműves ipar /kisipar/ és a változatos termékeket előállító kisüzemek alkalmazzák. Ez a gyártási mód feltételezi, hogy a termék-előállítás minden fázisában az elvégzett műveletek eredményét a *szakember* értékelje, és ennek függvényében döntsön a következő művelet megmunkálási módját illetően. Ezért a gyártás során a *vizsgáldóds - döntés - változatos végrehajtás* ciklusai többszörösen ismétlődnek. E gyártási rendszerben általános műveleti sorrend van meghatározva, de az ettől való eltérés, a műveleti sorrend felcserélése, egyes műveletek szükségszerű megismétlése e gyártási mód természetes velejárója.

A helyesbitéses gyártási rendszert egyrésztől a változatos termékfajtákat előállító gyártóhelyek alkalmazzák, de ezen túlmenően különösen azok az üzemek, melyek olyan természetes *élő*, egymástól eltérően viselkedő/ alapanyagok feldolgozását végzik, melyek munka közben paramétereiket előre ki nem számítható módon változtatják.

A helyesbitéses gyártási mód nélkülözhetetlen tartozéka az eljárások gazdag változatát ismerő *szakember*, és az eljárások végrehajtásához szükséges *eszközök sokfélesége*. E gyártási mód másik jellemzője, hogy a munkafolyamat során a *megmunkáló jellegű* /az anyag paramétereit megváltoztató/ és *szerező jellegű* /az alkatrészeket egyesítő/ műveletek változtatják egymást.

A csereszabatos gyártási rendszert általában a tömegszerűségi fok magasabb szintjén álló nagyüzemek alkalmazzák. E gyártási mód a céltermék alkatrészeinek tömeges készre gyártásán, majd ezt követően a kész alkatrészek összeszerelésén alapul. A gyártási mód velejáró következménye egyrésztől az alkatrészek szigorú paraméterrendszere /mérettűrés, egyéb fizikai állapotok pontos determináltsága/ és a paraméterrendszer stabilitása /ha elkészült, utána már ne változzon/, másrésztől olyan szerelési eljárások /kötelemekek és kapcsolási módok/, melyek az alkatrészek paramétereinek megváltoztatása nélkül biztonságos /funkcióképes/ végterméket eredményezzenek. A csereszabatos gyártási rendszernek tehát paramétereit nem változtató /ismert tömegszerűségek mellett változtató/, stabilizált alap-

anyagból kell kiindulnia, gyártási technológiája és *eszközei céljellegűek /szigoru paraméterrendszerbe szabályozottak/*. Az e gyártási rendszert létrehozó és üzemeltető *szakemberek képzettségére* elsősorban a magasabb színvonalu műszaki-tudományos ismeretek jellemzőek - szemben a mesterségbeli tudással rendelkező, a technológiai változatok sokaságát ismerő, azt mindenkor alkalmazni tudó szakembertípussal. Mindezekből következik, hogy a csereszabatos gyártási rendszer kötött, csak annak a feladatnak a létrehozására alkalmas, melyre megtervezték, tehát változó paraméterekkel rendelkező /stabilizálatlan/ alapanyagot feldolgozni, vagy változó paraméterekkel rendelkező termékeket - a berendezés átállítása nélkül - előállítani nem képes.

E gyártási mód további jellemzője, hogy a munkafolyamat során *a megmunkáló jellegű és szerelő jellegű műveletek nem váltogatják egymást*.

Mindemellett a csereszabatos gyártási rendszer kiemelkedő műszaki-gazdasági előnyöket biztosít a helyesbitéses gyártási rendszerrel szemben:

- nagy munkasebességű technológiai berendezések állíthatók üzembe,
- tömeges alkatrészgyártás szervezhető,
- területigényes /termelőterület, raktár/ szerkezeti elemek csak a munkafolyamat végén jelentkeznek,
- viszonylag *szerény* tipizált, méretegységesített alkatrészválasztékból a késztermékek *gazdag* választéka szerelhető össze /szemben a helyesbitéses gyártási mód ellentmondásos késztermék-méretegységesítésével/,
- a végtermék minősége egyértelműen determinálható, és összefüggései a gyártási technológia elemeinek fejlettségével /méretpontosság, részminőség stb./ szoros és világos kapcsolatban vannak.

A gyártott termékmennyiség, illetve a tömegszerűség bizonyos fokán a helyesbitéses gyártási rendszer ellentmondásai kiéleződnek, és elkerülhetetlenné válik a technológiai váltás a csereszabatos gyártási rendszerre, mint az a további elemzések során az ablakgyártásban igazolást nyer.

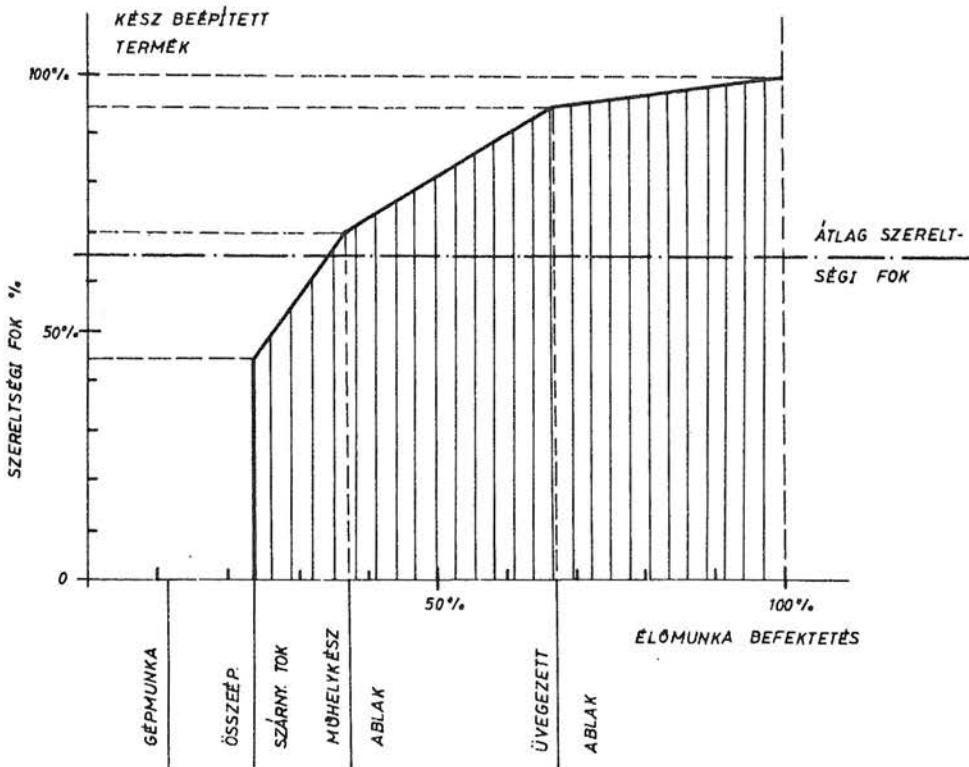
A továbbiakban vizsgálatainkat annak igazolására irányítottuk, hogy a hazai faablakgyártás 1,3-1,5 milliárd Ft/év szintje ellenére - még a nagy sorozatgyártásban is - helyesbitéses gyártási rendszert tartunk fenn, mely önmagában halmozódó problémáink forrása.

a/ A jelenlegi ablakgyártásban a megmunkálási és szerelő jellegű műveletek váltogatják egymást, a gyártás korai szakaszában nagy térfogatu, nehezen kezelhető szerkezeti elemek keletkeznek.

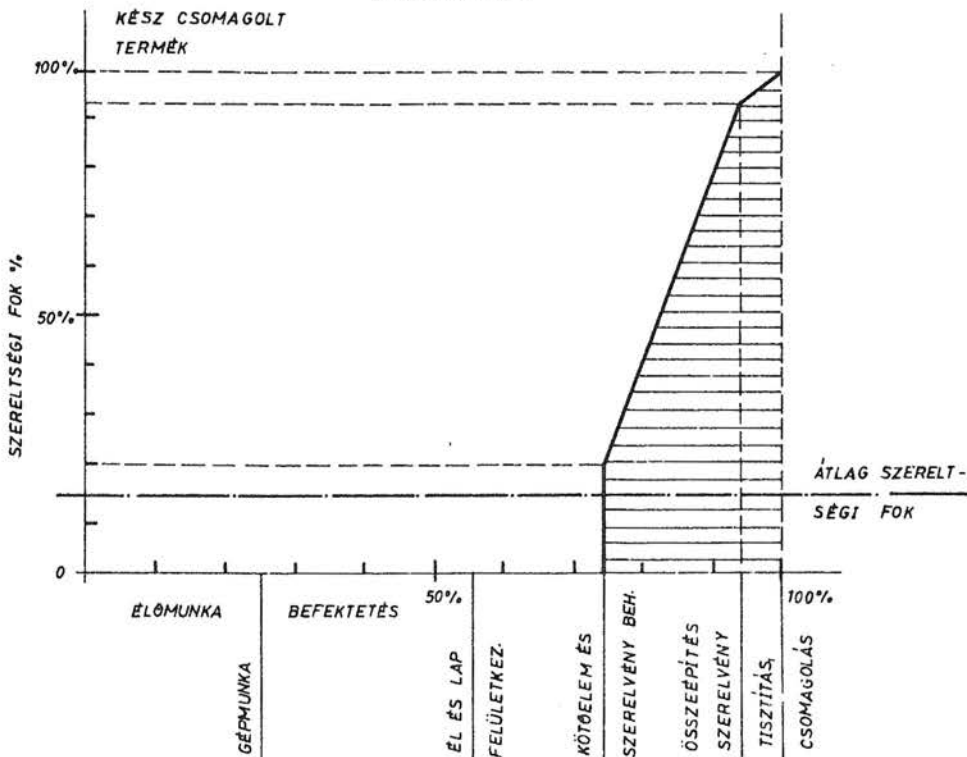
A probléma jellegének behatárolására a 2.jellegdiagramot dolgoztuk ki.

A házgyári ablakok szereltségi fokát bemutató diagramból kitűnik, hogy az élőmunka-felhasználás 1/4-énél már közel 50%-os szereltség jelentkezik, ami rohamosan nő, és ha a görbe alatti területet átlagoljuk, ugy

HÁZGYÁRI ABLAKOK (NEM ÜZEMBEN FELÜLETKEZELT) ÉLŐ-MUNKA FELHASZNÁLÁSÁNAK ÉS SZERELTSÉGI FOKÁNAK ALAKULÁSA



KEMÉNY PVC FÓLIÁVAL KEZELT KORPUSZBŰTOROK ÉLŐ-MUNKA FELHASZNÁLÁSÁNAK ÉS SZERELTSÉGI FOKÁNAK ALAKULÁSA



2. ábra

kimutatható, hogy az élőmunka további 3/4-ének befektetése mintegy 80% szereltségi fok mellett történik, rendkívül megnehezítve a technológiai megmunkálás és anyagmozgatás feladatait.

Ha a görbe alatti területet a teljes élőmunka időtartamára átlagoljuk, úgy megkapjuk, hogy az élőmunka-ráfordítás mintegy 65%-os átlagos szereltségi fok mellett történik. Szembeállítva ezzel a magas alkatrészgyártási színvonal mellett előállított kemény PVC fóliával kezelt korpuszbutorok jellegábráját láthatjuk, hogy 75% élőmunka-felhasználásig a szereltségi fok zérus, és e határértéknél is csak mintegy 15% szereltségi fok jelentkezik.

Az ezután bekövetkező rohamos emelkedés a korszerű gyártástechnológiai rendszer jellemző velejárója.

E technológiában a teljes élőmunka időtartamára átlagolt szereltségi fok a 20% közelében van, szemben a helyesbitéses rendszerű ablakgyártás 65%-os értékével. Ezt az eredményt a faipari viszonylatban nagymértékben méretstabilizált kiinduló alapanyag /forgácslap/ és a célszerűen kialakított, már csereszabatosnak mondható gyártási rendszer biztosítja, melynek alapja az *alkatrészek készre gyártása* /méret, forma, felület, szerelvényvasalathely stb./.

További - nem faipari - csereszabatos gyártási rendszereket tanulmányozva az összélőmunka felhasználására vetített átlag, 8-12% szereltségi fok is elérhető a legfejlettebb tömeggyártási technológiákban.

b/ A jelenlegi ablakgyártásban az alkatrészek méreteiket /felületüket/, megmunkáltsági fokukat az első művelettől az utolsóig változtatják.

Az ablakok jelenlegi gyártástechnológiájára jellemző, hogy a mintegy 32-38 db alkatrészből készülő átlagos ablak alkatrészei, mintegy 12-18 műveleti lépcsőben nyerik el végleges funkcióképes állapotukat.

Tehát a jelenlegi ablak több forgácsolási és szerelő jellegű műveleteken keresztül válik funkcióképesé. Pl. a végleges szárnykeresztmetszet nyolcszori megmunkálás jellegű beavatkozással alakul ki, a végleges szárnyalkatrész hossza pedig hatszori beavatkozással módosul.

Az a tény, hogy egy ablakszárny-alkatrész 11 megmunkálási és 3 szerelési műveleten keresztül jut el a végső funkcióképes állapotához, egymagában is jellemző a gyártmány- és gyártási rendszerre. Ez a gyártási rendszer alapvető módon magán viseli a kézművesipar mérethelyesbitő - egymáshoz dolgozós - módszerének bélyegeit. Ennek előnytelen, káros oldala egyrésztől abban jut kifejezésre, hogy míg a kézművesiparban e 15 művelet elvégzése viszonylag kis területű műhelyen belül /minimális anyagmozgatás mellett/ elvégzésre került, ugyanakkor e technológia gépesített változata rendkívül hosszú technológiai utat és indokolatlanul nagy anyagmozgatást igényel.

Hátrányok jelentkeznek a megmunkálás energiaigénye és élőmunkaigénye szempontjából is, ugyanis a többször ismételt megmunkálásokat hatványozott üresjáratú és kihasználásbeli hátrányok terhelik /jelentős a műveletek közötti várakozási idő is, mely többször ismétlődő termelőterület-lekötésben jut kifejezésre/.

Vizsgáltuk, hogy az ismételt helyesbitések elvégzése a gépi berendezések pontatlansága miatt következik-e be.

Az összefoglalt mérési eredményekből az a következtetés vonható le, hogy a keresztmetszeti megmunkáló gépek 2-3 tizedmilliméter pontossággal képesek az alkatrészeket megmunkálni, ami a funkcionális termék méretkövetelményeit tekintve kielégítőnek mondható.

Megállapítottuk, hogy a faipari gépek megmunkálási méretpontatlansága nem lehet oka és indoka a helyesbitéses gyártási rendszer fenntartásának /nem olyan nagy a pontatlanság, hogy törvényszerűen módosítani kellene/.

c/ A jelenlegi ablakgyártásban a gyártási folyamat nagy részében az alkatrészek viztartalom foka változik, ami a gyártás közbeni méretváltozásokat /felületi és alakváltozásokat/ eredményez.

A jelenlegi ablakgyártó üzemek nagy részében a faanyag előírt kiinduló nedvességtartalma nem biztosított, ezért a faanyag munka közben vizet veszít. A vízvesztés az anyag /alkatrész, szerkezeti elem/ munka közbeni módosulásához vezet /méretváltozás, vetemedés/. A vízvesztés és a fenyőfa méretváltozása közötti összefüggések közismertek.

5-6%, vagy ezt meghaladó munka közbeni vízvesztés az ablak szerkezeti kapcsolatait bizonytalanná teszi, és egyéb illeszkedési és felületi hibák forrásává válik.

1976.május-június hónapban méréseket végeztünk a faanyag munka közbeni vízvesztésére vonatkozóan, melyet a 2. táblázat foglal össze.

A vízvesztés hatására bekövetkező változásokra méréseket nem végeztünk, mert ez elsősorban a termék végminőségében jut kifejezésre, és az 1. és 2. gyártóhely termékeinél - még a beépítés utáni - további vízvesztéssel is kell számolni.

Ilyenformán negatív értelemben a faanyag munka közbeni jelentős méretváltozása /szárítók hiánya, nem megfelelő szárítók/ és a helyesbitéses gyártástechnológiai rendszer szoros összefüggésben van, mert az előre ki nem számítható változásokat, illetve azok helyesbitésének szükségességét csak mesterségbeli tudással rendelkező szakember tudja észlelni, illetve azt változatos technológiai módszerekkel elvégezni. Lényegében erre vezethető vissza, hogy egy alkatrész végleges keresztmetszete nyolcszori, megmunkálás jellegű beavatkozás után nyeri el végleges állapotát.

2. táblázat

A faanyag munka közbeni vízvesztése ablakgyártó üzemekben

Gyártó hely	A vízvesztés helye				Az ablakok végnedves-ségének átlaga
	szárító + szabászat	gép-műhely	szerelőben	raktárban	
	A vízvesztés mértéke a relatív nedves-ségtartalom %-ában				
1. Mesterséges szárító nélküli gyártóhely	2,4	3,3	3,0	1,1	18,7
2. Nagy térszárítóval felszerelt gyártóhely	9,6	2,5	1,8	0,8	16,5
3. Mesterséges szárítóval felszerelt gyártóhely	18,5	0,7	0,3	0,0	11,8

Megjegyzés: A mérések során a kiinduló nedvességtartalom mindenkor a gyártásba adott palló és deszka nedvességtartalma volt, melynek átlagos értéke 25-30% relatív nedvességtartalom. A számítások során kizárólag a vízvesztést vettük figyelembe.

Mivel a jelenlegi gyártási rendszer műveleti sorrendjének utolsó negyedében részeseül az anyag végleges és hatékony felületi védelemben, a folyamat nagy részében a légnedvesség módosító hatásával kell számolni. E módosító hatás elsősorban az alkatrészek munka közbeni felületi minőségi módosulásában jelentkezik, és ez különösen a nem egységes fa szöveti szerkezet esetén mutat kedvezőtlen képét. Az ablakgyártásban a fenyőfa rostjainak száliránya az alkatrész hossz tengelyével általában párhuzamos, de az ösztér fogatot vizsgálva jelentős szögeltérések tapasztalhatók, mely a felületre való szálkifutásokban nyilvánul meg.

A szálkifutásos részek eltérő megmunkálási eljárást igényelnek /előtolás, metszőszög, forgácstörő helyzete/, a párhuzamos, szálirányhoz megválasztott forgácsolási technológia a szálkifutásos részeken nem eredményez kielégítő felületi jóságot. Ezen túlmenően a légnedvesség hatásától nem védett megmunkált szálkifutásos felületek a nedvesség hatására kedvezőtlenül viselkednek, a felületminőség műveleti beavatkozás nélkül romlik.

A 3. táblázat a szálkifutások fajtainak és előfordulásuk gyakoriságának függvényében mutatja be 1 m² erdeifenyő felületre vetített, a felületi érdességben bekövetkezett változások mértékét.

3. táblázat

A fa állapota	A fa rostjainak az alkatrész felületével bezárt szöge fokokban				
	0-30	31-45	46-60	61-75	76-90
Felület %-a az alkatrész összfelületének %-ában	73	11	8	3	5
Felületi érdesség vizelvezetés előtt, ill. a gépi megmunkálás után 1 órával /csiszolt felület millimikron/	6	5	16	20	29
Felületi érdesség 3% vízvesztés, ill. 12 nap eltelte után /millimikron/	12	12	60	93	130

A fa nedvességtartalmának munka közbeni változása és a gyártási folyamat nagy részében a légnedvesség hatásának való kitettsége munka közbeni szakértő vizsgálódást, egymástól eltérő beavatkozást és ismételt helyesbítéseket igényel. A faanyag kezdeti nyers állapota gyártás közbeni védtelensége /stabilizálatlansága/ miatt a szükséges helyesbítések a jelenlegi ablakgyártásban olyan tömeges méretekben jelentkeznek, hogy elvégzésük a térhódító nagy munkasebességű folyamaton belül egyre inkább nem biztosítható, ezért e területeken az ellentmondások rendkívül kiéleződtek /a javítatlan selejt százalékanak növekedése, kedvezőtlen minőségű beépített alkatrészek stb./.

Az ablakgyártás korszerű alkatrészgyártási rendszere az 1972-74. években végzett kutatás keretében kidolgozásra került. A technológiai folyamat végeredménye: minőségileg feljavított, az ablakgyártás számára biztonságos alkatrész-alapanyag.

d/ A jelenlegi ablakgyártási rendszerben a mesterségbeli tudással rendelkező szakemberek iránti igény fennáll, mert a gyártás közbeni eltérő változásokat észlelni kellene, de ez az igény egyre kevésbé elégíthető ki.

Ablakgyártásunk technológiai rendszere a luc- és erdeifenyő alapanyagra mint természetes anyagra épül fel, mely anyag legalapvetőbb tulajdonsága, hogy méretváltozása mindenkor bekövetkezik, ha e higroszkópos tulajdonságú anyag - rosttelítettségi határ alatti - nedvességtartalma változik. Bár a kiszáradás és visszanedvesedés nagyszámu ismétlődésével arányosan a méretváltozás mértéke jelentősen csökken, a nedvesség hatásától nem védett faanyag méretváltozásával mindenkor számolni kell.

A faanyag ezen tulajdonsága az asztalosok előtt mindig is ismert volt.

Ismerték mindazokat az egymástól eltérő eljárásokat, melyeket a fa viselkedésének megfelelően alkalmaztak. Az a szakember, aki ezeket az eljárásokat megtanulta és főképpen jól és időben alkalmazta, a szakmá elismert mestere volt.

Az asztalos mesterség lényege tehát:

"Munka közben nézni, tapasztalni, a célszerű eszközt és eljárást kiválasztani, és a műveletet a szakértő döntésnek megfelelően elvégezni."

Az asztalos munkafeltétele a nézés, tapasztalás /alacsony munkasebesség/, valamint az egymástól eltérő eljárások alkalmazhatóságának /eszközfeltétel és időbeli/ lehetősége.

Az ablakokkal szemben jelentkező társadalmi igények rohamos növekedése egyre inkább szükségessé tette nagy munkasebességű gépek üzembeállítását, ezért gyorsult a technológia, rövidült az átfutási idő. A nagy munkasebességű gyártósorok egyre inkább "lenyomták" a mesterség lényegét, vagyis a "nézni, tapasztalni, dönteni, változatos eljárásokat alkalmazni" - lehetőségét.

Az ablakgyártás korábbi időszakában az üzemekben megjelent a "szenvedő asztalos", aki természetes, munka közben módosuló fát dolgozott fel, nézett, tapasztalt, de eltérő eszköz hijján annak alkalmazására már nem volt lehetősége. A későbbi időszakban - asztalosok hiányában - már csak az óhaj maradt meg: munka közben módosítani kellene, de ennek most már az eszközök és elvégzés lehetőségének hiánya mellett a szakember-feltételei is megromlottak.

Gyártásunkból az "asztalos mesterség lényege" szinte teljesen kiszorult, és ma már az ablakgyártás csak abban a tekintetben asztalosmunka, hogy a termékek fából készülnek, és mert az anyag és mesterség történelmi fogalomkapcsolata nem szakad szét egykönnyen.

Ez a helyzet a termékgyártás szakmai irányításának szempontjából a legkedvezőtlenebb: a "mesteremberek" már nem irányítói a gyors technológiai folyamatnak, a magas műszaki tudással rendelkező mérnökök és technikusok - új gyártmány- és gyártási rendszer hiányában - nem képesek a termelés-irányítást átvállalni.

E tendenciák úgy is felfoghatók, hogy a "helyesbitéses" gyártási rendszert az "élet" kezdi kiszorítani: a jövő technológiájának nagy munkasebességű gépei már üzemelnek /ha avult gyártmány- és gyártási rendszerben is/, a régi technológiához szükséges "mesterségbeli tudással rendelkező" szakemberek "óhajtott" létszáma már nem áll rendelkezésre /de megvan már a faipari mérnökök szükséges száma, ha avult gyártási rendszerben, rossz határfokkal dolgoznak is/. Az ablakgyártás forradalmi jellegű technológiai váltását az objektív szükségszerűségek hamarosan kikényszerítik.

A technológiai váltás végrehajtására kényszerít az épületasztalos-ipari munkás munkakörülménye és a tőle jelenleg megkövetelt magas intenzitás is.

A zárt üzemben - minimális technológiai szünetekkel végzett - folyamatos munka egyben igen jelentős tartós fizikai erőkifejtést igényel, ez pedig országos viszonylatban is nehéz körülményeket jelent. A létszám megtartása hosszú távon csak kulturált gyártási rendszer megvalósításával lesz lehetséges.

4. A GYÁRTMÁNYRENDSZER ELEMZÉSE

A jelenleg gyártott ablakok gyártmánykonstrukciós alapelve komplex módon kapcsolódik a gyártásban alkalmazott helyesbitéses rendszerhez, olyannyira, hogy a konstrukció elkülönítve szinte nem is elemezhető, szétválasztásuk inkább formai, mint tartalmi okokra vezethető vissza.

A Magyarországon gyártott fa ablakok gyártmánykonstrukciós alapelve egységes, annak ellenére, hogy bizonyos szerkezetfajtákat az építésmódok és önálló faipari fejlesztések az elmúlt évtizedekben létrehoztak és formáltak. Azonban ezek is csak legfeljebb a beépítés szerkezeti elemeiben mutatnak elvi különbséget.

Egységesen azonosak azonban alkatrészmegoldásaik, az alkatrészek egymáshoz kapcsolódásának, a fa szerkezeti elemek egymáshoz kapcsolásának /tok- és szárnykapcsolat/ és végül a szárny és az üveg összekapcsolásának a szerkezeti alapelvei.

a/ Ablaktok

Az ablaktok csereszabatos gyártási rendszer szempontjából látszólag előnyös szerkezet, ugyanis kimunkált alkatrészeit összeépítve utánmunkálás nélkül tovább szerelhető szerkezetet kapunk /a felületkialakítás problémáit itt nem említjük./

A jelenlegi ablaktok azonban nem azért nem igényel utánmunkálást, mert alkatrészerendszere összeépítés után csereszabatos tokot eredményez, hanem mert mint szerkezet passzív, vagyis minden további ablakbeli szerepe /jó vagy rossz volta/ az ablakszárnyon végzett módosításokkal dől el. Ilyen értelemben türésrendszere nincsen, illetve *türesmezejét* az ablakszárnyon kell biztosítani.

Az ablaktokszerkezet - az ablakgyártáson belül - a legpontatlanabb kivitelezést eredményez, és akadályozója az ablakszárny /és így az egész ablak/ lényeges továbbfejlesztésének.

Az ablakgyártásban végzett pontossági mérésekből következik, hogy az ablaktok-méreteken tapasztalhatók a legnagyobb szóródások. Az okok gyártmány szerkezeti szempontból az ollóscsapos és a furtcsapos összeépítési módra vezethetők vissza, mely szerkezet az alkatrészek szerelő jellegű összeépítését nem teszi lehetővé.

Másrésről az ablaktok konstrukciós rendszere az oka nagyrészen annak, hogy már az ablakgyártás kezdeti szakaszában a *szereltségi fok* magas /lásd: a szereltségi fok fejezetén belül közölt diagramot/, és ez a nagyméretű /súlyu és térfogatu/ szerkezet az ablakgyártást végig kíséri, anyagmozgatási és technológiai komplikációkat okozva. A technológiai váltás egyik legsarkalatosabb konstrukciós feladata a csereszabatos ablaktok megalkotása.

b/ Ablakszárny

Az ablakszárny keresztmetszetében és szerkezetkapcsolási megoldásában /ollóscsap/ eleve a helyesbitéses gyártási rendszerhez igazodik. Az ablakszárnyon végzik el mindazokat a módosításokat, amelyek az egész ablak működőképességének eléréséhez szükségesek. Az ablakszárny keresztmetszeti mérete az ablakgyártás során nyolcszor módosul, és az ablakon belül ez az egyedüli olyan szerkezeti elem, melynek mérete az első műveletétől /hosszirányu fűrészelés/ az utolsóig /lakkréteg-felhordás/ bezárólag módosul. E helyesbitéses technológiához mind a keresztmetszet, mind az ollóscsapos rögzítés kiválóan alkalmas.

Az elmúlt évtizedben több eredménytelen kísérlet történt az ablakszárny alkatrész állapotban való keresztmetszeti készremunkálására /előre falcolás/. Mivel az ablaktoknak és ablakszárnyaknak külön-külön tűrésrendszere nincs, ezért a végleges méretre gyártott ablakszárny eleve nem töltheti be ablakon belüli megkivánt szerepét. Az önálló tűrésmezővel rendelkező ablakszárny gyártásának akadálya az ollóscsap is, mivel szilárdsági szerepét csak akkor tölti be, ha *váll-vállon* fekszik fel, tehát az egész ablak szempontjából fontos szárny-külméret eleve *kiadódó* méret /a prés szorítóerőnek, a fa változó értékű nyomószilárdságának, a keresztmetszeti kimunkálás méretpontosságának függvénye/. Az ablakszárnyon alkalmazott üvegezési mód - mely évszázadok óta változatlan - szintén a helyesbitéses gyártási rendszert feltételezi. Számos statikai számítás /Erdészeti és Falpari Egyetem diplomatervek és szakcikkek/ igazolta, hogy az ablakszárnyba beépített, tűrésezés nélküli /jelenleg éppen a bizonytalan horonyméreteket miatt nem is tűrésezhető/ nagy súlyu üveg a beépítés után a szárny méretviszonyait jelentősen megváltoztatja. A helyesbitéses gyártási rendszerben az a megoldás az ablakszárny forgácsolási eljárással való módosítását igényli - az

üvegezés elvégzése után -, melyet tömegesen végeznek, különösen a statikailag nagymértékben határozatlan nagy ablakszárnyak esetében. Az üvegrögzítés módja, a szárny statikai határozatlansága és a szárnyalkotórész kapcsolásmódja /gyalulható ollóscsap/ egymással szoros kapcsolatban vannak, és a helyesbitéses gyártási rendszeren belül egységes szerkezetcsoporthoz képeznek. E gyártási rendszer műveleti sorrendjében pedig a felületkezelés az utolsó művelet, melynek rendkívüli hátrányait már a korábbiakban tárgyaltuk.

Ez az összefüggés is rávilágít arra, hogy csak a gyártmány- és gyártási rendszer komplex fejlesztésével oldhatók fel az ablakgyártás ellentmondásai, ezért az ablakszárny - szigorú törvényszerűségek melletti - új konstrukciós megoldása alapvetően fontos feladat.

c/ Pántok

Az ablakpántok egyrészt az ablakszárny elfordíthatóságát /kisebb jelentőségű műszaki feladat/, másrészt az ablakszárny-ablaktok méretviszonyt determinálják, ezért *flexibilitásuknak* fontos szerep jut.

Műszaki szempontból mint közlőművek /*tengelykapcsolók*/ működnek, és tőlük annál nagyobb flexibilitást kívánunk meg, minél pontatlanabbak az összekapcsolandó szerkezeti elemek méretviszonyai, minél szélesebb azok tűréseje. Ezért a helyesbitéses gyártási rendszerben jelentős méretmódosulásokat lehetett elérni az ütés hatására maradandó alakváltozást szenvedő diópántokkal. A diópántok segítségével 4-5 mm-es méretmódosulást lehet oldalirányban és mélységben elérni ütés hatására. Mivel a helyesbitéses gyártási rendszerben a felületkezelés utolsó művelet, ezért az ütés általi felületi hibák nem okoznak problémát. Ilyen szempontból a diópánt mint konstrukció az adott gyártási rendszerrel összhangban van.

Az új gyártási rendszerben - a szerkezeti elemek biztosítható, de utólag nem módosítható méretpontosságának függvényében - a pántok három dimenziós állíthatóságát biztosítani kell úgy, hogy ez ne ütés, hanem egyéni /csavaros, excenteres stb./ megoldás útján történhessen.

A pánt a műszaki szerkezetek között - azok tűrésrendszerét áthidaló - igen jelentős feladatot tölt be, ezért előre meghatározott törvényszerűségek alapján való konstruálása az ablaktervezés /fejlesztés/ fontos feladata.

d/ Ablakberögztetés

Az ablaktól megkövetelt funkció biztosítása szempontjából az ablak és a falazat kapcsolata igen jelentős.

A kő /falazati anyag/ és a fa /ablak/ fizikai paraméterei, hő- és egyéb hatásokra bekövetkező változásai egymástól eltérőek. Az eltérő változásokat műszaki szerkezettel át kell hidalni, mert ellenkező esetben szigetelési problémák és/vagy feszültségek /deformációs erők/ keletkeznek, melyek elsősorban az ablak károsodásában nyilvánulnak meg. A téglafalazásos építési mód és a hozzá tartozó kapcsolt gerébtokos ablak összhangja biztosított. Az ablaksíkra merőleges inercia értéke az ablak feszültségmentes beépítését a függőbeállításon, rögzítésen, majd a *hozzáfalazáson* keresztül biztosítja. A káva a síkbeli feszültségmentességet, a bélésmenti habarcsos falazás az oldalirányú feszültségmentes kapcsolatot biztosítja elsősorban azért, mert az *ablakhoz* falaznak /előbb van meg az ablak mint a fal/.

Ha a sorrend megfordul, nehezen áthidalható műszaki problémák lépnek fel, melyek eredhetnek az ablak statikai határozatlanságából /siktartás alaktartás/ és a helytelen berögztési módból egyaránt. Az utólagos beépítésnél biztosítani kell, hogy ne a bizonytalan falazathoz /az ablakhoz képest a falazatnak lazább tűrésezése van/ *huzassuk* az ablakot, hanem az ablak megkivánt feszültségmentes helyzetét biztosítsuk /feltéve, ha van statikailag határozott feszültségmentes ablakunk, megfelelő szilárdságu tok-szerkezetünk/. Tokszerkezeti szilárdságot *kölcsönözhetünk* a falazattól is, ha három dimenzióban állítható kapcsolószerkezetünk van. Ennek hiánya súlyos méretmódosulásokhoz vezet.

E problémakört a házgyári ablakoknál vizsgáltuk. Méréseink során függesztési rendszerrel - az ablak síkjával párhuzamos - függőleges síkot képeztünk, és több pontban mértük az ablaktok belső lapjának e síkhoz viszonyított távolságát. Megállapítottuk, hogy az ablaktok a síkból jelentős mértékben kitér, mely a nem megfelelő berögztési módra és a kőkávák nem kielégítő síkbeliségére vezethető vissza. A berögztést műszerek és mérőeszközök /vizmérték/ használata nélkül végzik, a behuzatás mértéke ezért változó és bizonytalan. A siktól való jelentős eltérés az ablakszerkezetben feszültséget okoz és az ablak méretviszonyait megváltoztatja. A műveleti sorrend végén jelentkező - berögztési módból származó - méreteltérések helyesbitést igényelnek, melyek kézi szerszámokkal /véső, párkánygyalu stb./ - sok esetben szakértelem nélkül - kerülnek elvégzésre, ami az ablak végső /funkcionális/ minőségére kedvezőtlenül hat ki.

Elvégzett méréseinket a 4. táblázat szemléleti.

4. táblázat

Beépített ablaktokok függőleges siktól való eltérése

/210x150 cm egyesített ablak. Ujpesti lakótelep,
203. J épület, 1-2. szekció, 2-es lépcsőház./

Emelet, lakás	Mérési pontok, mm						Különbségek, mm					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
I-3/b	88	89	91	79	80	81	9	10	12	0	1	2
I.3/a	83	87	85	80	84	81	3	7	5	0	4	1
I.1.	87	94	96	97	85	82	5	12	14	5	3	0
I.5.	82	82	85	80	79	83	3	3	6	1	0	4
I.6/a	92	89	87	79	81	83	13	10	8	0	2	4
I.6/b	84	84	81	82	84	82	3	3	0	1	3	1
I.4.	84	79	77	82	82	84	7	2	0	5	5	7
II.3/b	76	79	80	83	80	80	0	3	4	7	4	4
II.3/a	78	81	80	80	81	83	0	3	2	2	3	4
II.2.	78	79	80	83	82	84	0	1	2	5	4	6
II.1.	90	91	91	83	84	84	7	8	8	0	1	1
II.4.	82	84	84	80	85	83	2	4	4	0	5	3
II.5.	81	81	84	84	84	83	0	0	3	3	3	2
II.6/a	86	86	85	80	85	83	6	6	5	0	5	3
II.6/b	82	84	80	82	84	86	2	4	0	2	4	6
III.3/b	80	83	83	84	83	84	0	3	3	4	3	4
III.3/a	90	88	88	85	85	87	5	3	3	0	0	2
III.2.	89	90	89	84	84	85	5	6	5	0	0	1
III.1.	74	77	73	80	81	82	1	4	0	7	8	9
III.5.	95	88	87	85	88	92	10	3	2	0	3	7

5. A GYÁRTÁS SZERVEZETTSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE

Az ablakgyártás - az alapanyag megmunkálásának megkezdésétől a kész, funkcióképes ablak átadásáig bezárólag - körültekintő szakmunkát igényel, mely feltételezi az ablak egészére vonatkozó összefüggések ismeretét.

Utólag ki nem elemezhető megfontolások alapján az ötvenes évek végétől az ablakgyártás munkafolyamatának második részét /helyszini szerelés/ építőipari szervezetben, az épületasztalos-ipartól elkülönült gazdasági egységben kezdték végeztetni. A döntést minden bizonnyal a téves szakmai nézet befolyásolta, hogy már akkor a munkafolyamat második részét

szerelésnek nevezték, holott szakmai szempontból erről eleve szó sem lehetett, mert olyan ablakokat kellett *szerezlni*, melyek szerelőjellegű beépítése megoldatlan volt, üvegezve nem voltak, megvédve pedig egyáltalán nem, így a méretmódosulások a második szakaszban törvényszerűen jelentkeztek, melyeket továbbra is szükséges *technológiai* beavatkozással - a folyamat végén - kellett helyesbíteni. Tehát a második munkaszakaszban nem szerelésről, hanem jelentős megmunkáló és méretviszony-módosító munkáról volt szó. Ez a helyzet műszaki és szervezési szempontból egyaránt jelenleg is fennáll.

Ezt a tényt vizsgálataink is igazolták: a munkafolyamat második részében - az igen pontatlan technológiával - beépített, nagy súlyú üveg az ablak méretviszonyait alapvetően megváltoztatja, az üveg és a szárny nem képez egységes és határozott statikai szerkezetet, a beüvegezett szárny a tok síkjából kitér.

A helytelen beépítésből és üvegezésből eredő méretmódosulásokon túlmenően a folyamat második szakaszában a terméket még több olyan - műveleti sorrendből származó *törvényes* - hatás éri, mely méretváltozásokat okoz és helyesbitést igényel /pl. helytelen raktározás, ablakkal való *téliesítés* stb./

A vizsgált beépített - de még nem helyesbitett - ablakok esetében a szárnyak vagy szorultak, vagy a záróvasalat feloldása után a tokból *kipattantak*. Ezeknek az ablakoknak a funkcionális működése csak jelentős kézi forgácsolóművelet és vasalatomódosítás elvégzése után volt biztosítható, a minőség jelentős romlása és további utólagos kézi felületkezelés mellett.

Az ablakgyártás munkafolyamatának építőipari szervezetben végeztetett második szakasza tehát *épületesztalos-ipari* /mesterségbeli tudást igénylő/ *szakmunkát igényel*.

Vizsgáltuk egy lakótelepi építkezés *helyszíni asztalosbrigádjának* szakmai összetételét /12 fő/:

Összes létszám	12 fő
Ebből segédlettel /szakmunkás bizonyítvánnyal/ rendelkező	3 fő
Épületesztalos <i>üzemi</i> gyakorlattal rendelkező:	
1 éves gyakorlat	-
2 éves gyakorlat	1 fő
3 év feletti gyakorlat	2 fő
Épületesztalos helyszíni gyakorlattal rendelkező:	
1 éves gyakorlat	2 fő
3 éves gyakorlat	3 fő
3-5 éves gyakorlat	2 fő
5 év feletti gyakorlat	-
1 év gyakorlat alatti /gyakorlattal nem rendelkező/	5 fő

A vizsgálat alátámasztja, hogy a nem épületasztalos-ipari szervezetben végeztetett szakmunka feltétele nem biztosított.

A munkafolyamat végzésének két különálló gazdasági egységbe sorolása a gyártónak a munkafolyamat második részétől való sajnálatos *elidegenedés*-hez vezetett.

A szervezési megosztottságból eredően ma országos viszonylatban egyetlen olyan gazdasági egység /annak vezetője/ sincs, mely országos viszonylatban az 1,3-1,5 milliárd Ft termelést képviselő fa ablakok minőségéért egyszemélyben felelős lenne.

A felelősség - objektív okok miatt - megoszlik és károsan hat.

6. A VIZSGÁLATOK ÖSSZEFOGLALÁSA, KÖVETKEZTETÉSEK

Az ablakgyártás jelenlegi helyzete kedvezőtlen képet mutat. A gyártás méretstabilizálatlan anyagból indul ki, és ezért a vízvesztés /nedvességkiegyenlítődés/ nagyrészt a gyártás folyamán következik be, mely az alkatrészek gyártás közbeni módosulásával /méret, alak, felület/ jár.

Másrésről a nedvességbehatolás ellen nem védett alkatrészek - a kondicionálatlan üzemekben, raktárakban és épületekben - a munkafolyamat végén levő felületkezelésig bezárólag módosulnak.

A munkafolyamatba olyan műveletek ékelődnek, melyek az alkatrészelemek méreteit és egymáshoz viszonyított méretviszonyait - előre ki nem számítható módon - megváltoztatják /nagy sulyu üveg behelyezése, feszültséget okozó beépítési mód stb./, mely a nem kielégítő szerkezetkapcsolatokra vezethető vissza.

Az elavult gyártmány- és gyártási rendszer e viszonyokhoz igazodik és azzal szerves egységet alkot: a technológiai folyamat olyan felépítésű, hogy a méretmódosulások többször ismétlődően helyesbithetők legyenek. Egy véglegesen beépített, funkcióképes ablakszárny alkatrész-méretei a gyártás során nyolcszor módosulnak úgy, hogy a műveleti sorrendben közben szerelő jellegű műveletek ékelődnek be.

A gyártmányszerkezet a gyártási rendszerrel szoros egységet alkot: az ollóscsapok és csapos kötések a többszöri helyesbítés ellenére is funkcióképesek, az ablakszárny keresztmetszeti megoldása akadályozza a többszöri helyesbítéseket.

A jelenlegi ablakgyártás alapvetően helyesbitéses rendszerű.

A helyesbitéses rendszer a gyártás folyamán minden művelet után igényli a módosulások megfigyelését, és ennek függvényében eltérő eszközök és módszerek alkalmazását, mely csak mesterségbeli tudást képviselő szakmunkával és egymástól eltérő eszközök birtokában végezhető.

A mennyiségi igénynövekedéssel egyrészt a mesterségbeli tudással rendelkező szakmunkások biztosítása nem tud lépést tartani, másrészt a szakmunkások /eszköz és idő hiányában/ képtelenek beavatkozni a nagy munkasebességű folyamatba eltérő módosítások elvégzése céljából.

Ez az ellentmondás a kedvezőtlen gyártmányminőségben, illetve a kijavíthatatlan selejt /csak arra van idő, hogy kivegyék a *rosszat*, kiigazítani már nincs idő és lehetőség/ növekedésében nyilvánul meg.

Nem kedvező az ablakgyártás szervezettsége sem. A különböző építésmódok súlyozott átlagában az ablak teljes elkészítéséhez szükséges élőmunka-felhasználás 2/3-a épületen /építési zárt munkahelyen/, 1/3-a épületasztalosipari üzemben történik.

Az összes termelés nem egész 1%-ában az ablakok élőmunka-szükségletének több mint 90%-a épületasztalosipari üzemben kerül felhasználásra /festett, üvegezett ablakok/.

Elsősorban a komplex gyártmány- és gyártásfejlesztés hiányában létrehozott műszaki megoldások miatt a hagyományos termékek gyártásának aránya nagyobb ütemben növekszik, mint a festett-üvegezett szerkezeteké.

A kedvezőtlen arányalakulás miatt az ablakgyártás építőipari termelési mutatói kedvezőtlenül alakulnak, és a mennyiségi termelés növekedése kapcsán egyre áthidalhatatlanabb munkaerő-problémák jelentkeznek.

Az elavult gyártmány- és gyártási rendszer következtében az ablak össz-időfelhasználásának 18-20%-ánál a *szereltségi fok* már magas, tehát a munkafolyamat elején nagyméretű /súlyu, térfogatu/ szerkezetek /összeépített tokok, szárnyak/ jelentkeznek, mely a folyamaton végighaladva a technológia bonyolultságát növeli. Ezzel szemben áll a korszerű faipari gyártmány- és gyártási rendszer, ahol az élőmunka felhasználásának 75-80%-ánál jelentkezik először nagyméretű szerelt alkatelem.

A hosszú technológiai uton /helyesbítések/ mozgatott nehéz, összeépített szerkezetek, valamint a kiszámíthatatlan módosulások a folyamatban foglalkoztatott munkásoknak rendkívüli fizikai és szellemi megterhelést okoznak.

A megterhelést fokozzák a kötött /szalagrendszerű, nagy munkasebességű/ gyártósorok is, mely végső soron az átlagosnál magasabb megkövetelt munka-intenzitásban jut kifejezésre. Az épületasztalosipari munkakörülmények kedvezőtlenebbek az országos ipari átlaghoz viszonyítva, mely munkaerő-hiányt, sőt a munkaerő *eláramlását* eredményezi.

A műhelymunka munkakörülményei nem vonzóak a fiatal szakmunkástanulók körében sem, mely az alacsony *megtartási arány*-ban jut kifejezésre.

A felhalmozódó problémák megoldása kizárólag - a mennyiségi igényekkel és építőipari fejlesztéssel összhangban levő - új gyártmány- és gyártási rendszer komplex kidolgozásával és adott időpontban való - jól előkészített - bevezetésével oldható meg.

Az új gyártási rendszer az épületasztalosiparban technológiai váltást jelent, mely hosszú évtizedekre megalapozhatja az iparág töretlen fejlődését.

NÉHÁNY TRÓPUSI FAFAJ ROSTHOSSZ-GYAKORISÁGÁNAK VIZSGÁLATA

DR. BABOS KÁROLY

okl. biológus-növényanatómus, tudományos főmunkatárs

B E V E Z E T Ő

A Faipari Kutató Intézet anatómiai laboratóriumában 1976. évben öthónapos tanulmányuton volt Miguel Vales, a kubai Tudományos Akadémia Botanikai Intézetének osztályvezetője. A tanulmányutra a magyar és a kubai tudományos akadémia 1976-1980. évekre szóló egyezményének keretében került sor. Miguel Vales Kubából 24 darabból álló faminta-gyűjteményt hozott, és azt az intézetnek ajándékozta.

Ebben a dolgozatban ebből a gyűjteményanyagból első lépésként 7 kubai fafaj rosthossz-gyakoriságát vizsgáltuk.

A rosthossz-gyakoriságon kívül lemértük és vizsgáltuk még a rostok legnagyobb átmérőjét, falvastagságát, üregét, valamint a rostok végződésének alakját.

Az egyéb anatómiai jellemzők közül azért emeltük ki ezeket a jellemzőket, mivel az ipari felhasználhatóság tekintetében ezek a legjelentősebbek /pl. farostlemezgártás stb./.

Megjegyezzük, hogy ilyen szempontok szerint ezeket a trópusi fafajokat még nem vizsgálták, és így a vizsgálatok alapozó jellegűek.

1. VIZSGÁLATI ANYAG

A vizsgált fajok a legkülönbözőbb, elsősorban trópusokon előforduló növénycsaládokból kerültek ki:

- | | |
|--|-----------------|
| - <i>Magnolia cubensis</i> Urb. ssp. <i>cubensis</i> | - Magnoliaceae |
| - <i>Pera bumeliaefolia</i> Griseb. | - Euphorbiaceae |
| - <i>Bombacopsis cubensis</i> A. Robynas | - Bombaceae |
| - <i>Ceratopyxis verbenacea</i> Hooker ex. Hooker | - Rubiaceae |
| - <i>Garrya fadiei</i> Hook. | - Garryaceae |
| - <i>Tabebuia lepidota</i> /H.B.K./ Britt. | - Bignoniaceae |
| - <i>Catalpa punctata</i> Griseb. | - Bignoniaceae |

Összehasonlításként megvizsgáltunk két hazai fafajt is. Nevezetesen a

- | | | |
|---------------|---|--------------|
| - csertölgyet | - <i>Quercus cerris</i> var. <i>cerris</i> Loud. | - Fagaceae |
| és az | | |
| - óriásnyárat | - <i>Populus x euramericana</i> /Dode./
Guinier. cv. 'robusta' | - Salicaceae |

1.1 A fafajok lelőhelyei és rövid leírásuk

A vizsgált kubai fafajok a Nyugat-Kubában található *Mogoten*-erdőkből^{1/} /*Sierra des los Organos*, *Sierra de Rosario*, *Pinal del Rio*, *Guanahacabibes*-félsziget, *Sierra Maestra*/, *Havana* és *Mantanzas* tartományok szerpentin szerű dombjairól származnak /lásd 1. ábrát/.



1. ábra
Kuba vázlatos földrajzi térképe

A *Ceratopyxis verbenacea*, monotipikus endemikus faj. Cserje vagy kisméretű fa. A *Magnolia cubensis* ssp. *cubensis* endemikus faj. Magassága eléri a 20 métert. A *Bombacopsis cubensis* endemikus faj, 25-30 méter magasságot is elér. A *Tabebuia lepidota* és a *Catalpa punctata* 15-20 méter magas, 1-2 méter átmérőt elérő fajok. A *Pera bumeliaefolia* 18-25 méter magas faj. A *Garrya fadieni* cserje vagy kisméretű fa.

Az összehasonlító adatként vizsgált két hazai fafaj közül a *csertölgy* Gyulaaj környékéről /kora 85 év/, az *óriásnyár* Nyiregyháza környékéről /kora 25 év/ származik.

^{1/} *Mogoten* = mezozoikus /földtörténeti középkor/ mészkőből keletkezett, szénakazal formájú karszthegységek. A különböző mikroklímával rendelkező *Mogoten*-erdők egyes területein különböző endemikus fafajok fordulnak elő.

2. VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

Itt jegyezzük meg, hogy a kubai fafajok, tekintettel arra, hogy trópusi klimáról származnak, évgyűrűt nem képeztek. A trópusi fák fatestében csak növekedési zónákkal találkozunk, melyek nem azonosíthatók az évgyűrűkkel, mert nem egy év alatt, hanem 3-5 év elteltével képződnek. Az összehasonlításként vizsgált két hazai fa viszont tipikus mérsékeltövi, így kifejezetten évgyűrűket képező faj.

2.1 Rosthossz- és átmérő-vizsgálatok

A vizsgált fajok mintakorongjaiból, azok gesztrészéből 1x1 centiméteres kockákat vettünk ki. A kockákat szálirányban feldaraboltuk és Schulze-féle maceráló oldattal kémcsövekben feltártuk. A feltárt /rostosított/ anyagot Toluidin-kék 5%-os vizes oldatával megfestettük és preparátumokat készítettünk. A rosthosszméréseket Zeiss-mikroszkóppal, Video-feltét segítségével 120-szoros nagyítás mellett, négyzetháló segítségével végeztük. A rostátmérők és üregek mérését, valamint a rostvégződés vizsgálatát Zeiss-mikroszkóppal, okulármikrométerrel 300-szoros nagyítás mellett végeztük.

A mérések száma - fajonként és esetenként 100 db rost mérése mellett, 9 faj esetében - összesen 900 volt.

A mért adatokat mikronba (μ) számoltuk át és fajonként összesítettük, utána gyakorisági görbéket szerkesztettünk.

2.2 Az adatok értékelésénél alkalmazott matematikai módszerek

Az alkalmazott matematikai módszereket a *Tabebuia lepidota* /H.B.K./ Britt fafajnál mutatjuk be.

2.2.1 Gyakoriság számítása

Az osztályköz minden fafajnál 71 μ , kivétel az óriásnyár, ahol ez az érték 169 μ volt.

1. táblázat

O s z t á l y		Gyakorisági faj	
rosthossz μ	db. n.	relativ r	%
497	3	0,03	3,00
568	3	0,03	3,00
639	4	0,04	4,00
710	15	0,15	15,00
781	22	0,22	22,00
852	31	0,31	31,00
923	14	0,14	14,00
994	6	0,06	6,00
1065	1	0,01	1,00
1136	1	0,01	1,00

$$n = 100 \quad r = 1,00 \quad \% = 100,00$$

$$\text{ahol } r = \frac{r}{n} \quad \% = r \cdot 100$$

2.2.2 Szórás kiszámítása kódolt adatokból

2. táblázat

x_i	f_i	$f_i \cdot x$	$f_i \cdot x_i^2$
0	3	0	0
1	3	3	3
2	4	8	16
3	15	45	135
4	22	88	352
5	31	155	775
6	14	84	504
7	6	42	294
8	1	8	64
9	1	9	81

$$\Sigma f_i = 100 \cdot f_0 \cdot x_i = 442 \cdot \Sigma f_i \cdot x_i^2 = 2224$$

ahol x_i = osztály

f_i = előfordulás

A számítás további menete:

$$2.2.2.1 \quad \frac{(\sum f_i \cdot x_i)^2}{n} = \frac{(442)^2}{100} = 1953,64$$

$$2.2.2.2 \quad S \cdot Q = \sum f_i \cdot x_i - \frac{(\sum f_i \cdot x_i)^2}{n} = \\ = 2224,00 - 1953,64 = 270,36$$

ahol $S \cdot Q$ = négyzetes eltérések összege.

$$2.2.2.3 \quad S_x^2 = \frac{S \cdot Q}{n - 1} = \frac{270,36}{99} = 2,840$$

ahol S_x^2 = a kódolt szórásnégyzet.

Visszakódolás

$$2.2.2.4 \quad \bar{X} = x_0 + i \cdot \bar{x} = 497 + (71 \cdot 4,42) = \\ = 497 + 313,12 = 810,82 \mu$$

ahol x_0 a kódosztálynak megfelelő eredeti érték
 i az eredeti osztályköz

$$\bar{x} \text{ a kódolt középérték } \bar{x} = \frac{f_i \cdot x_i}{f_i}$$

\bar{X} a középérték

$$2.2.2.5 \quad S^2 = i^2 \cdot S_x^2 = (71^2) \cdot 2,84 = 5041 \cdot 2,84 = 14.316,44$$

$$S = \sqrt{14.316,44} = \pm 119,65 \mu$$

ahol S^2 szórásnégyzet

i^2 az eredeti osztályköz négyzete, és

S_x^2 a kódolt szórásnégyzet

S középérték szórása

2.2.2.6 Középérték hibaszórása

x	x^2
497	247 009
568	322 624
639	408 321
710	504 100
781	609 961
852	725 904
923	851 929
994	988 036
1065	1 134 225
1136	1 290 496

$$\Sigma x = 8165$$

$$\Sigma x^2 = 7\,082\,605$$

ahol x = osztályérték

x^2 = osztályérték négyzete

$$S \cdot Q = \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 7\,082\,605 - \frac{(8165)^2}{10} = 415\,882,5$$

ahol x - az eredeti osztályértéket jelenti,

x^2 - pedig az osztályérték négyzetei,

n - az osztályok száma

$$S_x = \sqrt{\frac{S \cdot Q}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{415882,5}{10(10-1)}} = \sqrt{4620,91} = 67,97$$

2.2.2.7 Középhiba százaléka, vagy a középérték variációs koefficiense

$$S_{\frac{x}{x}} \% = \frac{S_x \cdot 100}{x} = \frac{67,97 \cdot 100}{810,82} = 8,38 \%$$

A felsorolt matematikai módszereket a rosthosszadatok értékelésénél alkalmaztuk.

A falvastagságra és üregértékekre matematikai átlagokat számoltunk, és megadjuk a minimális-maximális értékeket is.

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

3.1 Rosthosszmérések

A rosthosszmérések középértékei, valamint az egyes tartományok előfordulási számai és az így kapott adatokból szerkesztett gyakorisági görbék a fafajok vonatkozásában jó összehasonlítási képet adnak.

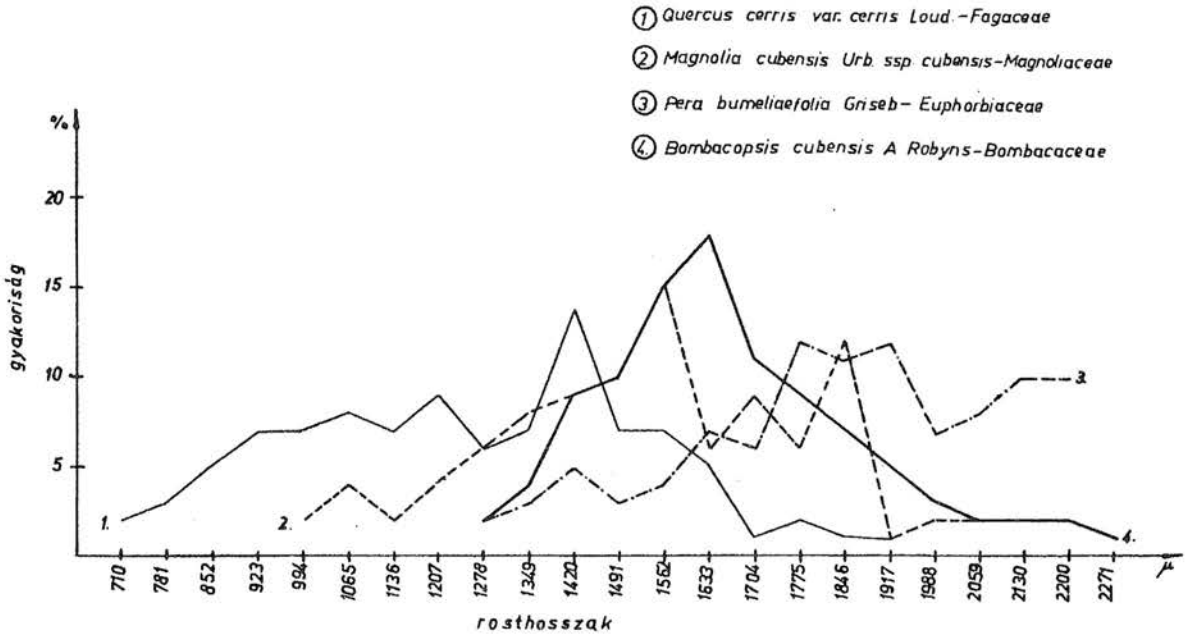
A minimális- és maximális-, valamint a középértékeket és a középértékek szórásait és az egyéb adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

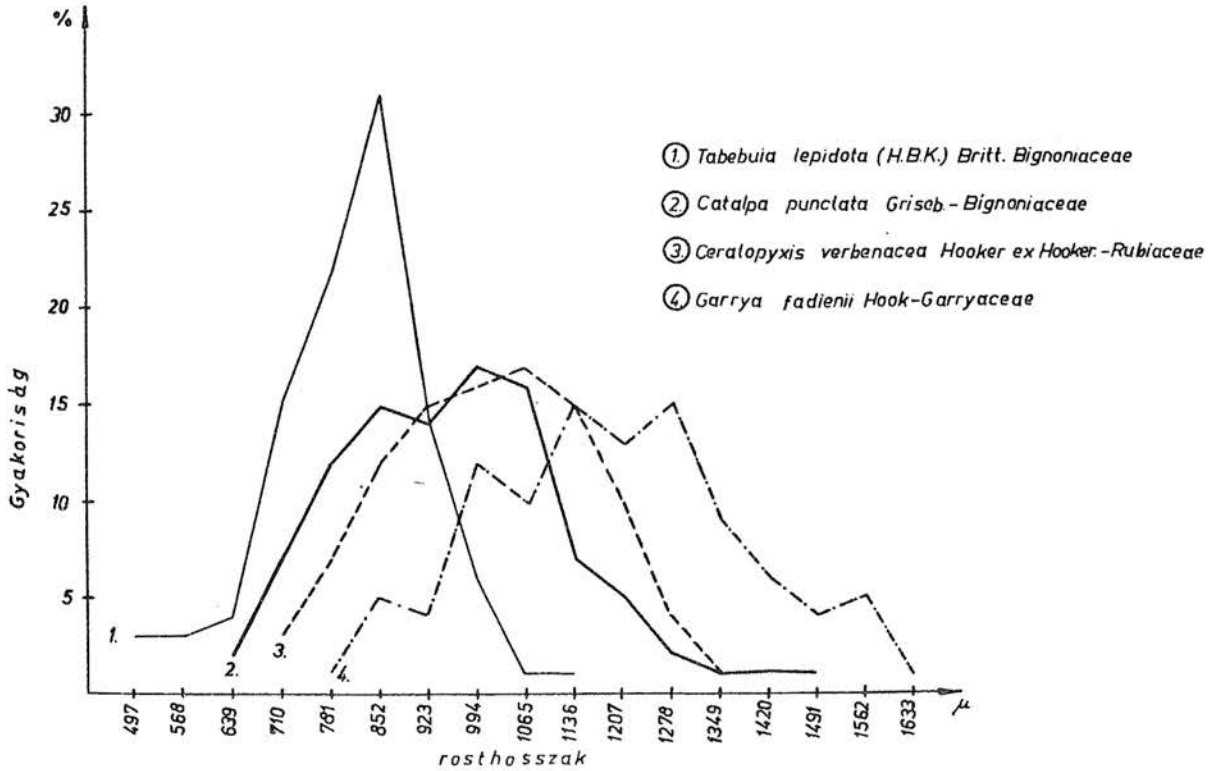
F a f a j	Rosthossz min...max	\bar{X} μ	$\pm s$ μ	$\frac{s}{\bar{X}}$ μ	$\frac{s}{\bar{X}}$ %
Bombacopsis cubensis A. Robyns	1278...2271	1667,08	$\pm 210,58$	25,90	1,55
Garrya fadienii Hook.	781...1633	1192,80	$\pm 190,56$	76,68	6,42
Ceratopyxis verbenacea Hooker ex Hooker	710...1349	1005,36	$\pm 160,73$	67,97	6,76
Magnolia cubensis Urb. ssp. cubensis	994...2129	1551,35	$\pm 259,12$	86,79	5,59
Tabebubia lepidota /H.B.K./ Britt	497...1136	810,82	$\pm 119,65$	54,18	8,38
Catalpa punctata Griseb.	639...1491	1960,63	$\pm 167,76$	76,69	7,98
Pera bumeliaefolia Griseb.	1278...2201	1843,87	$\pm 248,72$	79,38	4,30
Populus x euramericana /Dode./ Guinier. c.v. 'robusta'	338...2068	1171,33	$\pm 327,69$	172,36	14,71
Quercus cerris var. cerris Loud.	710...1917	1279,42	$\pm 151,01$	89,33	6,98

A gyakorisági adatokból fafajonként felvitt eloszlási görbék alakulásvizonyait a 2. és 3. ábra szemlélteti. A vizsgált fafajok közül normál eloszlást vagy ahhoz igen közeli formát a *Tabebubia*, *Catalpa*, *Ceratopyxis* és *Garrya* mutatott /lásd 3. ábrát/.

A normál eloszlástól eltérő formát mutatott a *Magnolia*, *Pera*, *Bombacopsis* és a két hazai fafajból összehasonlításként ábrázolt *Quercus cerris* /lásd 2. ábrát/.



2. ábra
Néhány kubai /trópusi/ fajaj és a cseretölgy rosthosszgyakorisága



3. ábra
Néhány kubai /trópusi/ fajaj rosthosszgyakorisága

5. táblázat

F a f a j	Falvastagság μ			Üreg μ			Rostvégződés
	min.	átlag	max.	min.	átlag	max.	
Bombacopsis cubensis A. Robyns	4,5	6,3	8,1	6,3	19,8	33,3	sima hegybe futó
Garrya fadiei Hook.		4,6		11,5	17,2	20,7	sima hegybe futó v. fűrész fogazás ritkán elágazó
Magnolia cubensis Urb. ssp. cubensis	3,6	5,8	8,1	10,8	17,6	24,3	sima hegybe futó, ritkán elágazó
Ceratopyxis verbenacea Hooker ex. Hooker	5,4	13,5	18,0	1,8	3,7	7,2	sima hegybe futó v. fűrész fogazás ritkán elágazó
Tabebuia lepidota /H.B.K./ Britt.	4,6	7,1	11,5	2,3	5,3	13,8	sima hegybe futó v. fűrész fogazás
Catalpa punctata Griseb.	4,6	8,2	11,5	6,9	11,0	16,1	sima hegybe futó v. fűrész fogazás
Pera bumeliaefolia Griseb.	2,3	5,7	13,8	4,6	6,4	9,2	sima hegybe futó v. fűrész fogazás
Populus x euramericana Guinier cv. 'robusta'	2,3	4,0	6,9	16,1	19,6	25,3	sima hegybe futó
Quercus cerris var. cerris Loud.	9,2	11,3	13,8	2,3	3,4	6,9	sima hegybe futó ritkán elágazó

A csertölgynél és óriásnyárnál nagyobb átlagos rosthosszértékeket mutat a *Bombacopsis*, *Magnolia*, *Pera*, közeli értéket adott a *Garrya*. A *Tabebubia*, *Ceratopyxis* és *Catalpa* a két hazai fafaj átlagos rosthosszértékeinél alacsonyabb értékeket mutat.

3.2 A rosthossz falvastagsága, ürege

A rostok falvastagságának és üregének értékeit, valamint a rostvégződés alakulásviszonyait az 5. táblázat tartalmazza.

A táblázat adatai szerint a legnagyobb falvastagsággal a *Ceratopyxis* és a *Quercus cerris* rendelkezik.

A legállandóbb falvastagságú a *Garrya*.

A legnagyobb üregű a *Bombacopsis*, *Magnolia* és a *Populus x euramericana* cv. 'robusta'.

A rostvégzések nem mutatnak nagy eltéréseket. Rostosítási szempontból viszont előnyös az elágazó rostvégződés /filcelődés/. Ilyen végződést találtunk a *Quercus cerris*nél, a *Magnolián*él, *Ceratopyxis*nél. A rostvégzések mellett a rosthosszuság és a falvastagság mint két fontos tényező nagymértékben befolyásolja a filcelődés mértékét. Ismeretes, hogy a fenyőfélék szilárdító eleme a tracheida rendelkezik a legelőnyösebb rostosíthatósági tulajdonságokkal /hosszu tracheidák, viszonylag vékony fal stb./.

A farostlemezgyártáshoz a fenyőféléken kívül gazdaságossági szempontok miatt lombos fákat is felhasználnak bizonyos százalékban /pl. nyárfélék, fűzek, cser/.

A faanyag rostosításánál /az alkalmazott technológiánál/ számtalan más tényező is fontos, pl. az illető faanyag kémiai összetevői, tartalmi anyagai stb. A trópusi fafajok feldolgozhatóságának milyenségét, mértékét nagymértékben befolyásolja a tartalmi anyagok mennyisége. A vizsgált kubai fafajoknál nem ismerjük a kémiai összetevőket, tartalmi anyagokat.

Ö S S Z E F O G L A L Ó

A dolgozatban 7 kubai fafaj rosthosszgyakoriságát vizsgáltuk. A vizsgált fafajok a következők: *Magnolia cubensis* Urb. ssp. *cubensis*, *Pera bumeliaefolia* Griseb, *Bombacopsis cubensis* A. Robyns, *Ceratopyxis verbenacea* Hooker ex Hooker, *Garrya fadieni* Hook., *Tabebubia lepidota* [H.B.K.] Britt, *Catalpa punctata* Griseb. Összehasonlításképpen két hazai fafajt is megvizsgáltunk, nevezetesen: *Quercus cerris* var. *cerris* Loud.-t és a *Populus x euramericana* [Dode.] Guinier cv. 'robusta'-t.

A rosthosszgyakoriságon kívül lemértük és vizsgáltuk még a rostok legnagyobb átmérőjét, falvastagságát, üregét, valamint a rostok végződésének alakját /lásd 4. és 5. táblázat/.

Az egyéb anatómiai jellemzők közül azért emeltük ki ezeket a jellemzőket, mivel az ipari felhasználhatóság tekintetében ezek a legjelentősebbek /pl. farostlemezgyártás/.

I R O D A L O M

Babos, K.: Évgyűrűn belüli rosthossz- és térfogatsúly-változások viszonyainak elemzése a *Populus x euramericana* /Dode/ Guinier cv. 'robusta' fafajnál. Faipari Kutatások, 1969. Budapest.

Babos, K.: Különböző termőhelyről származó *Quercus cerris varietas cerris* Loud. és a *Q. cerris varietas austriaca* /Willd./ Loud. törzsek anatómiai és fizikai-mechanikai tulajdonságainak vizsgálata. Faipari Kutatások, 1974. Budapest.

Knapp, R.: Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika Band I. VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 1965.

Metcalfe, C.R. - Chalk, L.: Anatomy of the Dicotyledon. Vol I-II. Clarendon Press. 1950. Oxford.

Sváb, J.: Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, 1967. Budapest.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Fábián Tibor:</i> Fűrészipari termékek szárításának időszerű kérdései	3
<i>Dudás László:</i> Kis átmérőjű hengeresfa /vékonyfa/ fűrészipari feldolgozásának technológiái	13
<i>Wittmann Gyula:</i> A fagyapotlemez hazai gyártásának és alkalmazásának lehetőségei	39
<i>Vargay Kornélia - Kiss Györgyné:</i> Faanyagvédelem az építőiparban	54
<i>Vámos Róbert:</i> VTR típusu körfűrészgépen keletkező forgácsok forgácslapipari felhasználhatóságának vizsgálata	59
<i>Marton Katalin:</i> Vízszintes butorelemek céljára alkalmazott faforgácslapok terhelési vizsgálatai	89
<i>Dr. Hadnagy József - Devescovi József:</i> Cserfa apríték hagyományos és plasztifikációs rostosítási eljárásainak vizsgálatai	107
<i>Dr. Szabó Károly:</i> A hazai fanyersanyagok komplex hasznosításának koncepciója	140
<i>Molnár Ferenc:</i> Fenyőfűrészáru-termelés tervezése lineáris programozás útján	155
<i>Sümeghy Gábor:</i> Épületasztalos-ipari termékek gyártástechnológiai rendszerének vizsgálata	177
<i>Dr. Babos Károly:</i> Néhány trópusi fafaj rosthossz-gyakoriságának vizsgálata	203