

HIDROTERMİKUS FAANYAGKEZELÉS HATÉKONYSÁGI VIZSGÁLATA*

VERES PÁL

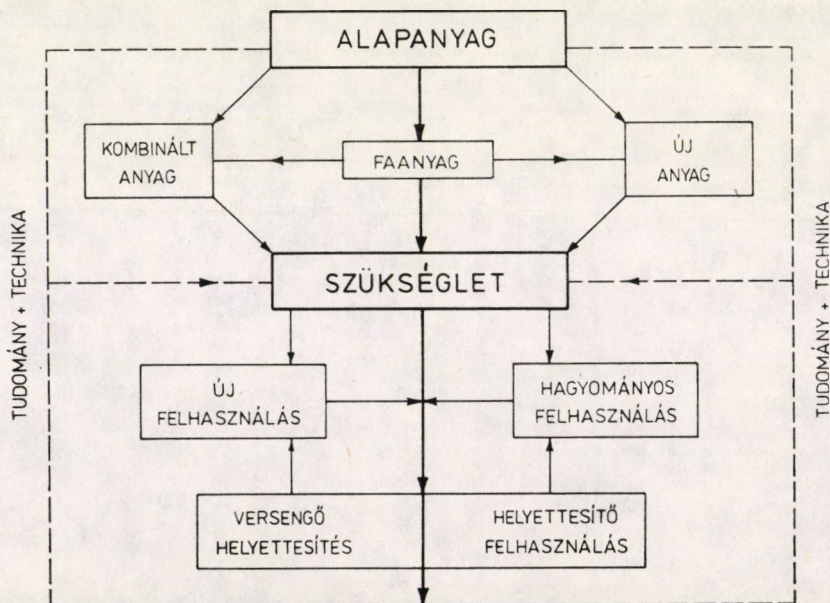
egyetemi adjunktus

Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

1. Bevezetés

A fakincs hatékony hasznosításának kérdése ma éppúgy az érdeklődés tématerülete, mint az alapanyagok, energiahordozók ésszerűen takarékos felhasználása, a hiány pótlására új anyagok alkalmazása.

Az új anyagok, vagy a hiány mérséklésére alkalmazott anyagok, ill. a hagyományos anyagok között egyféle versengés alakul ki egymás részleges, vagy teljes értékű kiszorítására. Az anyagoknak ez a versengése a gazdasági életben egyrészt szerepmobilitást, másrészt az anyagi tulajdonság teljesebb hasznosítását teszi lehetővé. Az 1. ábra a faanyag mint alapanyagként a szerepmobilitását szemlélteti a különböző felhasználási helyekért való versenyben.



1. ábra. A faanyag szerepmobilitása a felhasználás kapcsolatrendszerében

* Az 1982. február 24—25-i erdészeti és faipari tudományos ülésen elhangzott előadás.

A sokféle anyag között a faanyag olyan anyag, amely gazdaságossági, műszaki vagy technológiai sajátosságok, valamint rendelkezésre álló mennyiségük, ill. esztétikai, divatirányzati és még sok egyéb szempontból a legváltozékonyabb, s leginkább változtatható és újra termelhető. Az anyagi tulajdonság, a formai megjelenítés változatossága viszonylag kis eszköz- és költség-ráfordítással még elérhető. Talán ez a legjobb magyarázat, hogy a fa hasznosításának formáit és nagyságrendjét az új anyagok ugyan állandóan módosítják, de a felhasználás ütemét, a fahiány gazdasági életünkre nehezedő súlyát jelentősen nem befolyásolják.

A racionális fahasznosítási törekvésekben prioritás biztosítandó a természetes fahasznosulási arány növelésének, a tulajdonságok modifikálásának, a használati időtartam emelésének. Törekedni kell, hogy az anyagi és szellemi erőből — a fafeldolgozáskor keletkező hulladékhasznosítás módszereinek feltárása mellett — jusson és maradjon a termékbe beépíthető faanyag részarányát növelő kezelési eljárások fejlesztését célzó kutatásokra is.

A hidrotermikus faanyagkezelés hatékonyságának időszakos vizsgálatát a szerep-mobilitás, a technika és a tudomány fejlődése, a korszerű szintentartás teszi szükségessé.

2. Hidrotermikus kezelés hatékonysági vizsgálata

A hatékonysági vizsgálat célja: a gőzöléses anyagkezelési technológiánál jelenleg alkalmazott paraméterek tulajdonság-változásra gyakorolt hatások jobb megismerése, a kezelési hőmérséklet és idő változtatásával feltárt tulajdonságváltozás alapján a technológiai célt legjobban biztosító anyagkezelési paraméterek megválasztásának elősegítése, a tulajdonságváltozás számszerűsítésével is igazolni, a gőzöléses anyagkezelés szükségességének és módjának megítélésében a gondos, körütekintő mérlegelés fontosságát, a gőzöléses és anyagkezelésnél a hőmérséklet és időtartam, valamint a tulajdonságváltozás között matematikai összefüggés feltárása, ill. az irodalmakban fellelhető összefüggések alkalmazhatóságának vizsgálata.

a) *A kísérleti körülmények rövid jellemzése*

A gőzölési kísérletben 400, 450 mm átmérőjű bükk, akác, tölgy és lucfenyő törzsekből 35 mm vastag fűrészárut vágattunk, s ebben a vastagságban gőzöltük.

A gőzölési folyamat idejét az általában elfogadott felmelegítés (F), a hőmérsékleten tartás (H) és lehűtés (L) időtartamainak summájaként kapjuk.

A felmelegítés és lehűtés időtartamát egységesen 3—3 órával vettem figyelembe, annak ellenére, hogy L. Vorreiter által közölt összefüggés rövidebb, a MÉM ágazati szabvány hosszabb időtartam alkalmazását igényelte volna.

A fa gőzölési vagy állandó hőmérsékleten tartási időtartamokat 1—10 óra között 1 órás időkülönbséggel, 10—24 óra között 2 órás időkülönbséggel változtattam.

A gőzölés változó paraméterének még a hőmérsékletet választottam.

A hőmérsékleti értékeket 100—140 °C között 10 °C különbséggel választottam meg. Ez a hőmérsékleti tartomány felöleli a gyakorlatban eddig alkalmazott értékeket. A hőfok — különbségben a 10 °C-nál kisebb értékek alkalmazását — az időtartam sűrűségnek változtatása, s a gyakorlati munkavégzés pontossága miatt — elvettem.

A faanyag nedvességtartalmát $20 \pm 2\%$ nedvességtartalomra állítottam be mesterséges előszárítás és visszanedvesítés útján.

A gőzölés után a faanyagot minimálisan 48 órás pihentetést követően dolgoztuk fel a vizsgálati szabvány előírása szerinti próbatestekké.

A gőzöléses és gőzölés nélküli anyagminták elkülönítésénél az összehasonlíthatóság érdekében azt a gyakorlatot követtük, hogy minden gőzöletlen anyagot megelőzzön és kövessen 1—1 gőzölésre szánt anyagminta.

b) A kísérleti eredmények ismertetése

A gőzölésnek a faanyag tulajdonságára gyakorolt hatását a

- térfogati sűrűség (Q),
- hajlítószilárdság (σ_h , ill. h),
- a bütün mért Brinnell-keménység (HB, ill. k),
- a sugárirányú (α_r) dagadás,
- a tangenciális irányú (α_t) dagadás,
- a rosttal párhuzamos nyomószilárdság (σ_{ny} , ill. ny),
- a rosttal párhuzamos szakítószilárdság (σ_{sz} , ill. sz)

vizsgálatainak elvégzése útján kapott eredményeken keresztül kívánom értékelni.

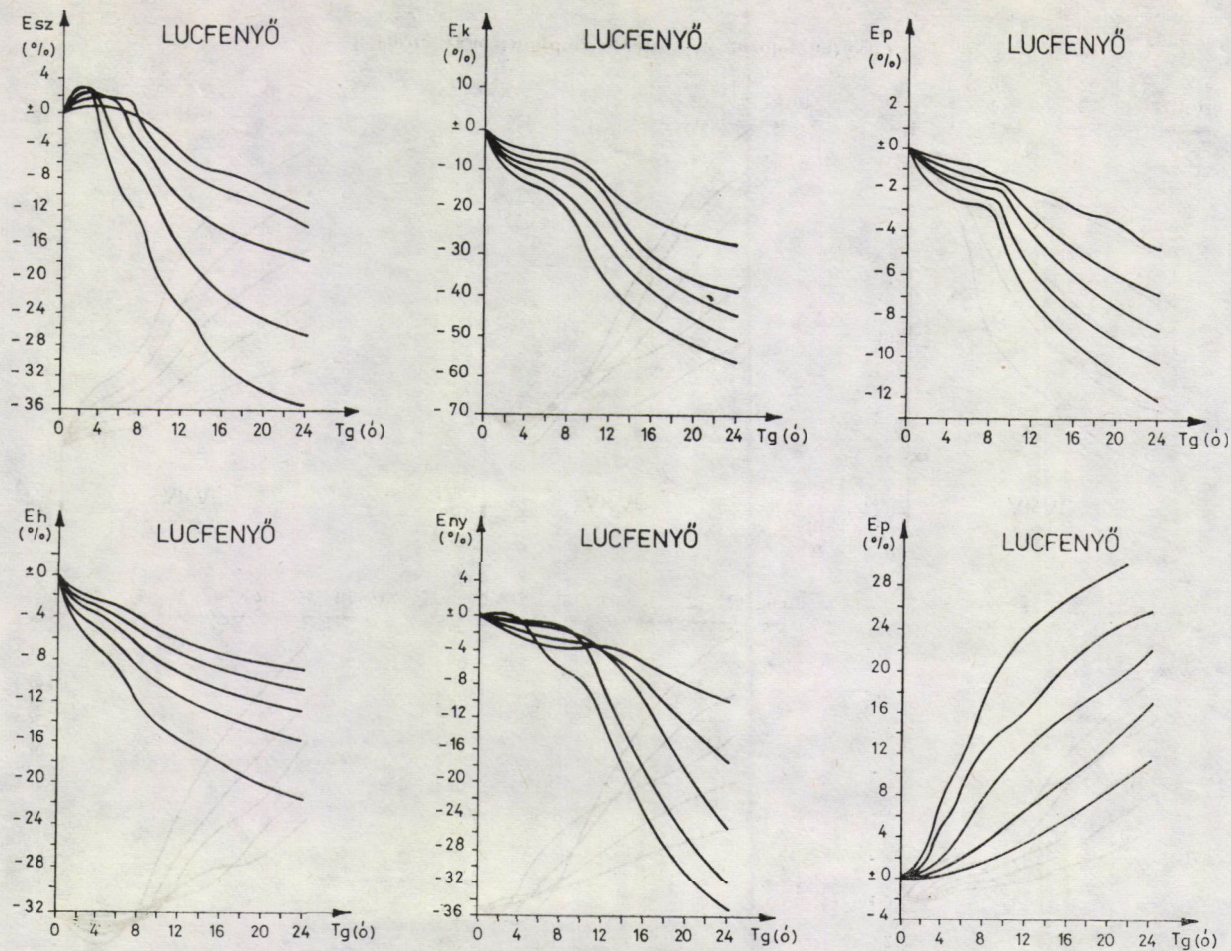
A hőmérsékleti értékek hatását 4 variációban, a gőzölési időtartam befolyását az egyes hőmérsékleti variánsoknál 17 variációban vizsgáltuk.

A vizsgálati eredményekből matematikai statisztikai módszerrel sorozat-átlagot ($\bar{x}$), szórást (s), az átlagérték szórását (m), a variációs együtthatót (V), ill. pontossági mutató (p) értékét számítottuk ki.

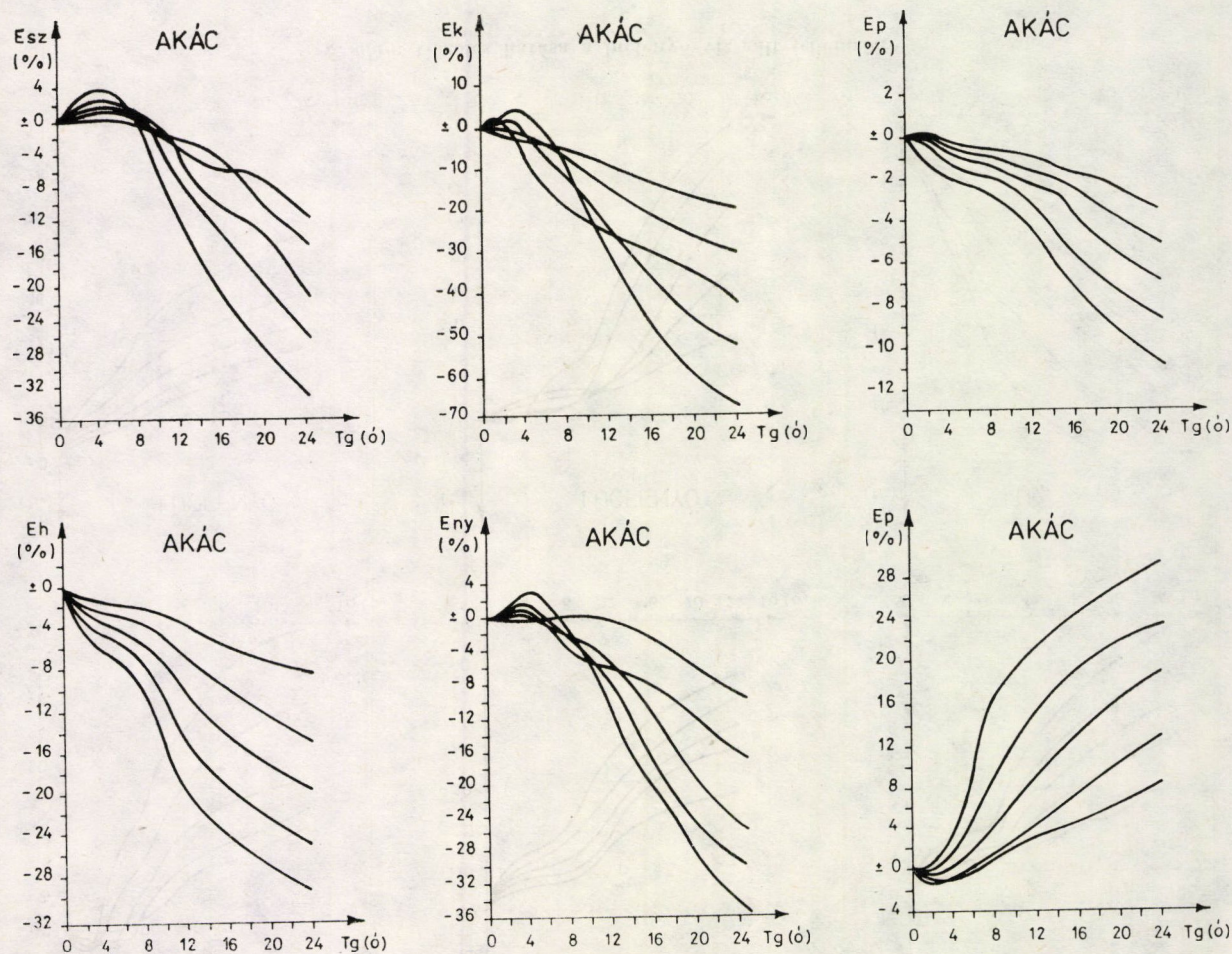
A gőzölésnek a faanyag tulajdonságára gyakorolt hatását — minden vizsgált tulajdonság esetében — a

$$\varepsilon = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_0}{\bar{x}_0} 100, \text{ ill. } \varepsilon = \frac{\bar{x}_0 - \bar{x}_1}{\bar{x}_0} 100 (\%)$$

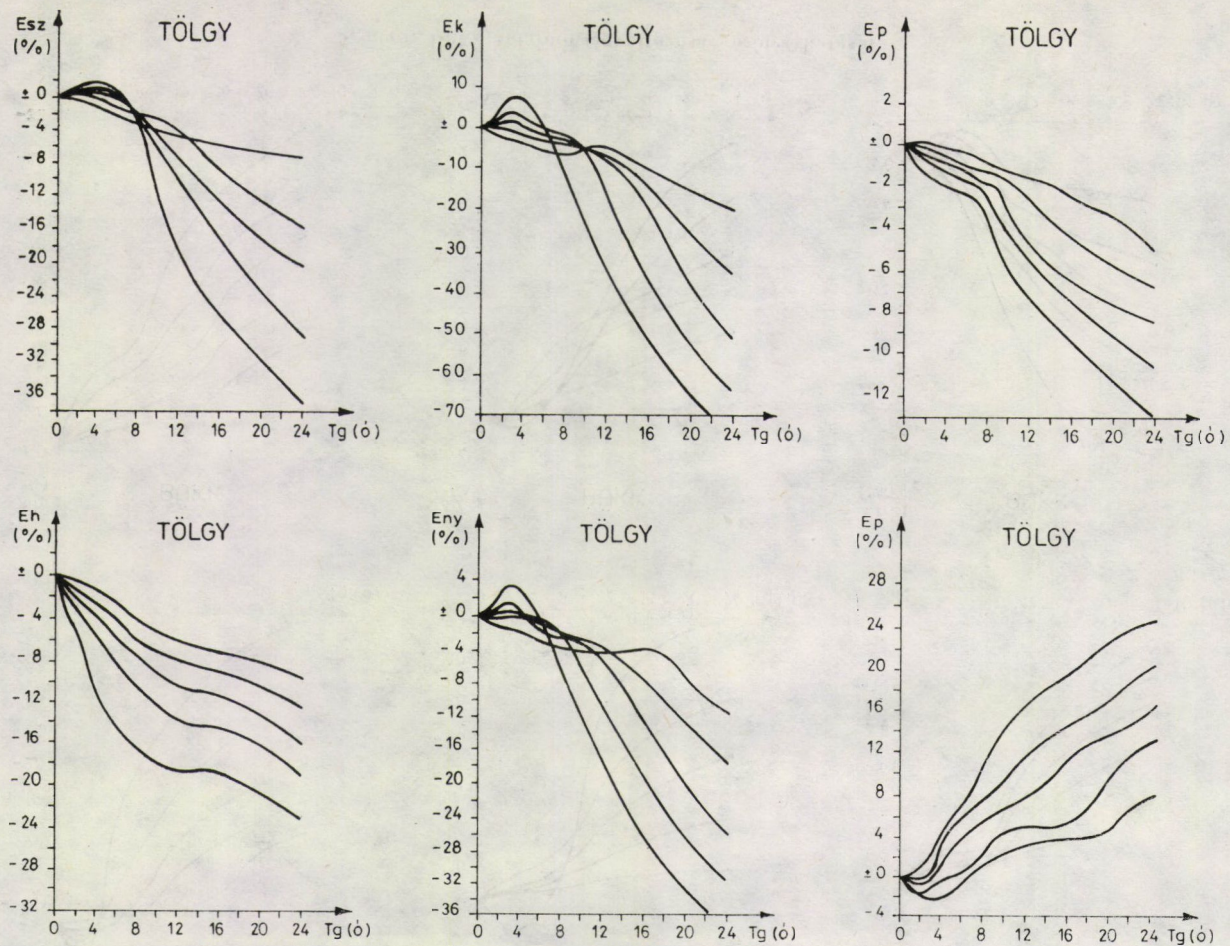
összefüggéssel vizsgáltuk úgy, hogy a tulajdonságromlás negatív, a javulás pozitív értékű legyen.



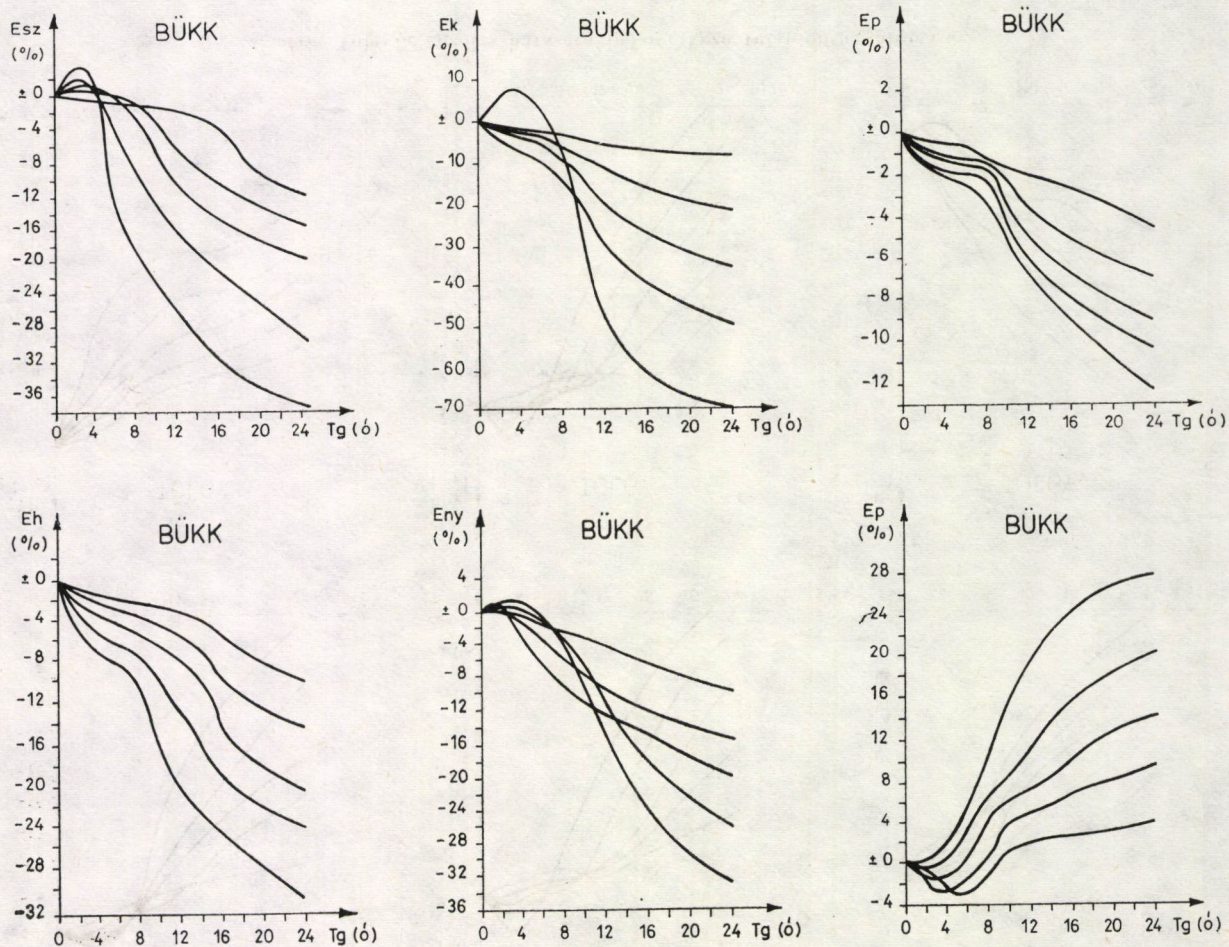
2. ábra. Gőzölés hatása a lucfenyő vizsgált jellemzőire



3. ábra. Akác tulajdonságváltozása gőzölés hatására



4. ábra. Tölgyfa gőzölés hatására bekövetkező tulajdonságváltozása



5. ábra. Bükk tulajdonságváltozása gőzölés hatására

Az összefüggésben (ε) a gőzöletlen állapotra vetített eltérés nagyságát jellemzi (%) -ban. Az (ε)-hez kapcsolódó indexek a vizsgált tulajdonságra utalnak. Így pl. (h) a hajlítószilárdságra, (k) keménységre utal.

További jelölések az összefüggésben az ($\bar{x}_0$) a gőzöletlen, ($\bar{x}$) pedig a gőzölt állapotban meghatározott faanyagtulajdonság átlagértékét jelenti.

A mért és számított eredmények figyelembevételével szerkesztettem meg a tulajdonságban mutatkozó eltérést jellemző görbéket lucfenyő, akác, bükk és tölgy fűrészáruk esetében.

A különböző paraméterekkel elvégzett gőzölés hatásának vizsgálata igazolta, hogy a gőzölés mindenkor megváltoztatja a faanyag tulajdonságát.

A vizsgált tulajdonságok szinte minden esetben, de 5 órás gőzölés után egyértelműen csökkentek a gőzöletlen állapothoz viszonyítva. Ezen kedvezőtlen változás alól a dagadási tulajdonság mutat kivételt. Ez a jellemző éppen csökkenő értéke révén jelez kedvező változást.

A gőzölésnél alkalmazott hőfok és időtartam függvényében a szilárdsági értékek általában

— lucfenyő esetében	0—55 %-kal
— tölgyfa esetében	0—75 %-kal
— bükk és akác esetében	0—70 %-kal

csökkentek a gőzöletlen állapotú faanyaghoz képest. A csökkenés legjelentősebb volt a bütükeménységben. A térfogati sűrűségben a csökkenés nem volt nagyobb 13 %-nál.

A dagadás igen kedvező alakulása volt megfigyelhető minden fafajnál, a 6 órát meghaladó gőzölési időtartamoknál.

A színhatás változását a bükkfa és az akácfa esetében már korábban vizsgáltuk. A célunk a termőhelyi és nedvességtartalmi adottságok hatásának felderítése volt, így a színkoordináta értékekből csak a műszerről leolvasott fehérséget jelző számértéket (Y) használtuk fel az értékeléshez.

3. Javaslat a gőzölési paraméterek megválasztására az elvégzett kísérletek alapján

Az elvégzett kísérletek eredményeinek értékelése nem fejeződött be a jelen tanulmány összeállításával. Az adattömeg további feldolgozása még folyamatban van.

Az eddig feldolgozott adatokból kitűnik, hogy a gőzölési eljárás hatásosságát — minőségi osztálykülönbséggel — mérhetően befolyásolja:

- a termőhely
- a gőzölendő anyag nedvességtartalma
- a rosszul megválasztott gőzölési paraméterek (p , t , τ)
- a fellemelegítés és lehűtési szakasz szakszerűsége.

A gőzölési eljárás hatásossága a minőség mellett természetesen vizsgálható: pl. esztétikai megjelenésével, a világossági fok (Y) értékének csökkenésével, ill. egyenletességével, a hajlításban a törési % alakulásával, a furnérfelület hullámosságának változásával és a piaci igény kielégítésével.

A vizsgáldásaink technológiai és gazdasági hatását elemezve megállapításainkat a fafaj és gőzölési cél vonatkozásában értékeljük.

Lucfenyő

Színváltozás céljából hazánkban nem gőzölt fafaj. A kékülés megelőzésére, a nedvesíthetőség egyenletességének biztosítására, a méretstabilitás fokozására külföldön fellendülőben van a fenyő gőzölése. Ezen célból legkedvezőbb a 110—120 °C hőmérsékleten, $p = 0,15\text{—}0,2$ MPa gőznyomással, $u = 25 \pm 2\%$ nedvességtartalommal $\tau = 8 \pm 2$ óra időtartamig végzendő gőzölés.

A javasolt paraméterek mellett legkisebb a szilárdság- és térfogatisűrűségcsökkenés. A méretstabilitás fokozódása $6 \pm 2\%$ értékű.

Szterilizálás céljából a 2—3 órás, hajlítás céljából a 4—6 órás időtartamú, 130—140 °C hőmérsékletű gőzölés ajánlható. Az anyag nedvességtartalma a javasolt hőmérsékletnél $u = 20 \pm 2\%$.

A faanyag jól és problémamentesen gőzölhető.

Tölgy

Leginkább hajlítás és furnér-előállítás elősegítése érdekében gőzölik a tölgyfát.

Színhatás, szterilizálás és nedvesíthetőség egyenletességének biztosítása, a jobb száríthatóság elősegítése érdekében célszerű 100—110 °C hőmérséklettel, $p = 0,1\text{—}0,15$ MPa nyomással 3—4 óráig gőzölni. Magasabb hőmérsékleti igény esetén a gőzölendő anyag 18—20%-nál nem lehet magasabb nedvességtartalmú. Kísérleteinkből az a tapasztalat vonható le, hogy a hőmérséklet, a nedvességtartalom és a szemmel látható repedések mértéke és száma között erős a korreláció.

Tölgy hajlításához $18 \pm 2\%$ nedvességtartalmú faanyagot kell előkészíteni. A gőzölés paramétereként 125 ± 5 °C hőmérsékletet, $p = 0,2\text{—}0,275$ MPa gőznyomást és 2—4 órás időtartamot javasolunk figyelembe venni.

A faanyag gőzölhetősége — az erős repedésképződés miatt — nehézkes, problémamentesnek nem mondható.

Bükk

Gőzöléses anyagkezelésnek legáltalánosabban kitett fafaj. Hőfokra, anyag-nedvességtartalomra, gőzölési időtartamra — a vizsgált fafajaink közül — a legérzékenyebb.

Ebben az érzéketlenségben véljük keresni az okát annak a sok problémának, amivel a gyakorlat szembe találja magát mind az alkatrész, mind a fűrész-áru és a rönk gőzölésekor.

A színhatás érdekében végzendő gőzölésnél a hőmérsékletet $100-130\text{ }^{\circ}\text{C}$, gőztér nyomását $0,1-0,272\text{ MPa}$ értékek között célszerű megválasztani. A gőzölés időtartama természetesen a gőzölendő anyag méreteivel is befolyásolt. A bükk furnér termelésében jelentkező színeltérés az állandó hőmérséklettartás idejének helytelenségében keresendő. Igen lényeges a helyes felmelegítési sebesség alkalmazása a rönk belső repedéseinek elkerülésére.

Hajlítás érdekében a gőzölést célszerű $130-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet és $p = 0,275-0,37\text{ MPa}$ nyomás alkalmazásával elvégezni. A javasolt paraméterek alkalmazásával a hajlító- és nyomószilárdsági változások a legelőnyösebbek.

A nedvesíthetőség fokozására és fülledés megelőzésére a szabványos gőzölési paraméterek alkalmazása megfelelő eredményt ad.

Akác

Gőzölése régóta foglalkoztatja hazai szakembereinket. A vizsgált fafajok közül ez a fafaj volt a legnehezebben gőzölhető.

Nehézséget jelent a színváltozás egyenletességének biztosítása, a gőzölés alatti, de még inkább a gőzölés utáni repedésképződés elkerülése, valamint az egyenlőtlen zsugorodás. Hazai vonatkozásban viszont éppen az akác gőzölése eredményezhet legnagyobb gazdasági hasznot, mint azt a FAKI I/112 sz. kutatási jelentésében is rögzítette. Színhatás céljára a fűrész- és fűrészelt szelvényárut, elvileg bármilyen hőmérséklet és gőzölőtér nyomás mellett gőzölhetjük. A repedések elkerülése érdekében helyesebb az előszárítás elvégzése után az anyagot $22-25\%$ -ra visszanedvesíteni a gőzölés megkezdése előtt.

Hajlítási célból ajánlható a $t = 130 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklettartomány alkalmazása. A repedések elkerülése végett a gőzölendő anyag $18 \pm 2\%$ -nál nagyobb nedvességtartalommal ne rendelkezzen. A rosttelítettségi határhoz közel eső, s ettől magasabb nedvességtartalomnál végzett gőzölés szinte mindig repedezett faanyagot eredményezett.

4. Ajánlatok, javaslatok

A lefolytatott kísérletek alapján javasolom

— fejlesztőkutatás beindítását — minisztériumi, ill. OMFB támogatás mellett — az eltérő cél szerinti, új gőzölési technológiák kidolgozására. A kutatás költségeit az érvényes árszínvonalat figyelembe véve 100—110 millió Ft/év megtakarítást ellentételezhetne még akkor is, ha nem számítjuk azt a megtakarítást, amit pl. energia, fejlesztőberuházás, munkaráfördítés és a keletkező hulladék hasznosítása formájában jelentkező költségként jelenleg megfizetünk.

— A jelenleg érvényes MSZ-08530 — 72 ágazati szabvány átdolgozását a fejlesztőkutatás eredményei alapján.

— Közös kutatás kezdeményezését a különböző célú gőzölés kidolgozására az EFE és FAKI, valamint az SDVU (Pozsony) és VSDL (Zvolen) együttműködésében. Az együttműködés biztosíthatná mind a két ország részére a legfejlettebb technika és technológia megismerését, a kölcsönös előnyök alapján a munkamegosztással járó idő- és költségmegtakarítást, kutatási eszközök hatékonyabb hasznosítását.

— A lefolytatott kísérletek alapján lehetővé válik néhány ajánlás megtevése a munka folytatására és gyakorlati hasznosítására.

Az eredmények vizsgálata és értékelése alapján ajánlom:

— elektron mikroszkópos vizsgálatokkal kiegészíteni a gőzölt faanyag szokásos fizikai-mechanikai vizsgálatát. E felvételek értékelésével választ kaphatnánk olyan kérdésekre is, hogy a magas hőmérsékletű és rövid időtartamú gőzölés miért eredményezi néhány szilárdsági érték pozitív változását, s a gőzölési időtartam további növelése esetén a gyors negatív váltást és az intenzív csökkenést. A felvételek tisztázhatnák a fizikai folyamatok hatását a szubmikroszkópos szerkezetre,

— tovább szélesíteni a gőzölt faanyag tulajdonságváltozásának vizsgálatát az esztétikai, technológiai sajátosságok feltárására,

— meghatározni a gőzölés minőségi jellemzőit, s a mérés rendszerét.