

1. Bevezetés

1.1. Az álgesztes bükk gazdasági jelentősége

A hazai erdővagyon egyik legmarkánsabb képviselője az egyszerűen „bükk”-nek nevezett „közönséges bükk” (*Fagus silvatica*). A bükk Közép – Európa jellegzetes fája, domb- és hegyvidéken él 600 – 800 m magasságban. Hazánkban az Északi- középhegységben, a Magas – Bakonyban, Zalában, Mecsekben, Zselicségben, a Kőszegi- és a Soproni-hegységekben alkot összefüggő állományokat. A bükkel borított terület hazánkban kissé meghaladja a 100.000. hektárt, ahonnan az éves fakitermeléseléri a bruttó 600.000. m³-t. A bükk fája nagy karriert futott be a XX. században. Míg a XIX. században szinte kizárólag tüzifaként és a faszén- valamint hamuzsír gyártásra használták, a vasút tér- hódításával megkezdődött e faanyag karrierje. A vasúti talpfa és távíró oszlop telítésé- nek tökéletesedésével ipari jelentősége nőtt. A második világháború utáni időszakban te- ret nyert a rétegeltlemez gyártásában és mint a fatömegcikk alapanyaga, majd napjainkig tartó folyamat indult, bútorigipari és belsőépítészeti térszerése [Bondor, A 1986].

A hazai fakitermelésnek közel 10%-át a bükkösök adják, de ezt meghaladó jelentőségű e fafaj a furnér és rétegelt lemezgyártásban (75%) és a fűrésziparban (21%). A bükk faanyag minősége szempontjából a legjelentősebb probléma a feldolgozott nagyszámú szakirodalom alapján az álgesztesedés. Az idősebb törzseknél ez rendkívül gyakori. Az egészséges, gombafertőzés nélküli álgesztes bükköt a gyakorlatban „vörös bükk”-nek is nevezik. Az ún. szürke vagy csillagos álgeszt már gombafertőzött, korhadó faanyag, iparilag nem hasznosítható. Az álgesztesedés valójában az élő fa preventív védekezési reakciója [Molnár & Bariska 2002].

A feldolgozásban és értékesítésben érdekelt, gyakorlatban dolgozó szakemberek az alábbiak szerint fogalmazzák meg kritikájukat az álgesztes faanyaggal szemben:

- nem tartós
- könnyen reped
- egyenlőtlenül szárad
- nehezen ragasztható
- esztétikailag nem megfelelő

mindezek miatt nehezen megmunkálható.

Miután az álgesztesedés a véghasználati fakitermelések rönk választékánál becslés szerint 60 – 70 %-os mértékű, e fahiba gazdasági kihatását nem szabad lebecsülni.

Tovább fokozza az álgesztes bükk jelentőségét az a tény, hogy az utóbbi néhány évben a fakereskedelem és a fafeldolgozás kimondottan a fehér, álgesztől mentes bükk faanyaghoz ragaszkodik. Véleményem szerint a divat és az esztétikai tulajdonságok mellett ebben az is közrejátszik, hogy korábban nem folyt tudományosan kellően megalapozott kutatások az álgesztes bükk faanyag hasznosítására. E tudományos munka eredményeivel hozzá kívánok járulni az álgesztes faanyagok piaci elfogadtatásához. Az álgesztes bükk faanyag problémaköre országos jellegű kérdés, ezért elemeztem az ország bükk vagyonát az FVM Erdészeti Szolgálat adatai alapján. Megállapítható, hogy 50

év múlva a bükkösök területe sajnálatosan a felére csökken. Figyelemmel arra, hogy a bükkösök véghasználata átlagosan a 100-110 év közötti korosztályban történik, még további két megállapítás tehető:

- A következő 50 évben jelentős visszaesés a fakitermelésekben nem várható, az előhasználatok fatérfogatával együtt évi 600 ezer m³ körüli fakitermeléssel számolhatunk.
- Igen jelentős a 100 év feletti – az álgesztesedés szempontjából legveszélyeztetettebb – korosztály területe és élőfakészlete.

Ezen utóbbi ténnyel függ össze, hogy a begyűjtött és becsült adatok szerint az álgesztesedés mértéke a véghasználati fakitermelések rönk választékainál legalább 60-70%-os mértékű.

Az álgesztesedés problémája elsősorban a lemez- és fűrészipari rönkök esetében jelentős. Ezt mutatja, hogy az igen kedvező exportár ellenére a bükk-rönk export mindössze alig több mint 16.000. m³/év. Jól rámutat e probléma valódi nagyságára, hogy ha az évi nettó – 220.000. m³ bükk rönk – mennyiség árát szerényen 18.000.-Ft/m³-ben határozzuk meg akkor közel:

4.000.000.000.-Ft/év

nemzetgazdasági jövedelem sorsáról beszélünk.

Nem mellékes tehát, hogy az erdőgazdálkodók által megtermelt értéknek mekkora hányadát lehet a továbbfeldolgozásba bevonni.

1.2. Az álgesztes alapanyag a felhasználó szemével

A faanyagok jellegzetes makroszkópikus tulajdonságai között kiemelkedik, hogy minden fának sajátos színe van, amely jellemző a fajra. A szín azonban nem állandó faktor, mert ezt a fa egészségi állapota, a termőhely, a napfény és a levegő oxigénje erősen befolyásolja. Közismert, hogy egyes betegségek is megváltoztathatják a fa színét.

Felhasználói szempontból az adott korszak divatirányzatával ellentétes szín vagy elszíneződés hátrányos. A struktúrálatlan egyenlőtlen elszíneződés szintén hátrányos. Az álgesztes faanyag foltos vagy sávosan egyenlőtlenül sötét csíkos megjelenése miatt bútoripari, belsőépítészeti felhasználása korlátozott.

Az álgesztes faanyag tulajdonságai is eltérnek az álgesztmentes fától. Az álgesztes faanyag erősebben vetemedik és természetes úton nehezebben szárad, mint az álgesztmentes. Ezen kedvezőtlen tulajdonságai az edények eltömődésével, nagyobb térfogatsúlyával és víztartalmával függ össze.

Egyértelműen megállapítható, hogy több kutató kifejezetten a felhasználó szemével tekintett az álgesztes anyagra és kutatásaik során fontos általános érvényű megállapításokat tettek.

E munkámban -hasonlóan a nagy elődökhöz- magam is a felhasználó szemével közelítetek a kutatás tárgyához, mely kifejezetten a bükkfa álgesztes részének felhasználhatósága kutatásával a tudományos megalapozására koncentrálok.

1.3. A célkitűzés bemutatása

A bükkrönk gazdaságos feldolgozása -mint folyamat- nézetem szerint a rönk mint alapanyag és számos, az abból keletkező másodlagos alapanyag bázis feldolgozását jelenti.

E tudományos munka keretén belül kizárólag a fűrészipari feldolgozásba vont bükkrönkből, másodlagos alapanyag bázisként keletkező fűrészelt álgesztes, vagy részben álgesztes fűrészáru továbbfeldolgozásának lehetőségeivel kívánok foglalkozni, illetve az e lehetőséget megteremtő anyagkutatás a fő célkitűzésem.

E munka során az "álgesztes bükk", illetve "álgesztes anyag" alatt mindig egészséges álgesztű anyagra gondolok, kivéve ott, ahol azt külön jelzem.

Cáfolni kívánom e munka eredményével azokat a széles körben elterjedt tévhiteket, melyek szerint bútór és belsőépítészeti célra az álgesztes bükk azért nem felel meg, mert általában:

- rosszabbak a fizikai – mechanikai tulajdonságai, mint a fehér bükké,
- esztétikailag nem megfelelő,
- kevésbé tartós mint a fehér bükk.

Célkitűzéseimet az alábbiakban foglalom össze:

- az álgesztes bükkfa anyagának, fizikai - mechanikai sajátosságainak széleskörű feltárása a minőségi hasznosítás megalapozása céljából,
- technológiai kísérletekkel bizonyítani az álgesztes bükkfa anyagának felhasználhatóságát és egyenrangúságát a fehér bükkével,
- a kutatási eredmények során megállapított tézisek felhasználásával új technológiai irányelv megalkotása a bükkfát feldolgozó fűrészüzemek részére.

2. Tudományos előzmények

Célkitűzésem szempontjából a tudományos előzmények közül számomra az alábbi fő csoportokba foglalható össze a használható tudományos háttér:

- az álgesztesedés kialakulása, oka, folyamata általános érvényűen,
- az álgeszt anatómiája és fajtái,
- kutatások, kísérletek, megfigyelések az álgesztes bükk faanyagával, az álgesztes bükk fűrészáruval és az álgesztes bükk faanyagból készített termékekkel kapcsolatban.

2.1. Az álgesztesedés oka, folyamata általános érvényűen a szakirodalom tükrében

Az álgeszt a fatest nagyméretű, szabálytalan alakú, az évgyűrűhatárokat nem követő rendellenes elszíneződése. Előfordul egyaránt színes gesztű és színes geszttel nem rendelkező fafajoknál. Az előbbiekre példa a cser, a kőris, a dió, stb, az utóbbiakra a bükk, a gyertyán, a hárs, nyír, juhar. Míg a színtelen geszttel rendelkezőknél felismerése egyszerű, a színes gesztűeknél nehézséget okozhat. E nehézség csak látszólagos, mert a valódi geszt mindig követi az évgyűrűhatárokat, míg az álgeszt nem. A hazai fafajok közül -ipari jelentőségét tekintve- legfontosabb álgesztesedő fafajaink a bükk, a nyárák és a cser. [Molnár, S.1999].

Az álgeszt kialakulásával és tulajdonságaival már az 1800 –as évek végén elkezdtek foglalkozni a kutatók. Hartig Th. megfigyelései szerint a bükk barna gesztje nem a gombák általi bomlás következménye, mint a vörös korhadás (Rothfäule), hanem csakis a bélsugaraknak s általában a faparenchymának egy barna, a keményítőhöz hasonló anyaggal való kitöltésén alapszik [Hartig, Th.1851].

Hartig R. szerint az idős törzsek álgesztje nem a geszt anyagok lerakódásából keletkezik, hanem korhadó ágsebekből ered a bomlási anyagok oldott állapotban történő leszivárgásával [Hartig, R.1882]. Ugyancsak Ő egy másik, Weber R.-rel közösen írt dolgozatában az álgesztet gyökérszövetből, vagy a törzs belső repedéseiből eredezteti [Hartig, R., Weber, R. 1888]. Itt említi, hogy az álgesztből gyakran gombamicélium nő ki. Végül arra a következtetésre jut [Hartig, R.1901], hogy álgeszt csak akkor keletkezik, ha ágsebekből, vagy más nyílt helyen keresztül levegő juthat a törzs belsejébe, ami által a csersavak oxidálódnak, és az edények tilliszekkel telítődnek.

A korai német kutatók közül említést érdemel még Strasburger és Herrmann. Strasburger idős álgesztes törzset vizsgált, de kóros átalakulást nem észlelt, ezért, nem tekintette ezt betegségnak, csupán megjegyezte, hogy bőven tartalmaz gesztanyagot [Strasburger, E. 1891]. Herrmann szerint az álgeszt sérülések nyomán keletkezik és nem egyéb, mint a behatoló gomba ellen képződő egyfajta védőfa, melyben az edények tilliszekkel vannak kitöltve [Herrmann, E. 1902].

A korainak tekinthető német eredményekre Tuzson, valamint Nečesaný később idézendő műveiben hivatkoznak [Tuzson, J. 1904], [Nečesaný, V. 1958].

Nečesaný idéz még néhány korai német szerzőt, akikre azonban teljes egészében igaz Tuzson állítása: "...a bükk álgesztjére vonatkozólag még számos feljegyzést találunk az irodalomban, amelyek azonban nagyrészt a fennebbi nézetek ismétlései" [Tuzson, J. 1904].

Tuzson megemlíti még az eberswaldei erdészeti és a charlottenburgi technikai kísérleti állomások álgesztes bükk faanyagára vonatkozó kutatásokat, melyek legfontosabb eredménye az a megállapítás, hogy "a bükk álgesztjének fajsúlya és összenyomó szilárdsága nagyobb, mint a szomszédos szíjácsrészeké." [Tuzson, J. 1904].

A kezdeti kutatások legnagyobb, kiemelkedő alakja Tuzson János selmecebányai professzor, akit mai szemmel tekintve is igazi kísérletező kutatónak nevezhetünk. Munkája a "Bükkfa Korhadása és Konzerválása" melyet egy évszázada írt, ma is időtálló, értékes tudományos alapmű.

Tuzson, aki előjáróban rendkívüli alaposággal dolgozta fel az akkor rendelkezésre álló álgesztes irodalmat, szisztematikusan látott munkához. Mintegy 80-100 db különféle helyről beszerzett álgesztes törzset vizsgált meg, melyek közül 38 db-ot feldarabolgatott, hogy ezek belső viszonyait a lehető legbehatóbb módon elemezhesse. Néhány kézenfekvőnek tűnő következtetést gyorsan levont.

"Abból a körülményből, hogy nem minden bükkfa törzsében keletkezik álgeszt, először is biztosan következtethetjük, hogy a fák rendes gesztjével szemben, itt rendellenes képződménnyel van dolgunk." [Tuzson, J 1904.].

Megállapítja továbbá, hogy az álgeszt többnyire a korhadó ágcsapoktól indul ki, ahol a legszélesebb. Innen felfelé és lefelé szűkül, de felfelé nem hatol olyan gyorsan és megsze, mint lefelé. Megállapítja, hogy a fa "organikus központja", ma inkább úgy fogalmaznánk, hogy a bél körüli rész, általában az álgesztnak is a középtájára esik. Megfigyeli, hogy vannak elkülönült, a középrésztől távol eső álgeszt foltok is. Ezeket a sebhelyek körül keletkező "védőfával" azonosítja. Ugyanakkor megállapítja, hogy ezek a "védőfák" a seb beforradása után nem terjednek tovább. Elkülöníti az álgesztet a "védőfától" és az alábbi meghatározást adja:

" A védőfa emez alakjaival szemben az álgeszt olyan képződmény, mely a fa organikus tengelyével mindig vonatkozásban áll, és ha egyszer keletkezett, úgy folyton terjed. E tekintetben tehát elütő a sebhelyek védőfájától és rokon a fák rendes gesztjével." [Tuzson, J. 1904].

Tovább vizsgálódva leírja, hogy első megközelítésben Herrmann és némileg Hartig R. eredményeihez hasonlóan arra a következtetésre jut, hogy: "A fa az álgeszt képzésére a gombafonalak támadása által sarkaltatik." [Tuzson, J.1904].

Nem elégszik meg azonban ezzel az állítással és összehasonlítón vizsgálja a "védőfa" és az álgeszt viszonyát, illetve keletkezésük körülményeit. A kérdést úgy teszi fel, hogy: "Miért keletkezik az álgesztnak nevezett védőfa az organikus központ körül, és miért nem idézhetnek elő a gombafonalak a fa középső részein kívül, a külső palástokban is ilyen folyton terjedő védőszövetet.?" [Tuzson, J.1904].

Arra a következtetésre jut, hogy a magyarázatot a szövetrészek fiziológiai állapot különbsége adja. Míg a külső szöveti részek részt vesznek az anyagcsere folyamatban, addig a belső funkció nélküli sejtek többé kevésbé ki vannak kapcsolva az életműködésből, ahol az álgeszt, a gombafonalak támadása ellen keletkezik és a belső részek fokozatos gyarapodása mellett szintén gyarapodhat. Végül megállapítja:

“...(bükk)...rendellenes gesztje..... csak akkor keletkezik, ha az ágcsapokon át behatoló gombák a törzs belsejét tényleg meg is támadták.” [Tuzson, J.1904].

A paláston keletkező sérülések nem idéznek elő folyton terjeszkedő védőfát, ez csak a sebhely közvetlen közelében keletkezik. Ahhoz, hogy egy sérülésből álgeszt keletkezzen szükséges, hogy a gombafonalak valamilyen módon (pl: ágcsapokon keresztül) kapcsolatba kerüljenek a belső szárazabb szövetrészekkel. [Tuzson, J.1904].

Tuzson kortársa Münch elismerve Tuzson megállapításait, azt azzal egészítette ki, hogy a levegő és a gombák együttes jelenléte szükséges a belső szövetekben az álgeszt kialakulásához. Ez úgy is végbemehet, hogy az ágcsapok mentén, vagy nagyobb sérülések mentén jut be a levegő a fa belsejébe. [Münch, E. 1910].

Az első világháború megakasztotta a bükk kutatást is, majd az azt követő gazdasági nehézségek sem kedveztek. Mégis a körülmények kényszerítő ereje, illetve a rendkívüli hideg tél, mely beköszöntött Európába 1928-1929 –ben új lendületet adott a bükk kutatásnak. Ez a rendkívüli hideg megismétlődött 1940-1942 között is. Münch nézete, mely szerint levegő is kell az álgesztesedés beindulásához, nem csak gomba, megerősödött szakmai körökben, miután a nagy hidegek nyomán újfajta álgeszt típusal szembesültek és ezt elnevezték fagygesztnak. Erősödött az a nézet, hogy a fagy önmagában véve is elegendő oka az álgesztesedésnek [Bittmann, O. 1930., Mörath, E. 1931., Larsen, P. 1937., 1943., Zalcík, R. 1936., Rennerfelt E., Thunell B., 1950].

Bár Liese talált gombafertőzött fagygesztes anyagot, valamennyi kortárs azt utólagos fertőzésnek könyvelte el [Liese, J. 1930]. Többnyire elfogadott, hogy a fagygeszt nem egy elkülönülő újfajta álgeszt, de tulajdonságaiban azonos és csupán a kiváltó okok közé a rendkívüli hideg időt is fel kell vennünk.

A második világháború után a bükk megkezdte hódító útját a bútortiparban. Ezzel párhuzamosan fokozódott az igény az álgesztes faanyag részarányának lehetőség szerinti csökkentésére, illetve új utakat kerestek az álgesztes faanyag hasznosítására.

a A közelmúlt németországi kutatásai közül ki kell emelni a freiburgi kutatóintézet kollektívájának munkáját. Megállapításai közül a legérdekesebb, hogy a csillagos álgeszt gyökfő problémájának tűnik. Ez arra utal, hogy a gyökér sérülései felelősek lehetnek a csillagos álgeszt képződéséért. Az elvégzett vizsgálatoknál a csillagos álgeszt a gyökfőtől hat méteres törzsmagasságig jelenik meg. Ez a teória még további igazolásra vár. A termőhely szerepének eldöntése szintén további vizsgálatokat igényel. [Mahler, G., Höwecke, B. 1991].

Az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőhasználati Tanszéke 1994 –ben fejezte be a HM Veszprémi Erdőgazdaság Rt megbízásából a Zirci Erdészethnél folytatott kutatást a bükk

álgesztesedésével kapcsolatban [Rumpf et al. 1994]. A világosan kitűzött gazdasági cél az Erdőgazdaság bükköseiben folytatandó fahasználat optimalizálása a kitermelendő álgesztes rönkök, illetve az álgeszt mértékének minimalizálásával. A kitűzött célt igen körültekintő munkaprogrammal valósították meg. Az irodalmi feldolgozásból érdekes Sopp, L. adatfelvételeinek értékelése. Ez azt mutatja, hogy bár a minta eloszlása nem optimális, mégis óvatos következtetések levonhatók. Így a 61 – 80 év közötti korosztályban reálisan az álgesztes rönkök aránya 27-28%, míg a 121-140 év közötti korosztályban ez az arány kb 40% [Sopp, L. 1974].

Ennek az adatnak némileg ellentmond Horváth Gy. munkája 1996-ból. Azt állítja, hogy az általa megvizsgált területekről származó rönkök között az álgesztesek aránya az alábbi: 100 éves kor , 49% ; 110 éves kor , 68% ; 120 éves kor , 91%. [Horváth, Gy. 1996].

Rumpf és kollektívája vizsgálatába 146 db törzset vett fel, ami 1.200 db választék. E nagy mennyiségű minta feldolgozása után legfontosabb következtetéseiket az alábbiak szerint foglalható össze [Rumpf et al. 1994]:

- Az utóbbi időszakban egyértelmű szárazodás figyelhető meg a vizsgált térségben, miközben az átlaghőmérséklet nem változott.
- A kisebb–nagyobb sérülések a törzsön nem eredményeznek álgesztesedést, ha mélységük nem haladja meg a nedves szíjács vastagságát.
- Az álgeszt képződés oka olyan fertőzési kapu kifejlődése, mely “száraz alagút” vagy nyílást, repedést hoz létre a kívülről behatóló gombáknak.
- A vizsgált területen az álgesztesedés kezdete 60 éves korra tehető, amikor is a mellmagassági átmérő eléri, ill. meghaladja a 25-30 cm-t.
- A kornak jelentősége van az álgeszt kialakulására és terjedésére.

Ugyanannál az erdőgazdaságnál két év múlva lefolytatott vizsgálatok is megerősíteni látszanak azt a megállapítást, hogy a 100 év fölött tartott állomány álgesztesedése rohamos. Míg a 100 éves átlagos rönk álgesztes területe 5,3%, 110 éves korban már 10,5% és 120 éves korban 17,3%. [Horváth, Gy. 1996].

Érdekes, ahogy az erdőállomány helyzetét álgesztesedés szempontjából maguk az erdőfenntartók látják. Négy kérdést tettem fel, a válaszokat a 1.sz. táblázat tartalmazza.

A táblázatból kitűnik, hogy az álgesztesedés problémája összefügg a vágásérettségi korról és a termőhellyel is. Erre a következtetésre jut a HM Veszprémi Erdőgazdaságnál lefolytatott vizsgálat is 1996-ban [Horváth, Gy. 1996].

[1.sz. táblázat] Erdőfenntartók válaszai 2000 évben

	véghasználato- k jellemző kora	véghasználatoknál tapasztalt álgesztesedés mértéke összes rönkhöz viszonyítva	az álgesztes törzseknél a csillagos álgesztes, korhadt rönkök aránya
EGERERDŐ Rt EGER	100 – 120 év	álgesztes: 70 % álgeszt mentes: 30 %	25,00%
TÁEG Rt SOPRON	100 – 140 év	100 év körüli állománynál: álgesztes: 20 % álgeszt mentes: 80 % 120 év feletti állománynál: álgesztes: 50%	átlagosan 10 %, de a Sopron 150 A területen szinte minden törzs álgesztes volt, 60 – 70 %-a csillagos álgesztű
BAKONYERDŐ Rt Pápa	115 – 130	álgesztes: 85 % álgeszt mentes: 15%	30,00%

Érdeemes az álgeszt problémáját nem csak a bükk sajátosságainak figyelembevételével vizsgálni. A helyes megközelítés érdekében más fafajok álgesztesedési folyamatainak megismerése is segíthet.

A legfontosabb álgesztesedő fafajunkat az elmúlt száz évben lankadatlanul vizsgálták a szakemberek az álgesztesedés okának, kialakulásának és fejlődésének titkait kutatva. Az iparilag csak az utóbbi ötven évben fontossá vált nyár, és cser fafajok irodalma álgeszt ügyben szerényebb. Büszkéek lehetünk rá, hogy a legátfogóbb nyár álgeszt kutatást Magyarországon folytatták.

Már 1957-ben Pagony Hubert behatóan foglalkozott a nyárfaállományok egészségi állapotával és különösen az álgeszttel. Megfigyelte, hogy a nyárfák бүтү metszetében a csekély színbeli eltérés ellenére is jól felismerhető az álgeszt. További kutatásokat is végzett, megállapításai közül az alábbiakat tekintem legjellemzőbbeknek, illetve legfontosabbaknak:

- A kiváltó okok alapján három álgesztesedési forma különböztethető meg: sebgeszt; gombás álgeszt; fagygeszt. A három álgesztesedési forma anatómiailag nem különíthető el.
- Bebizonyosodott, hogy a nemes nyárfák álgesztesedését gombák okozzák, amelyek sebzéseken és rovarjáratokon keresztül hatolnak a fatestbe. A dugványról való szaporítás csak részben okozza a fák álgesztesedését.
- Álgesztesedés esetén a fehérnyárfáknál nagyobb mértékű a tilliszképződés, mint a fekete- és nemes nyárfáknál. Az elszíneződés a bélsugár testekben indul meg. Az őszi pászta általában erősebben álgesztesedik. Az edények többsége bőségesen képződő tillisz és gumyszerű anyagokkal tömődik el.

- A döntött próbatörzsek beigazolták, hogy a mag- és sarjeredetű egyedek egyaránt álgesztesedhetnek. Erős mértékű álgesztesedés esetén még a gyökerek tövi része is elszíneződhet. Az ágcsonkok közelében mindig erőteljesebb az álgesztesedés.
- Az álgesztesedés bélkorhadásba megy át. Mind az álgesztesedést, mind a bélkorhadást előidéző gombafertőzés legtöbbször fagylécen vagy ágcsonkon keresztül történik.
- Laboratóriumi tenyésztési vizsgálatok beigazolták, hogy a fehérnyárok törzsében keletkező álgeszt gombás eredetű.
- Az álgesztes faanyagban csak igen gyéren van gombafonal az ágcsonkok körül. A fagyléces helyeken és egyéb sebzések környékén azonban nagyobb mennyiségben található. A gombafonalak gyakran klamidospórás állapotban vannak, többnyire ugyanis nincs biztosítva számukra az életfeltételükhöz elegendő oxigén. A vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a fehér- és szürkenyárok álgesztesedését gombák okozzák. A fertőzés mindig sebzés útján következik be.
- A laboratóriumi korhasztási vizsgálatok igazolták, hogy a fehér- és szürkenyárok gesztje ellenálló a gombatámadással szemben. A bontás az egészséges gesztnél nagyobb mértékű volt, mint az álgesztnél. Ez világosan bizonyítja, hogy az álgesztes faanyagban felhalmozódó anyagok akadályozzák a gombák növekedését és csökkentik a bontási intenzitást. Az álgesztes faanyagban tehát bizonyos védőreakciója van a gombatámadással szemben. [Pagony, H. 1962a].

Miután Pagony azt tapasztalta, hogy a fertőzés mindig sebzés után következik be, további vizsgálatait a nyárfa nyesésének szentelte. A kísérletre 45 db törzset jelölt ki, majd két egymást követő évben összesen 332 töre és 278 db csonkra vágott ágsebet hozott létre. Összesen tehát 610 db ágsebből vonta le következtetéseit az alábbiak szerint:

- A sebhelyeknek és ágcsonkoknak égtáj szerinti kitettsége nem befolyásolja az álgesztesedés, gombafertőzés és a behegedés mértékét.
- A sebfelület nagyságának növekedése fokozza az álgesztképződést és a gombafertőzést. Csökkenti a behegedés ütemét. Főleg a 4 cm –nél vastagabb ágaknál tapasztalható, hogy többségükben a sebfelület egy éven belül nem forr be.
- Döntő jelentőségű a nyesés időpontjának helyes megválasztása. A tavasszal nyezett ágak sebhelyei forranak be leggyorsabban. Az egyéb időszakban nyesettek jellemzően nem hegednek be egy éven belül.
- A gombafertőzés és a behegedés üteme közötti összefüggés világos bizonyíték. Az első évben behegedett sebeknek mindössze 9% -a gombafertőzött.
- A sebhelynagyság és álgeszt összefüggés szintén jellemző. Lásd 2.sz. táblázatot.

[2.sz. táblázat] A seb nagysága és az álgeszt terjedésének összefüggése

sebátmérő	álgesztesedés mértéke	
	bélig	csonkra korlátozott
20 mm	24,00%	76,00%
21 – 40 mm	40,00%	60,00%
41 – 60 mm	93,00%	7,00%

[Forrás: Pagony, H 1967 adatai felhasználásával]

Világosan látszik, hogy az álgesztesedés mértéke függ a sebfelület nagyságától. [Pagony, H. 1967].

Míg a bükk és a nyárok álgesztesedési kérdéseivel foglalkozó magas szintű tudományos előzményekkel rendelkezünk, addig a cser fafaj ebből a szempontból mostohagyerek. A legkiterjedtebb munkát a Faipari Kutató Intézet kollektívája végezte Erdélyi György vezetésével. A cser álgesztjére vonatkozó megállapításai az alábbiak:

- Az álgeszt képzéssel a legvalószínűbb feltevés szerint az élőfa a gombafertőzések ellen preventíve védekezik, miután az álgeszt nem jelenti minden esetben a fertőzés megtörténtét. Az egészséges álgeszt nem befolyásolja jelentősen a faanyag felhasználását, az ún. "csillagos"-álgeszt azonban minden esetben fertőzésre utal és előrehaladott stádiumban úgyszólván alkalmatlanná teszi a faanyagot ipari felhasználásra. A csillagos álgeszt formájának legvalószínűbb magyarázata szerint a micéliumok a legkisebb ellenállást kifejtő parenchimatikus sejtekből álló bélsugarak irányába terjeszkednek, és így jön létre a csillagos rajzolat.[Erdélyi, Gy. 1966]

Abból az óriási szakirodalomból (csak Nečesaný töb mint 170 hivatkozást közöl művében) igyekeztem a hazai viszonyok figyelembe vételével a legjellemzőbbeket kiválasztani. Megállapíthatjuk, hogy nem egységes a nézet az álgeszt kialakulásával kapcsolatban. A kutatásokból leszűrhető, hogy az alábbi tényezők játszanak -a legtöbb kutató véleménye szerint- kulcsszerepet az álgeszt kialakulásában:

- termőhely,
- helytelenül megválasztott erdőművelési mód,
- helytelenül megválasztott véghasználati kor,
- extrém időjárási körülmények,
- különböző sérülések és az ezek nyomán fellépő gombafertőzés.

2.2 Az álgeszt anatómiája és fajtái

Az élő fában kialakult álgesztet a feldolgozó kénytelen kész ténynek elfogadni. A megfelelő feldolgozási technológia megválasztásához szükséges ismerni az álgeszt anatómiáját és különféle tulajdonságokat hordozó megjelenési formáit.

A fatest belső elhalt részét gesztnak nevezzük. Az élőfában a gesztesedési folyamat kétféle módon történhet. Egyrészt az életműködésüket befejező faparenchima és bélsugársejtek elhalásuk előtt különböző gesztesítő anyagokat választanak ki, amelyek be rakódnak a sejtfalakba, sejtüregekbe, sőt még a szomszédos sejtekbe is. Így kerülnek a fatestbe járulékos anyagok (pl: gyanták, latex, stb.). Másrészt az edényeket (ritkán az áledényeket is) a gesztesedési folyamatban parenchimatikus töltősejtek, tilliszek tömítik. A tillisztesedés fafajokra jellemző. A kétféle gesztesedési mód együttesen is jelentkezhet. (Molnár, S. 1999). A gesztfa színe általában eltérő és így könnyen megállapítható a geszt és szíjács arány. Vannak azonban színes geszt nélküli fák is. A gesztesedés mértékében jelentős eltérések lehetnek. Egyeseknél a fatest külső (élő) és belső (élettelen) részeinek tulajdonságai és víztartalma között gyakorlatilag nincs különbség. Az ilyen fafajokat "szíjácsfáknak" nevezik (Kovács, I. 1979). A geszt tehát önmagában is változatos formában, fafajra jellemzően jelenik meg és minden esetben követi az évgyűrűk

vonalát, ellentétben az álgeszttel, mely színes és színtelen geszttel rendelkező fafajoknál egyaránt megjelenhet, nem tartva tiszteletben az évgyűrű vonalát.

Mikroszkópiusan megfigyelhető, hogy az álgesztesedés bőségesebb tilliszképződéssel jár. A tilliszek tulajdonképpen hólyagszerű képződmények, amelyek az edényeket övező parenchimatikus sejtek plazmaanyagából képződnek. Az udvaros gödörkéken keresztül nyomulnak be az edényekbe, melyeket kitöltenek. A normális gesztesedéssel szemben az álgesztesedéskor a tilliszek képződése meghatványozódik. Szintén megfigyelhető, hogy barna gumyszerű járulékos anyagok rakódnak rá az edények falára, a sejtekbe. Megjegyzendő, hogy az álgesztesedés először a bélsugársejtekben következik be. A nyá rak esetében megállapítható, hogy az őszi pászta általában erőteljesebben álgesztesedik. (Pagony, H. 1962b)

Mint látjuk, fentiekben a tilliszek képződése kulcsfontosságú folyamat az álgesztesedés során. Leszögezhetjük, hogy a tilliszek előfordulása a legtöbb lombos fában természetes jelenség. Leggyakrabban a gesztben lévő edényekben található, de sebzési helyeken a szíjácsban is kialakulhat (vö. "védőfa" Tuzson, J.1904). Általában azokban a sejtekben alakul ki, ahol a gödörkenyílás átmérője meghaladja a 10 µm-t.

Az álgesztesedés esetén a szomszédos parenchimasejtekből olyan nagy mennyiségben képződhetnek tilliszek, hogy szorosan egymáshoz tapadva az egész sejtüreget kitölthetik. Alakjuk nagyon változatos, falaikon gyakran látható primer gödörkemezőhöz hasonló elvékonyodás. Az edényáttörések perforációs lemezeinek elbomlását megelőzően a hossz- és bélsugárparenchimák sejtfa egy úgynevezett védőréteg lerakódása következtében gyakran módosul. Ez a védőréteg hasonlít az elsődleges sejtfalra, de a sejtüreg felől rakódik rá a meglévő másodlagos sejtfalra. A lerakódás sejtdifferenciálódási folyamat vége felé történik és nyilvánvaló, hogy elszigeteli a parenchimasejtet az edénytől. A védőréteg a sejtüreg felől a teljes felületet beborítja, beleértve a gödörkéket is, de az edény melletti falon általában vastagabb. Valószínű, hogy amikor enzimatikus folyamat eredményeként az edényekben a perforációs lemezek felbomlanak, néhány gödörke membránja is részben, vagy teljesen elbomlik. A nem lignifikálódott védőréteg behúzódik a nyitott gödörkenyílásba, majd folytatva a felületi növekedést, tillisz bimbóvá fejlődik. Ezek a bimbók kétrétegű sejtfallal rendelkeznek, és rendszerint addig fúvódnak hólyagszerűen az edény belsejébe, amíg megállítja őket az edény sejtfa, ill. ugyanabból vagy másik parenchimasejtből származó tilliszek. A védőréteg tehát a tilliszek falában folytatódik. A parenchimasejt sejtmagja és a citoplazma egy része általában átkerül a tilliszbe. Az edényeket eltömő tilliszek csökkentik a fatest permeabilitását. Ez az élőfa számára mindenképpen előnyös tulajdonság, hiszen elszigetelődhetnek a megsérült részek. [Butterfield, B., Meylan, B., Peszlen, I. 1997].

Az álgesztesedés további jellemző folyamata, hogy bizonyos kicsapódó anyagok lepedék, kristályos vagy szemcsés alakban a sejtekbe és az edények falára rakódnak. Ez adja az álgesztes faanyag barna vagy vörösesbarna elszíneződését. [Gyarmati-Igmándy-Pagony, 1975].

Az álgeszttel összefüggésbe hozhatók ezek közül az anyagok közül a kristályok és a fa-gumi. Kristályok főként a lombosfákban fordulnak elő. Leggyakrabban kalcium-oxalát, de kalcium-karbonát és ritkábban kalcium-foszfát kristályok is kialakulhatnak. A kristá-

lyok hossz- és bélsugárparenchima sejtekben képződnek, de előfordulhatnak rekeszes rostokban és tílliszekben, s néha edényekben is. Az edényekben általában gombafertőzés hatására alakulnak ki. A hosszparenchimákban a kristály előfordulhat egyetlen sejtben, de kitöltheti az összes egymás alatt lévő sejtet. A bélsugarakban az álló sejtek tartalmaznak leginkább kristályos anyagokat, közöttük is azok, amelyek feltűnően magasak. Néhány fában sötét színű szerves anyag képződhet. A fagumi képződését sérülés is kiválthatja, és ilyenkor gyakran nagy, lencse alakú tömlőkben található. Lombosfák fatestében esetenként megfigyelhető, hogy az edényeket polifenol anyagok és kalcium sók keveréke teljesen eltömi. (Butterfield, B., Meylan, B., Peszlen, I. 1997).

Az előzőekben ismertetett folyamat eredményeként megjelenő álgeszt változatos formájú. Felosztását a rönk bütüfelületén kialakult rajzolatai alapján adja a szakirodalom. Értékelve a szakirodalmi adatbázist, valamint saját tapasztalataimat lényegében elfogadhatónak tartom Sachsse álgesztekre vonatkozó felosztását [Sachsse, H. 1991], a fagygeszttel mint önálló kategóriával kiegészítve. További kategóriaként az abnormális álgesztet is megjelölöm. A fagygesztet és az abnormális álgesztet azért emeltem be önnálló kategóriaként, mert általában a vörös gesztű anyag egészséges, míg a fagygesztű anyag általában fertőzött, az abnormális álgesztű anyag pedig mindig fertőzött. Munkámban az egészséges álgesztű anyag továbbfeldolgozásának lehetőségét kívánom megalapozni, ezért célszerűnek látszik e két kategóriát [egészséges ; fertőzött] markánsan szétválasztani:

- | | | |
|-------|--|------------------------|
| - 1.) | Vörös geszt (szabályos, közel kör alakú álgeszt), | [általában egészséges] |
| - 2.) | Sebgeszt vagy szabálytalan álgeszt, | [általában egészséges] |
| - 3.) | Fagygeszt vagy szürkegeszt, | [általában fertőzött] |
| - 4.) | Csillagos álgeszt, | [mindig fertőzött] |
| - 5.) | Patalógikusan nedves
[német szakirodalmi elnevezés
szerint: abnormális] álgeszt. | [mindig fertőzött] |

1. Vörös geszt vagy szabályos álgeszt vöröses barna színű és a bütüfelületen megközelítőleg kör alakú. Természetesen nem követi az évgyűrű vonalát. A törzs középső részén található, hosszirányban enyhe orsó alakot formáz. Edényrendszere tílliszesegett és a gesztű anyagok berakódása miatt vöröses a színe. A vörös gesztet gyakorta sötét színű határoló sávok tagolják felhőszerűen. Ezt az altípust felhőalakú álgesztnek is nevezik.

A vörös geszt képződése hosszú ideig tartó folyamat, ami körülbelül 90 -140 éves korban indul meg. Itt a korrall összefüggő, fiziológiailag normális folyamatról van szó. [Rumpf et al.1994].

Az esetek döntő többségében anyaga nem gombafertőzött, egészséges, ezért elvileg műszaki célra felhasználható. Lásd 1.sz. fénykép. [következő oldalon]

1.sz. fénykép [Fotó: Apostol]



1.sz. kép. Vörös geszt vagy szabályos álgeszt

2. Sebgeszt vagy szabálytalan álgeszt típus nincs kapcsolatban a béllal. Leginkább az irodalomból többször említett „védőfá”-nak felel meg. A fának ez a reakciója a seb szűk környezetére korlátozódik. A sebgeszt a fa további növekedésével, idővel sem alakul át szabályos, vagy csillagos álgesztté. Anyaga egészséges. Lásd 2.sz. fénykép.

2.sz. fénykép [Fotó: Rumpf]



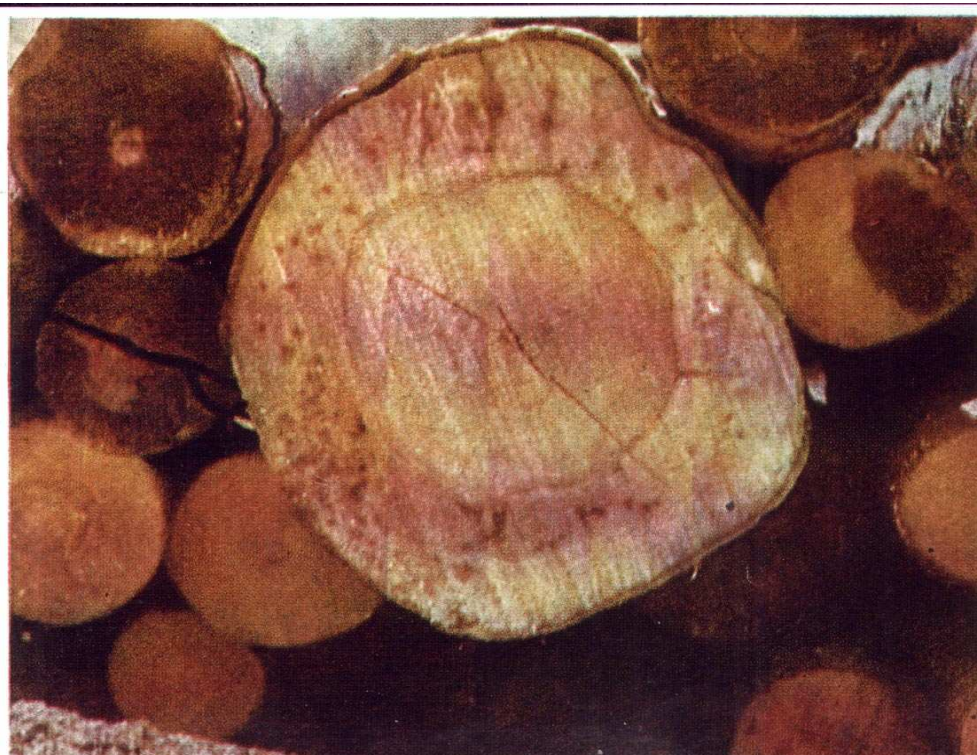
2.sz. kép. Sebgeszt vagy szabálytalan álgeszt

./.

3. Fagygeszt színe szürke ezért szürkegesztnek is nevezik. Egyes vélemények szerint a vörösgeszt egy különleges formája. A fagygeszt gyakran a normál vörös gesztre rakodik rá, és színre, alakra igen változékony [Bosshard, H.H. 1974]. Az igen gyorsan kifejlődő fagygesztben thillisek is találhatóak, a thillisedés azonban nem halad olyan mértékben előre, mint a vörös gesztben. [Rumpf et al.1994].

Megítélésem szerint azért gyakori a gombafertőzés a fagygeszt esetében, mert a thillisek nem töltik ki teljesen a sejtüregeket így megfelelő támadási kapu nyílik a fertőzés számára. A fagygesztes anyag általában alkalmatlan a továbbfeldolgozásra. Lásd 3.sz. fénykép.

3.sz. fénykép [Fotó: Nečesaný]



3.sz.kép. Fagygeszt

4. Csillagos álgeszt típus az előző három fajtától leginkább abban különbözik, hogy minden esetben jelen vannak a biotikus kártevők. Színe barnásszürke, formája szabálytalan, cikcakkos kiszögellésekkel. A csillagos álgeszt magassági kiterjedése általában kúpalakú, és a gyökfő tájékán szinte a teljes törzskeresztmetszetet uralja.

A csillagos álgeszt keletkezésének okait még nem tisztázták teljes egészében, mivel feltehetően az okok komplex együtteséről van szó, ami összességében extrém helyzetet jelent a fa számára. [Rumpf et al.1994] Anyaga alkalmatlan a továbbfeldolgozás számára. Lásd a 4.sz. fényképet.

4.sz. fénykép [Fotó: Apostol]



4.sz.kép. Csillagos álgeszt

5. Patalógikusan nedves [Abnormális] álgeszt alakja és színe hasonlít a gyakran előforduló csillagos álgeszthez, jellemző különbség mindenestre a kellemetlen szag és a határoló zóna fekete elszíneződése, ami az abnormális gesztnél röviddel a döntés után lép fel. Ezen, patalógikusan nedvesnek [abnormálisnak] nevezett álgeszt gyakran (de nem minden esetben) vörös gesztre rakódik. A patalógikusan nedves [abnormális] álgeszt képződése az érintett törzsön belül igen gyorsan látszik előrehaladni. A geszt sötét szélső zónájában igen fokozott nedvességtartalom, valamint a szövetek szélsőségesen nagymértékű thillisedése figyelhető meg. A fanyar vajsavas szag ugyancsak a sötét szélső zónából származik és baktériumokra vezethető vissza, amelyek ebben a sávban igen gyakran jelennek meg. [Rumpf et al.1994]. A kiváltó tényezők megítélésében nagy a szórás a kutatók között. Magam részéről a leírt szindrómák miatt a fő oknak a bükkfa általános fiziológiai legyengülését tekintem. Így ez a csoport is alkalmatlan a továbbfeldolgozásra.

Ezt az álgesztfajtát sajnos nem tudom fényképpel bemutatni, tekintettel arra, hogy az Egyetem és saját fényképtáram is híján van ezzel a fajtával.

Az alábbi fénykép különböző álgesztfajtákkal bíró átlagos rakat képét mutatja egy németországi [Göttingen melletti] fűrészüzemben. [5. sz. fénykép]

5. sz. fénykép [fotó: Apostol]



5.sz.kép. Átlagos bükk rakat egy németországi [Göttingen] melletti fűrészüzemben

Ahogy a fentiekből is kitűnik, az álgeszt változatos megjelenési formáinak ismerete a gyakorlati felhasználó szempontjából azért fontos, mert bizonyos megjelenési formák (pl:csillagos álgeszt) szinte száz százalékos biztonsággal gombafertőzöttek. A továbbfeldolgozás számára csak az egészséges, gombafertőzés mentes választékok jöhetnek számításba. Ezek fizikai, mechanikai tulajdonságai, valamint esztétikai jellemzői döntik el további lehetőségeiket a feldolgozás vertikumában.

2.3. Kutatások, kísérletek, megfigyelések az álgesztes bükk faanyagával, fűrészáruval és az ilyen faanyagból készített termékekkel kapcsolatban

Csupán a történeti hűség kedvéért meg kell említenem Tuzson János munkásságát, melyben az álgesztes faanyag tulajdonságait a fatelítés szempontjából vizsgálta [Tuzson, 1904.]. Értekezésem szempontjából ennek az anyagnak csak történeti jelentősége van.

Ezt követően az álgesztes bükk faanyagának tulajdonságaival foglalkozó irodalom meglehetősen szerény. Ez arra a körülményre vezethető vissza, hogy az álgesztes anyagból készült termékekre nem volt piaci igény.

Csak a szorosán vett közelmúltban jött létre a gazdaságilag is megalapozott feltételrendszer az ilyen termékek piacra juttatásához. Hazánkban e feltételrendszert az alábbi tényezők alakították ki:

- az erdészeti kutatások eredményeként megállapítható, hogy az álgesztesedés megakadályozására nincsenek meg a tudományosan is megalapozott eszközök,
- az álgesztes anyag mennyiségének csökkentése csak a vágásérettségi kor előrehozatalával oldható meg, ehhez azonban a jelenlegi társadalmi konszenzus a főbb érdekelték között [erdészet ; ipar ; környezetvédelem ; közvéleményt formálók ; közvélemény] még középtávon sem teremthető meg,
- a bükk rönköt feldolgozó üzemek gazdaságilag ellehetetlenülnek, mert a rendelkezésre álló rönkök álgeszt hányada [mely mint fűrészáru gyakorlatilag eladhatatlan] ellehetetleníti a fehér részek feldolgozhatóságát is,
- az ágazatra nehezedő társadalmi nyomás [„zöldek”] még közép távon sem engedi meg a megtermelt alapanyagokkal történő pazarlást.

A fentiek már az elmúlt tizenöt évben éreztették hatásukat. A legfontosabb hazai álgeszttel összefüggő erdészeti kutatások is érintették már magának a terméknek megjelenő fűrészárúnak tulajdonságait és felhasználhatóságát.

Elsőként kell megemlítenem Horváth Gyula munkáját, mely a VERGA Rt megbízásából készült. A munka elsősorban az álgesztesedés erdészeti vonatkozásaival foglalkozik, de gazdasági elemzésében már kitér az álgesztes anyag továbbfeldolgozásra kifejtett hatására [Horváth, Gy. 1996.].

További szemléletbeli fejlődést láthatunk Rumpf János munkájában. Külön fejezet foglalkozik az álgesztes rönkök fűrészüzemi feldolgozásával és a keletkező álgesztes fűrészáru lehetséges továbbfeldolgozásával [Rumpf et al.1994].

A Nyugat - Magyarországi Egyetemen többirányú kutatás folyik e témához kapcsolódóan:

Az Erdőmérnöki Karon az álgesztesedés erdészeti vonatkozásainak folyamatos kutatásafolyik. Legutóbbi jelentős munka a SEFAG Rt erdőállományában lefolytatott álgesztesedéssel kapcsolatos vizsgálat [Bíró B. 2004]. E munkában néhány eredeti gondolat található, különösen az álgesztes rönkök roncsolásmentes vizsgálataival összefüggésben. A leírt módszer idővel tökélesíthető és a műszaki fejlesztés nyomán bekövetkező várható áracsökkenés hozzáférhetővé teheti a mindennapok fűrészüzemi gyakorlata számára is. Jelentősége lehet az álgesztes rész térbeli meghatározásának az aktuális vágástérkép meghatározásában.

Az Erdőművelési Tanszéken és a Kémiai Intézetben folytatott részben közös munka eredményeként megállapítható, hogy az álgesztesedés során lejátszódó biokémiai folyamatok csak részben ismertek, ezekhez pontosan leírt szerkezetű molekuláris hordozókat és kémiai egyenletekkel szimbolizált vegyi folyamatokat csak ritkán sikerül társítani. [Albert et al., 1998b]. Ugyancsak Albert megállapítja, hogy az álgesztesedés a pH érték növekedésével jár [Albert et al.,1998a]. Koloszár különös jelentőségűnek ítéli azokat a kémiai paramétereket, amelyek a vörös/világos faanyag határon nagymértékű változást szenvednek. Így a pH értékének emelkedése ~ 6 pH -ra a színesedési folyamat egyik feltétele [Koloszár et al., 2000].

Figyelemre méltó kutatás folyik e témában Németországban is. Ezek közül felhasznál-

tam Von Gerald Koch munkáját, mely a bükk faanyagában történő elszíneződésekkel foglalkozik [Koch, G. et al. 2000].

A NyME Kémiai Intézetében napjainkban is sikeres vizsgálatok folynak a színes geszt kialakulására vonatkozóan [Hofmann T. et al., 2002; Albert L. et al., 2003; Hofmann T. et al., 2004]. Kimutatták, hogy a színhatáron a pH emelkedés jön létre, ami a lejátszódó enzimműveletek elengedhetetlen feltétele. Ebben a pH tartományban mindkét oxidációért felelős enzim (peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek) aktivitása nagy. A színhatáron a kioldható fenoltartalom csökken, és a fenolok minősége megváltozik. A színhatár előtt egy szűk szöveti sávban keletkeznek az álgeszt színes gesztelő anyagai a fenolok oxidatív polimerizációjával

A téma kémiai vonatkozásainak alapos ismerete nem lehet mellékes a helyes alkalmazás technológia kidolgozásának szempontjából, hisz az anyag kémiai jellemzői befolyásolhatják a ragasztást, a felületkezelést, illetve meghatározzák az alkalmazható anyagok kémiai sajátosságait [pl: pH összeférhetőség].

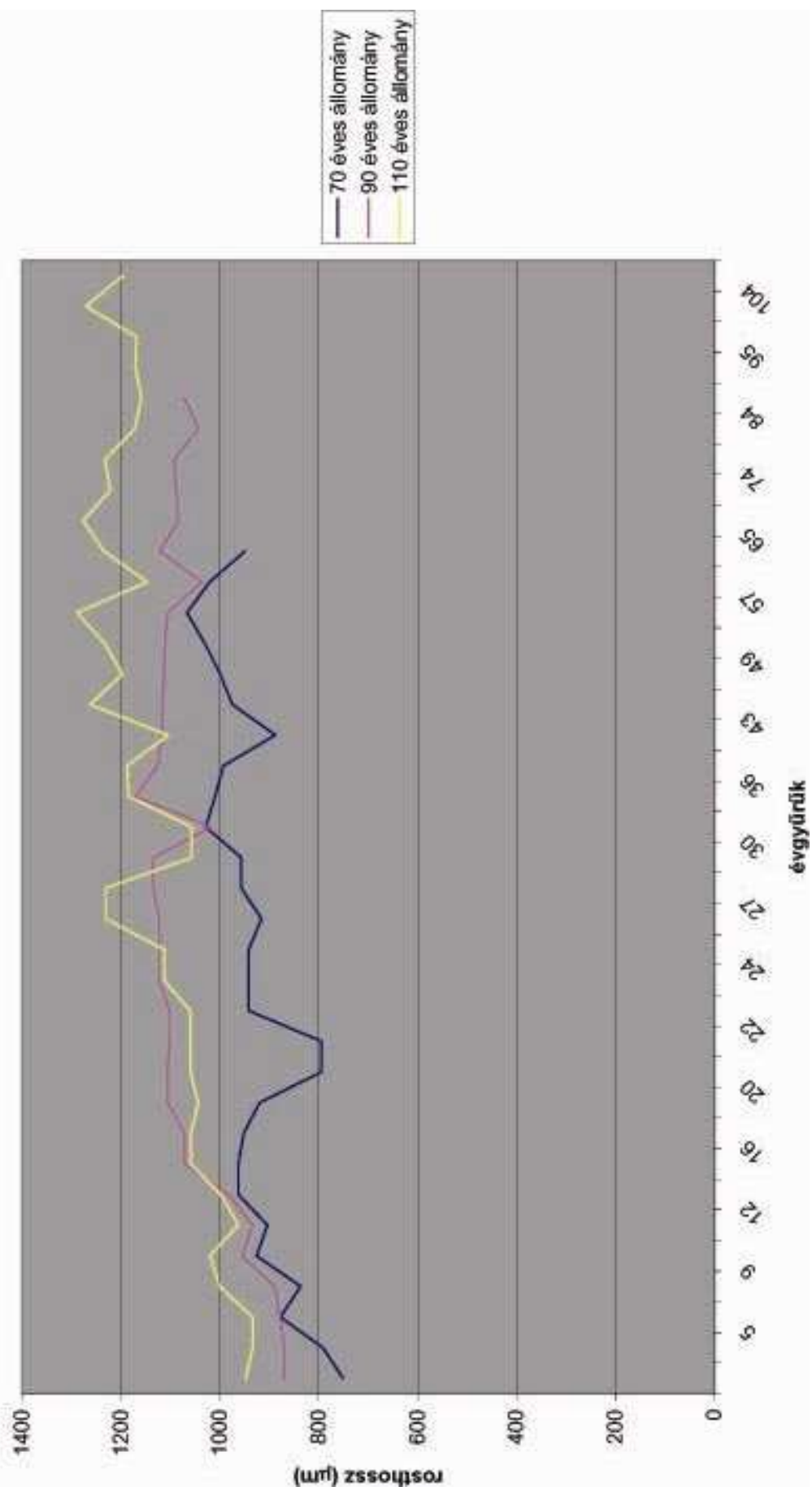
Átfogó, kifejezetten a technológiai felhasználás szempontjaira koncentráló -az álgeszt faanyag tulajdonságaival foglalkozó- munka elsőként az OM finanszírozásában [ALK 00034/2000] a Nyugat-Magyarországi Egyetem Faanyagtudományi Intézetében folyt. E kutatásban és a kutatás eredményeinek publikálásában – a doktori munkámmal párhuzamosan – magam is részt vettem. [Molnár et al., 2001].

A Faanyagtudományi Intézetben Vargáné Földi Hajnalka vezetésével folyik kutatás, melynek célja a termőhely, a rosthosszúság, és a különböző faanyag tulajdonságok közötti összefüggés meghatározása. Érdekes tendenciát mutat a juvenilis fa részben a rosthosszúság alakulása. A különböző korcsoportokból [70; 90; 110 év] származó mintákon végzett mérési eredmények azt mutatják, hogy a végleges rosthossz a 20 – 25. évgyűrű körül alakul ki. A leírt főszabálytól eltérések, kivételek helyi vagy szokatlan klimatikus hatások következtében lehetségesek, de az a tény, hogy a juvenilis fa mintegy húsz - huszonöt évgyűrűből áll nagy jelentőségű a fafeldolgozás szempontjából. Ez ugyanis azt jelenti, hogy a jól megmunkálható egységes jellemzőkkel bíró fatest viszonylag korán kialakul, ezért a rönk nagyrészből egységes anyagjellemzőkkel bíró termék gyártható. Jelenti azonban azt is, hogy a bélkörüli részt a feldolgozás technológiában teljesen külön kell kezelni, mint csak alantasabb célra felhasználható faterméket.

Fenti megállapításaimat (Vargáné Földi Hajnalka másutt még nem publikált adatainak felhasználásával készített) 1. sz. diagramon szemléltetem [lásd a következő oldalon].

A fentiekkel érdekes összefüggést mutat a sűrűség és a folyadékáteresztő képesség változása az évgyűrű sugara mentén. A sűrűség a beltől kifelé csökken, ezzel összhangban a folyadékáteresztő képesség nő [Vargáné, Földi H. 2000].

70, 90 és 110 éves bükk állományok átlagos rosthosszúsága



A tudományos előzmények irodalmának feldolgozása nyomán megállapítható, hogy a korábbi kutatások, melyek az álgeszttel és így a bükkfa álgesztjével is foglalkoztak, elsősorban a kérdés biológiai, erdészeti vonatkozásaira összpontosítottak. Tették ezt abban a reményben, hogy az álgesztesedés egyértelmű okának (okainak) meghatározásával már az erdészeti művelés szintjén a lehetséges beavatkozásokkal kedvező eredmény érjenek el. Sajnálatosan a kutatási eredmények nyomán született megállapítások nem tartalmazzak egyértelmű álgesztesedést megelőző, vagy kiküszöbölő eljárást.

Összefoglalva megállapítható, hogy az álgesztes bükkfa anyagának felhasználhatóságát tudományosan megalapozó és a gyakorlat számára is alkalmazható következtetéseket is tartalmazó művet korábban nem publikáltak.

Az alábbi fénykép – mely egy németországi [Göttingen melletti] fűrészüzemben készült - jól mutatja a jellegzetes álgesztes, bél mentén végighasadt – fűrészáru képét.

6. sz. fénykép [Fotó: Apostol]



6.sz.kép. Jellegzetes, álgesztes -bél mentén végighasadt- fűrészáruk

3. Vizsgálati anyagok és módszerek

3.1. Vizsgálati anyagok

Valamennyi vizsgált anyag a ZALAERDDŐ Rt területéről származik. A vizsgálatokat a ZALAERDDŐ Rt -hez tartozó Kerka Menti Fűrészüzem rönkteréről származó alapanyagokon végeztem. Így az eredmények egy átlagos hazai fűrészüzem által feldolgozandó készlet tulajdonságait reprezentálják.

3.1.1. A származási hely általános bemutatása

A ZALAERDDŐ Rt erdőterületéből mintegy 10.800 hektár a bükkös, melyen közel ötmillió köbméter e fafaj élőfa készlete. Hazánkban a göcseji bükkösök jelentik e fafaj földrajzi optimumát. Az országban egyedül itt haladja meg a bükkösök átlagos hektáronkénti fatérfogata a véghasználati korban a 700 m^3 -t

A terület felszínének kialakulása a harmadkorban kezdődött. Helyén a Pannon tenger vize hullámzott valamikor, melynek több száz méter vastag agyagból és homokból álló üledéke alkotja a mai talajt. Felszínét észak – déli irányú dombvonulatok határozzák meg. A változó magasságú és lejtésű löszdombokon a nagymértékű erózió következtében szakadékszerű vízmosások és szűk völgyek alakultak ki. A terület tengerszint feletti magassága 140 – 330 m között mozog.

Éghajlatát sub-alpin és sub-mediterrán behatások alakítják. A viszonylag jelentős mennyiségű csapadék [$\sim 800 \text{ mm}$] és a kedvező hőmérséklet következtében a klíma humid jellegű. A levegő páratartalma magas. A kései és korai fagyok a mélyebben fekvő völgyekben okoznak károkat. Az uralkodó szélirány az északi és a délnyugati.

A talaj zömmel a barna erdőtalajhoz tartozik. A barna erdőtalajok közül a leggyakoribb az agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Ez az erdők számára kedvező, termékeny típus. A termőréteg vastagsága meghaladja az egy métert.

E kiváló területről a kitermelt bükk nettó fatömeg választék-összetétele nagyjából állandó:

- késelési rönk	3 %,
- hámozási rönk	24 %,
- fűrészrönk	22 %,
- sarangolt ipari fa	33 %,
- tűzifa	15 %,
- ágfa	3 %.

3.2. Vizsgálati módszer

A vizsgálati anyagot fűrészáru (deszka, palló) formájában szereztem be.

Az egyes vizsgálatokhoz szükséges próbatestek kialakítását úgy végeztem el, hogy ugyanazon deszkából készült az álgesztes és a fehér bükk mintaanyag is, vizsgálatonként 50-50 db. Így a sorozatok elemszáma elegendő nagyságú ahhoz, hogy a kapott eredm-

nyek megbízható adatsort szolgáltatassanak a faanyag jellemző értékeiről.

A próbatestek kialakítása és a vizsgálatok lefolytatása mindig az adott vizsgálatra vonatkozó MSZ - EN szabványoknak megfelelően történt, kivéve , ahol vonatkozó szabvány nem létezik.

Az alábbi vizsgálatokat folytattam le:

- I. Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálata:
 - sűrűség vizsgálata,
 - zsugorodás – dagadás vizsgálata,
 - nyomószilárdság,
 - nyírószilárdság vizsgálata,
 - hajlítószilárdság vizsgálata,
 - hajlító rugalmassági modulusz vizsgálata,
 - ütő – hajlító szilárdság vizsgálata,
 - keménység vizsgálata.

- II. Alkalmazás technológiai vizsgálatok:
 - kopásállóság vizsgálata,
 - mesterséges öregítési vizsgálatok,
 - farontó gombákkal szembeni ellenálló képesség vizsgálata,
 - szárítási vizsgálatok,
 - gőzölési vizsgálatok,
 - ragasztási vizsgálatok,
 - felületkezelési vizsgálatok.

3.2.1. Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálata

A vizsgálatokat MSZ EN szabványoknak megfelelően végeztem, úgy hogy minden egyes vizsgálandó tulajdonság meghatározásához 50 db-os mintasorozatot alakítottam ki. A klimatizálás szabványos vizsgálatoknak megfelelő, nemzetközileg elfogadott 20° C hőmérsékletű és 65% relatív helyiségben terveztem, hogy az egyen súlyi fanedvesség 12 % legyen.

Sajnálatos tényként azonban meg kellett állapítanom, hogy a Faanyagtudományi Intézet jelenlegi klimatizált helyisége műszakilag nem teljesíti a fenti követelményeket. Így az intézet vezetőjével egyeztetve korrekciós számításokat végeztem 12% nedvességtartalomra. E korábban általánosan alkalmazott módszer az eredményeket érdemben nem befolyásolja.

A hajlítószilárdsági és hajlító rugalmassági modulusz vizsgálatokat kiterjesztettem termékszerkezet méretű anyagok vizsgálatára is annak tisztázására, hogy a gyakorlat során legyártott termékek hogyan viselkednek hajlító igénybevétel során.

Annak eldöntése érdekében, hogy a fehér ill. álgesztes bükk vizsgálata során kapott eredmények eltérései lényegesek-e, szignifikancia vizsgálatot alkalmaztam, a faiparban szokásos 95 %-os megbízhatósági szinten.

3.2.1.1. Sűrűség

A fizikai tulajdonságok közül a sűrűségnek kiemelkedő jelentősége van, mivel szoros kapcsolatban van a legtöbb fizikai, mechanikai és szilárdsági tulajdonsággal. Ezért a sűrűség univerzális anyagjellemzőnek is tekinthető. Az MSZ 67863 : 1988 szerint hajtottam végre a vizsgálatokat. A próbatestek mérete 20x20x30 mm (RxTxL).

A mérések során 50 db fehér és 50 db álgesztes próbatestet használtam fel. Az alkalmazott összefüggés:

$$\rho_u = \frac{m_u}{V_u}, \text{ [g/cm}^3\text{]}, \text{ ahol}$$

m_u – a próbatest tömege [g]
 V_u – a próbatest térfogata [cm³]

A fenti összefüggéssel számítható a nedves sűrűség (ρ_u), [ahol m_u nedves tömeg, u nedvességtartalom mellett (g), V_u nedves térfogat u nedvesség- tartalom mellett (cm³)] és az abszolút száraz ($u = 0\%$) sűrűség ρ_o is.

$$\rho_o = \frac{m_o}{V_o}, \text{ [g/cm}^3\text{]}, \text{ ahol}$$

ahol: m_o - abszolút száraz tömeg (g),
 V_o - abszolút száraz térfogat (cm³)

Légszáraz ($u=12\%$) sűrűség ρ_{12} :

A légszáraz (normál) sűrűség nemzetközileg szabványosított -ISO 3131/1975- sűrűségérték, normál klíma [20°C és 65% relatív páratartalom] mellett. Vizsgálataimnál ettől eltérések lehetnek, így a légszáraz sűrűség értékét közelítő pontosságú korrekciós számítással határozom meg:

$$\rho_{12} = \rho_u - \Delta\rho(u - 12), \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

ahol: u - nettó nedvességtartalom (max. 25%) [%]
 ρ_u - az adott (u) nedvességtartalomhoz tartozó sűrűségi érték [g/cm³]
 $\Delta\rho$ - 1% nettó nedvességtartalom változásra jutó sűrűségváltozás

$$\Delta\rho = \frac{\rho_u - \rho_o}{u}$$

. / .

3.2.1.2. Zsugorodás – dagadás

A fák összeaszásának és dagadásának megállapítására szolgáló anyagvizsgálati szabvány szerint (MSZ 6786-18: 1989) a rosttelítettségi állapotú és az abszolút száraz fa méretei közötti különbséget kell megállapítani, azaz mindig az abszolút száraz állapotig terjedő maximális összeaszás meghatározása a cél. A zsugorodás - dagadás meghatározásához derékszögű hasáb alakú próbatesteket alkalmaztam, melynek méretei 20 x 20 x 30 mm. A vizsgálat a geometriai méretek digitális tolómérővel való 0,01 mm pontosságig történő meghatározásával kezdődik. Utána a próbatestek tömegét kell meghatározni. Ezután kémleletes szárítással elektromos fűtésű szárítószekrényben tömegállandóságig kell szárítani azokat $103 \pm 2^\circ\text{C}$ -on. A próbatestek a tömegállandóságot akkor érik el, ha az egymás után egyórás időközökben végzett mérések értékei között 0,3 %-nál nagyobb eltérés nem adódik. Az így kapott abszolút száraz hasábnak újból meg kell határozni méreteit és tömegét majd a próbatest áztató edénybe kerül. Az áztatás befejezésekor az eddigiekhez hasonlóan szintén meghatározandók a geometriai méretek és a tömeg. A mérési folyamat során a nyert adatok segítségével számoltam a zsugorodás és dagadás mértékét.

A zsugorodás – dagadás vizsgálata során mindig vonalas [húr-, sugár- és rostirányú] méretek változását lehet csak megállapítani, ezekből az adatokból számítható a térfogati zsugorodás és dagadás mértéke. Az összeaszás százalékos nagyságát a méretkülönbségnek a nedves állapotú mérethez viszonyított százalékában kell kifejezni.

A mérések során 50 db fehér és 50 db álgesztes próbatestet használtam fel. Az alkalmazott összefüggések:

Vonalas zsugorodás – dagadás nagysága:

$$z_{h,s,r} = \frac{l_{max} - l_{min}}{l_{max}} * 100, [\%],$$

$$d_{h,s,r} = \frac{l_{max} - l_{min}}{l_{min}} * 100, [\%], \text{ ahol}$$

- $z_{(h,s,r)}$ – az összeaszás százalékos értéke (húr-, sugár-, rostirányban) [%]
 $d_{(h,s,r)}$ – a dagadás százalékos értéke (húr-, sugár-, rostirányban) [%]
 $l_{(max)}$ – a rosttelítettségi állapotnak megfelelő húr-, sugár- és rostirányú méret [mm]
 $l_{(min)}$ – az abszolút száraz állapotban mért húr-, sugár- és rostirányú méret [mm]

Térfogati zsugorodás – dagadás nagysága:

$$Z_{(h,r,s)} = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max}} * 100, [\%]$$

$$V_{max} - V_{min}$$

$$D_{(h,r,s)} = \frac{\text{-----}}{V_{\min}} * 100, [\%]$$

ahol	$D_{\text{térf.}}$	- a térfogati dagadás százalékos mértéke [%]
	$Z_{\text{térf}}$	- a térfogati összeaszás százalékos mértéke [%]
	V_{\max}	- a rosttelítettségi állapotnak megfelelő térfogat [mm ³]
	V_{\min}	- az abszolút száraz térfogat [mm ³]

A megfelelő mértékek behelyettesítésével kapom meg a húr-, sugár-, és rostirányú vonalas zsugorodási és dagadási százalékokat, valamint a térfogati paramétereket.

3.2.1.3. Nyomószilárdság

Nyomószilárdságon a fának a rostok irányába vagy a rostokra merőleges irányban történő nyomóterheléssel szemben kifejtett ellenállását értjük. Meghatározása egyértelmű, mivel más járulékos feszültség nem lép fel.

A méréseket a vizsgálatra vonatkozó hazai szabványok az MSZ 6786-4: 1976 és az MSZ 6786-8: 1977 előírásait követve hajtottam végre.

Alkalmazott összefüggés:

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{A}; \text{ [MPa], ahol:}$$

σ	- a nyomószilárdság [MPa]
F_{\max}	- a legnagyobb terhelőerő [N]
A	- a próbatest keresztmetszet területe [mm ²]

A nyomószilárdság átszámítása légszáraz értékre (12%):

$$\sigma_{12} = \sigma [1 + \alpha(u - 12)]; \text{ [MPa]}$$

ahol:	σ_{12}	- légszáraz állapotra vonatkoztatott nyomószilárdság [MPa]
	σ	- a próbatesten mért nyomószilárdság, (u) nettó nedvességtartalom mellett [MPa]
	α	- korrekciós tényező, 0,04
	u	- a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

3.2.1.4. Nyírószilárdság

A fa ellenállása nyíróerőkkel szemben aránylag kicsi. Tiszta nyírás a faszerkezeteknél igen ritkán fordul elő, a nyírófeszültségek általában más feszültségekkel együtt jönnek létre. A tiszta nyírás laboratóriumi vizsgálatokor is vannak zavaró – az eredményeket is befolyásoló – tényezők, különösen az asszimmetrikus, egyszeres felületen nyírt, T alakú

próbatest esetén. A szabványos vizsgálatokra vonatkozó előírásokat az MSZ ISO 8905: 1991 tartalmazza.

Alkalmazott összefüggés.:

$$\tau = \frac{F}{A}; \text{ [MPa], ahol:}$$

- τ - a nyírószilárdság [MPa]
 F - a nyíróerő legnagyobb értéke [N]
 A - a nyírásra igénybevett sík területe [mm²]

A nyírószilárdság átszámítása légszáraz értékre (12 %):

$$\tau_{12} = \tau [1 + \alpha(u - 12)]; \text{ [Mpa], ahol:}$$

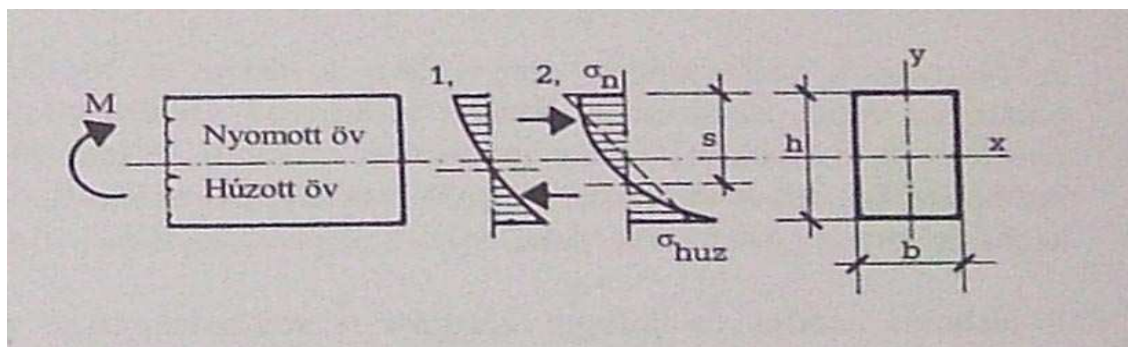
- τ_{12} - légszáraz állapotra vonatkoztatott nyírószilárdság [MPa]
 τ - a próbatesten mért nyírószilárdság, (u) nettó nedvességtartalom mellett [MPa]
 α - korrekciós tényező, 0,03
 u - a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

A nyírószilárdságra kedvezőtlenül hatnak a repedések [szíjácsrepedések, geszt el válások), mert a hasznos nyírt felületet csökkentik. Ezért különös figyelmet kellett fordítani arra, hogy a nyírásra igénybevett elemek repedésmentes anyagból készüljenek.

3.2.1.5. Hajlítószilárdság

A mechanikai tulajdonságok jellemzői közül leglényegesebb a hajlítószilárdság, mivel meghatározása egyszerű és a hajlító igénybevétel igen sokszor előfordul a gyakorlatban. A hajlítófeszültségek húzó- és nyomófeszültségekből tevődnek össze, ezért a természetes faanyagok hajlítófeszültségét a húzó- [$\sigma_{\text{húz}}$] és nyomófeszültségek [σ_{n}] tulajdonságai, valamint egymáshoz való viszonyuk alapvetően meghatározza [1. sz. ábra].

[1.sz.ábra.] Feszültségi viszonyok hajlító igénybevételnél*



* forrás: Dr. Molnár Sándor Faipari Kézikönyv I.

y ; x	- koordináta tengelyek		
h	- magasság	$\sigma_{(húz)}$	- húzófeszültség
b	- szélesség	$\sigma_{(n)}$	- nyomófeszültség
s	- semleges tengely távolsága a szélső száltól mérve		

1. állapot a terhelés kezdeti szakaszán ; 2. állapot a törés előtt

A húzószilárdság nagy, általában mintegy kétszerese a nyomószilárdságnak. A húzó- és nyomófeszültségek különbözősége, valamint a nagyobb plasztikus alakváltozások hatására a semleges tengely nem megy át a keresztmetszet súlypontjára, hanem eltolódik a húzófeszültségek irányába, melynek a szélső száltól lévő távolsága [s] számítható. A hajlítószilárdság meghatározására a Navier – féle képlet használatos, azonban meg kell jegyezni, hogy a képlet csak abban az esetben adna helyes eredményt, ha a semleges tengely pontosan egybeesne a vizsgált próbatest szimmetriatengelyével. Ez a fánál –mivel inhomogén – sohasem áll fenn, így a Navier – féle képletet csak megközelítő pontossággal lehet használni. A hajlítószilárdság meghatározását az MSZ 12865: 1980 számú szabvány irányelveit figyelembe véve végeztem.

A vizsgálatok során a legegyszerűbb terhelési sémát alkalmaztam. Két végén alátámasztott és a terhelőerő a próbatest közepén hat. Az erőátadás így csak egy helyen, koncentráltan történik.

Alkalmazott összefüggések:

$$\sigma_h = \frac{M_{max}}{K} ; \text{ [MPa]} \quad K = \frac{a \cdot b^2}{6} ; \text{ [mm}^3\text{]}, \text{ ahol:}$$

M_{max}	- maximális hajlító nyomaték [Nm]
K	- keresztmetszeti tényező négyzetű keresztmetszetű tartónál [mm ³]
a	- a tartó szélessége [mm]
b	- a tartó magassága [mm]

Hajlítószilárdság számítása egy pontos terhelésnél a Navier-féle egyenlet alapján:

$$\sigma_h = \frac{3 \cdot F_{max} \cdot l}{2 \cdot a \cdot b^2} ; \text{ [MPa]}, \text{ ahol:}$$

σ_h	- a hajlítószilárdság [MPa]
F_{max}	- maximális törő erő [N]
l	- alátámasztási köz [mm]

A hajlítószilárdság átszámítása légszáraz értékre (12%)

$\sigma_{h12} = \sigma_h [1 + \alpha(u - 12)]$; [MPa], ahol:

- σ_{h12} - légszáraz állapotra vonatkoztatott hajlítószilárdság [MPa]
 σ_h - a próbatesten mért hajlítószilárdság, (u) nettó nedvességtartalom mellett [MPa]
 α - korrekciós tényező 0,04
 u - a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

3.2.1.6. Hajlító rugalmassági modulusz

A hajlító rugalmassági modulusz meghatározását az MSZ 6786-15:1984 szabvány alapján kell elvégezni, amikor a rugalmassági modulusz nagyságát a vizsgálatoknál egyöntetűen a lineáris tartományon belül a terhelendők különbsége és a hozzájuk tartozó valószínű behajlások különbsége alapján határozzuk meg. Az arányossági határon belül ugyanis a behajlás arányosan növekszik a terhelőerővel.

Az alkalmazott összefüggés a következő:

$$E = \frac{F \cdot l}{a \cdot b \cdot y} \left[\frac{l^2}{4 \cdot b^2} + 5.1 \right]; \text{ [MPa], ahol:}$$

- F - a lineáris tartományon belül, a terhelőerő [N]
 l - az alátámasztási köz [mm]
 y - az F terheléshez tartozó tényleges behajlás [mm]
 a - a próbatest szélessége [mm]
 b - a próbatest magassága [mm]

A rugalmassági modulusz átszámítása légszáraz értékre (12%)

$E_{12} = E [1 + \alpha(u - 12)]$; [MPa], ahol:

- E_{12} - légszáraz állapotra vonatkoztatott rugalmassági modulusz [MPa]
 E - a próbatesten mért rugalmassági modulusz, (u) nettó nedvességtartalom mellett
 α - korrekciós tényező, 0,02
 u - a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

3.2.1.7. Ütő – hajlítószilárdság

Az ütő – hajlítószilárdságon az ütésként ható dinamikus hajlító erő következtében fellépő törőmunkát értjük. A dinamikus hajlító erő következtében fellépő törés formái jellegzetesek az egyes fafaj csoportokra. Egyes fák csekély energia felvétel mellett, kis alakváltozással, a rostokra keresztben síma, esetleg lépcsőzetes, vagy kagylós törést mutatnak. Az ilyen törési kép egyértelműen a fa ridegségére utal. Az úgynevezett szívós fák már jóval több energiát igényelnek, nagy alakváltozással és szálkásan törnek.

A vizsgálatot az MSZ 6786-7: 1977 előírásai szerint hajtottam végre. A próbatesteket a Charpy – féle ütőműn vizsgáltam. Ezen az ütőműn a lengőkalapács 100 J-os. A kalapács teljes törőmunkája a felemelt helyzetben számítható helyzeti, majd esés közben fokozatosan átalakuló mozgási energiájával azonos. A próbatesttel érintkezve a töréshez fel nem használt energia a kalapácsot túllendíti, ezt az energiát tudjuk a skáláról regisztrálni, illetve segítségével számítható a töréshez felhasznált energia.

Értékelésre a fajlagos ütőmunkát használom fel, melyet a következő összefüggés határoz meg:

$$w = \frac{W}{A} \quad \text{[J/mm}^2\text{], ahol:}$$

- w - az ütő-hajlító szilárdság [J/mm²]
 W - a töréshez felhasznált ütőmunka [J]
 A - a próbatest keresztmetszete [mm²]

Az ütő – hajlítószilárdság átszámítása légszáraz értékre (12%)

$$w_{12} = w [1 + \alpha(u - 12)]; \quad \text{[J/mm}^2\text{], ahol:}$$

- w_{12} - légszáraz állapotra vonatkoztatott ütő-hajlító szilárdság [J/mm²]
 w - a próbatesten mért ütő – hajlító szilárdság, (u) nettó nedvességtartalom mellett [MPa]
 α - korrekciós tényező, 0,025
 u - a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

3.2.1.8. Keménység

Keménységen azt az ellenállást értjük, amelyet egy test egy idegen test behatolásával szemben kifejt. A vizsgálat során az MSZ 6786-11:1982 sz. szabvány előírásai szerint jártam el. A faanyag keménység – meghatározásának egyik legelterjedtebb módszerét a Brinell–Mörath féle keménységvizsgálati eljárást használtam. Tíz milliméter átmérőjű acélgolyót 500 N terheléssel alkalmaztam. A keménység számszerű értékét a benyomódáskor keletkező gömbsüveg méreteiből és a terhelő erő viszonyából határozhatjuk meg. Minden próbatesten megállapítottam a bütü- és az oldalkeménységeket [húr, sugár] is.

Alkalmazott összefüggés:

$$H_{BM} = \frac{F}{D \pi h} \quad \text{[MPa], ahol:}$$

./.

H_{BM}	- a próbatesten mért keménység
F	- terhelő erő = 500 N
D	- golyó átmérője = 10 mm
h	- benyomódás mélysége [mm]

A keménység átszámítása légszáraz állapotra

$$H_{BM12} = H_{BMu} * [1 + \alpha(u - 12)] \text{ [MPa]}, \text{ ahol:}$$

H_{BM12}	- légszáraz állapotra vonatkoztatott keménység [MPa]
H_{BMu}	- a próbatesten mért keménység, (u) nettó nedvességtartalom mellett [MPa]
α	- korrekciós tényező (bütükeménység esetén 0,04 ; oldalkeménység esetén 0,025)
u	- a próbatest nettó nedvességtartalma [%]

3.2.2. Alkalmazás technológiai vizsgálatok

Tudományos munkám célja, hogy kutatásokkal megalapozott támogatást adjon a gyakorlatban dolgozó szakemberek számára az álgesztes bükk faanyagának bátrabb alkalmazásához a faipar szerteágazó területein. E célt alátámasztandó olyan vizsgálatokat is folytattam, melyek az üzemi szintű műszaki kutatás fejlesztés területén mozognak. Az általam lefolytatott alkalmazás technológiai vizsgálatok szervesen ráépülnek a fizikai – - mechanikai vizsgálatok eredményeire, sok tekintetben ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei közösen értékelendők.

3.2.2.1. Kopásállóság

A vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy az álgesztes anyag kopásállósága különbözik-e a nem álgesztes anyagétól. A kutatás kiterjedt a gőzölésnek a kopásállóságra gyakorolt hatásának vizsgálatára is.

A kopásállóság vizsgálatát Taber-féle koptatógéppel végeztem. A próbatestek mérete: 100x100x15mm (LxRxT). A próbatestek számát lásd a 3.sz. táblázatban.

Minden egyes próbatesten 4 mérési pontot jelöltem ki, így minden sorozatban 64 mérési pont adódott. A vizsgálatokat 1000 g-os terhelés mellett 400 fordulatig végeztem. A mérési eljárást a 4. sz. táblázat szerint értékeltem. A kopási értékek átlagainak különbségét 95%-os megbízhatósági szint mellett adtam meg.

[3.sz. táblázat.] A kopásállósági vizsgálatához felhasznált próbatestek száma és anyaga

	Álgesztes [db]	Nem álgesztes [db]
Natúr	16	16
Gőzölt	16	16

[4.sz. táblázat.] A Tabler – féle koptató eljárás értékelése *

MINŐSÍTÉS	Vastagságcsökkenés mm/ford		Tömegvesztés g/100 ford	
	BÜTŰ	OLDAL (húr, sugár)	BÜTŰ	OLDAL (húr, sugár)
Nagyon kopásálló	< 0,02	< 0,03	< 0,06	< 0,08
Kopásálló	0,021 – 0,04	0,031 – 0,06	0,061 – 0,12	0,081 – 0,16
Közepesen kopásálló	0,041 – 0,06	0,061 – 0,09	0,121 – 0,18	0,161 – 0,22
Gyengén kopásálló	> 0,061	> 0,091	> 0,181	> 0,221

* Forrás: Dr Molnár Sándor Faanyagismeret

3.2.2.2. Mesterséges öregítés

A kutatás célja, hogy az álgesztes bükk faanyagát a lehető legszélesebb felhasználási körbe ajánlhassam. Az egyik lehetséges felhasználási terület a szabadtéri felhasználhatóság. Ezért fontos minden adat a faanyag klímaállóságáról.

A vizsgálat metodikáját a Faanyagtudományi Intézet dolgozta ki és jó eredménnyel alkalmazta az objektív színmerést elemző módszert korábban az akác faanyag színbeli inhomogenitásának jellemzésére.

A klímaállósági vizsgálatok a Fizika Intézet szekrényeiben történtek. Gyalult felületű fehér és színes gesztű próbatesteket tettem ki 24 órás ciklusú kezelésnek, mely 8 órás esőztetésből és 16 órás UV fény besugárzás + szárításból állt. Az ultraibolya fényt 3 darab 400 W-os higanygőz lámpa szolgáltatta. A kezelő kamra hőmérsékletét 70 °C-ra állítottam be. Az esőztetés szobahőmérsékleten történt. A vizsgálatokat húsz ciklus után lezártam.

A színes gesztű minták a fatest bél közeli részéből kerültek kivágásra, így juvenilis fát is tartalmaztak. A világos minták nem tartalmaztak juvenilis fát, homogén évgyűrű szerkezetűek voltak. A kezelés megkezdése előtt a próbatestek végéből egy darabot levágva kontroll mintaként sötét helyen megőriztem. Vizuális megfigyelés a kezelés során folyamatosan történt. Objektív színmerést a kezeléseket befejezése után végeztem el egy MINOLTA 2002 típusú színmérő készülékkel. A mérési adatokat a CIELAB színínger mérő rendszerben adom meg.

Ebben a rendszerben az egyes színpontok egy háromdimenziós koordináta rendszerben adhatók meg, ahol az L* koordináta a világosságot, faanyag esetében az a* a vörös tartalmat, a b* a sárga tartalmat adja meg. Mivel a sík papírlapon a térbeli koordináta

rendszer nem lehet jól ábrázolni, ezért a színezet változását az a*-b* síkon, míg a világosság változását egy függőleges egyenesen külön ábrázoltam. Valamennyi mintán húsz ponton végeztem mérést. A mérési pontokat úgy választottam ki, hogy jól reprezentálják a minta felületén lévő színbeli eltéréseket és ezek arányait. A minták felületének színbeli inhomogenitása számszerűsítésére a pontok világosságának szórását használtam fel.

3.2.2.3. Egyes farontó gombákkal szembeni ellenálló képesség

A faanyagok tartósságának egyik meghatározó eleme a gombafertőzésekkel szembeni ellenállásuk. Különösen érdekes ez a tulajdonság az álgesztes faanyag esetében. A vizsgálat célja a fehér- és az álgesztesbükk faanyag néhány kiválasztott farontó gombával szembeni ellenálló képességének a meghatározása. További célkitűzés megállapítani, hogy maga az álgesztesedés ténye befolyásolja-e a faanyagok ezt a sajátosságát.

A vizsgálatokat az MSZ 6771/5 és a 6771/7 előírásai szerint az MSZ EN 113 figyelembevételével végeztem el. A faanyag természetes ellenálló képességét a próbatetek szárazanyag tömegvesztése alapján lehet megítélni. A vizsgált kétféle faanyag ellenálló képessége közötti különbség ugyanezen az alapon állapítható meg. Az alkalmazott gombafajok törzsei:

Coniophora puteana BAM 15 II. Ebw. - pincegomba,
Coriolus versicolor CTB 863 A – lepketapló,
Gloeophyllum trabeum BAM 109 - változékony lemezestapló.

Az EN 113 szerint előírt gombatörzsek Hamburgból származnak és az Erdő- és Faanyagvédelmi Intézet törzsgyűjteményében vannak tárolva. A vizsgálatokat a Kolle- lombikokban maláta-agar táptalajon elszaporított gombatenyészeteken végeztem, gombafajonként 10-10 db, álgesztes és nem álgesztes faanyagból készített próbatest felhasználásával, tehát a minták száma összesen 60 db volt.

A próbatetek a Kolle-lombikokban úgy lettek elhelyezve, hogy mindig 1 db álgesztes és 1 db fehér gesztű faanyagból készített próbatest került egymás mellé. Így a kétféle faanyagon a korhasztás feltételei teljesen azonosak voltak. Mindezek alapján a kapott eredmények egymással is összehasonlíthatók. A korhasztás időtartama a vonatkozó szabványban előírt 16 hét volt.

3.2.2.4. Szárítás

3.2.2.4.1. Laboratóriumi szorpciós vizsgálatok.

A vizsgálatok célja annak megállapítása, hogy azonos szárítási menetrenddel szárítható-e a fehér és az álgesztes bükk. A szárítás folyamatát, ill. a szárított faanyag minőségét a faanyag párafelvételének sebessége és a belső feszültségek alakulása határozza meg.

Az elvégzett zsugorodási-dagadási vizsgálatokból [6.sz. táblázat] megállapítható, hogy a fehér bükk 2,031-es, az álgesztes bükk faanyag 2,034-es anizotrópiával rendelkezik (tangenciális/radiális zsugorodási %).

A mechanikai jellemzőket tanulmányozva [13.sz. táblázat] megállapíthatjuk, hogy a száradási repedések kialakulásánál szerepet játszó szilárdsági, rugalmassági értékek nem különböznek számottevően a fehér, ill. a gőzölt büknél (nyíró szil. +12,87%, rug.modulusz -4,18%). A bemutatott eredmények alapján az álgesztes büknél nem várhatók a fehér bükkét meghaladó szárítási feszültségek, ill. deformációk. A bemutatott mesterséges öregítési vizsgálatok (nedvesítés-szárítás) eredményei is azt igazolják [4.2.2.fejezet], hogy a faanyag repedékenységet nem lehetett összefüggésbe hozni az álgeszttel (a különbségeket ott a juvenilis fa jelenléte okozta).

A továbbiakban tehát elegendő annak tisztázása, hogy a nedvességfelvétel sebességében van-e különbség a kétféle faanyagnál.

A párafelvételi vizsgálatokhoz 20 x 20 x 20 mm-es méretű (rad. x tang. x long.), 24db fehér és 24 db álgesztes mintát alkalmaztam. Az azonos kiindulási állapot biztosításának céljából a mintákat kíméletes módon (fokozatosan növelt hőmérséklet mellett) $103^{\pm 2}^{\circ}\text{C}$ -on szárítottam tömegállandóságig (72 órán át). A szárítás folyamata két részből állt. Először a gyakorlatilag élőnedves mintákat $60 - 70^{\circ}\text{C}$ között 15 órán keresztül kezeltem, majd $103^{\pm 2}^{\circ}\text{C}$ -on történt a további kezelés. Időközönként enyhe átszellőztetéssel biztosítottam a pára eltávolítását. A teljes kezelés 72 órán át tartott. Maga a mérés a szárítókamra közvetlen közelében gyorsmérlegen történt. E műveletnél a gyorsaság meghatározó, mert a kamrából kivett minták rendkívül gyorsan képesek visszanedvesedni.

A mérések során a tömegek változását vizsgáltam az idő függvényében. Az aktuális tömeg (m_n) és az abszolút száraz tömeg (m_0) ismeretében kiszámítható az aktuális nettó nedvességtartalom:

$$u = \frac{m_n - m_0}{m_0} \cdot 100\% , \text{ ahol:}$$

m_n - aktuális tömeg
 m_0 - abszolút száraz tömeg
 u - aktuális nettó nedvességtartalom

3.2.2.4.2. Laboratóriumi szárítási kísérletek

A 3.2.3.4.1. fejezetben bemutatott párafelvételi vizsgálatok eredményei alapján azt feltételezhetjük, hogy az álgesztes és a nem álgesztes faanyag szárítási jellemzőiben nem várható jelentős eltérés. A termék méretű mintákon (deszkákon) való kísérletekkel igazolni lehet ezt a feltevést. Amennyiben a hipotézis igaznak bizonyul akkor egyazon menetrenddel szárítható az álgesztes és a nem álgesztes faanyag. A Faanyagtudományi Intézet kísérleti Müllböck szárítókamrájába 25-25 db azonos hossz és vastagsági méretű szélezetlen deszkát helyeztem. A vizsgálatokhoz 10 db álgesztet tartalmazó és 10 db álgeszttől mentes 28 mm-es vastagságú, 1,25 m-es hosszúságú levegőn előszárított bükkfa deszkát használtam. fel. A szelvényáruk nedvességtartalmát és deformációját a kamrába

. / .

rakás előtt rögzítettem. A szárítási menetrendet annak figyelembe vételével alakítottam ki, hipotézisük szerint várhatóan együtt szárítható a kétféle faanyag. A menetrendet számszerűen a 28.sz. táblázatban, grafikusan a 7.sz. diagramon szemléltetem, a célzott végnedvességet 8,00%-ban határoztam meg, ami megfelel az általános ipari igényeknek.

Az értékelést az alábbi jellemzők vizsgálatával végeztem:

- deformációk,
- keresztirányú görbület,
- hosszirányú görbület,
- kajszulás,
- megmaradó belső feszültségek [villás próba],
- repedések,
- hosszirányú repedések,
- belső repedések,
- rétegnedvességi vizsgálat,
- tényleges és célzott végnedvesség eltérése,
- elszíneződés,

A hosszrepedéseket a berakás előtt krétával jelöltem és kirakáskor ismételten rögzítettem. A repedés növekedést mm-ben adom meg. Az eredményeket a **33.** táblázat tartalmazza.

A belső repedéseket a termék keresztirányú – kirakódás után – történt átvágásával vizsgáltam.

A rétegnedvességi vizsgálatok szintén az MSZ-08-0595-1989 szabvány alapján történtek. A szelvényárú közepéből kifűrészelt szeleteket 3 egyenlő részre hasítottam és az így nyert próbatestek nedvességtartalmát kiszáritásos módszerrel határoztam meg az MSZ 6786/2 szerint [30.sz. táblázat]. A kiindulási és végnedvesség értékeket elektromos nedvességmérő készülékkel mértem a bélhez közeli és a kéreghez közeli területeken, deszkánként [31.sz. táblázat].

A tényleges és a célzott végnedvesség eltérését szintén az MSZ-08-0595-1989 szabvány alapján határoztam meg.

3.2.2.5. Gőzölés

A vizsgálat célja, hogy feltérképezze a gőzölés, mint színváltoztató hatás nyújtotta lehetőségeket a színes, álgesztet tartalmazó faválaszték nemesítése területén. A szin-homogenizációra vonatkozó kísérleteket ezen a területen a Nyugatmagyarországi Egyetem munkatársai végeztek [Tolvaj L. és munkatársai, 2001] azzal a céllal, hogy a magasabb hőmérsékleten (95°C-on és 110°C-on) végzett gőzölés eredményeit tanulmányozzák.

Az iparszerűen használt gőzölők jelentős része megbízhatóan csak 90°C -ot tud biztosí-

tani [tekintettel az alkalmazott mozdonykazánok teljesítmény korlátjára], ezért fontos meggyőződni az alacsonyabb hőmérsékleten történő folyamatok hatásáról.

A laboratóriumban az ipari méreteknél lényegesen kisebb méretű próbatesteket tudtam gőzölni. A próbatestek mérete 90°C -os gőzölésnél 158 x 95 x 20 mm volt. A próbatestekből a gőzölés előtt egy-egy 40 mm hosszú darabot levágtam, melyek összehasonlítható (kezeletlen) mintaként szolgáltak.

A próbatesteket 90°C-on 6 napig naponként szedtem ki a gőzölőből, majd légszáraz állapotra kondicionáltam. A színmerést gyalult, friss felszínen végeztem.

A színmérés egy MINOLTA 2002 típusú színmérővel történt. A mérést valamilyen próbatest esetében (kezeletlen és gőzölt) 10-10 ponton végeztem el, hogy a felszín színbeli inhomogenitása reprezentálva legyen. Az adatokat a CIELAB színrendszerben adtam meg, ahol a három térbeli koordináta rendre: L* a világosságot; a* a piros színárnyalatot; b* a sárga színárnyalatot jeleníti meg. A növekvő számok a szín élénkülését, a csökkenő számok a szürke felé történt eltolódást jelentik.

3.2.2.6. Ragasztás

A vizsgálat célja annak eldöntése, hogy az álgesztes faanyag ragasztható-e hagyományos vizes diszperziós rendszerekkel (PVAC). További vizsgálatként sor került fehér és álgesztes anyagokból gőzöléssel kezelt minták ragasztási szilárdságának vizsgálatára is. A gőzölt álgesztes mintákat az ipari méretben ragasztott táblákból vágtam ki. A többi mintát laboratóriumi körülmények között ragasztott táblákból nyertem.

A ragasztási szilárdságot az EN 205 és a DIN EN 204 szabványoknak megfelelően kialakított próbatesteken végeztem el. A próbatestek mérete: 150x20x10 mm [h * sz * v], az átlapolás felülete (nyírt keresztmetszet) 10 x 20 mm.

A próbatestek száma sorozatonként 20 db.

3.2.2.7. Felületkezelési kísérletek

A kísérlet célja: az álgesztes bükk színének homogenizálása, esztétikusabbá tétele a felületkezelés módszereivel.

A kísérletek helye:

- NYME Faipari Tanműhelye,
- NYME Fizika Intézetének öregítő berendezése,
- NYME Kémiai Intézetének színmérő laboratóriuma.

A kísérletek módszere:

A színhibák korrigálására a következő lehetőségeket vizsgáltam meg [a mintaszám változatonként 3-3 db]:

- a) fehérítés [3 különböző összetételű anyaggal, és 3-3 különböző hatásidővel],
- b) pácolás [4 különböző páccal],

- c) fehérítés és pácolás együttesen [2 különböző módon fehérített mintán három féle páccal],
 d) színezett lazúr [3 különböző színben és összetételben].

A felvitel – az adott anyagra vonatkozó felviteli javaslatok figyelembevételével – kézzel történt. Az a – c módszer szerint előkészített mintákat lakkoztam is.

A minták értékelését szubjektíven ill. színméréssel végeztem, az elkészült mintadarabokat fényképeken mutatom be.

Ellenőriztem a különböző felületkezelési módszerekkel készült minták fényállóságát a NYME Fizika Intézetének Sapratin típusú öregítő berendezése igénybevételével. Besugárzási idő : 8 óra, a berendezésre jellemző UV- spektrummal. A színváltozást az eredeti mintával való összevetés révén határoztam meg.

Az alkalmazott felületkezelő anyagok ismertetése:

Fehérítő anyagok:

- ammóniumhidroxid és hidrogénperoxid 1:10 elegyítésben,
- nátriumhidroxid és hidrogénperoxid 1:10 elegyítésben,
- hidrogénklorid [Albazon márkanévű halványítószer: gyártó: Remmers],

A hidrogénperoxiddal történő kezelés a lúgok felvitelét követően 0, 10 és 60 min várakozási idő elteltével történt.

Pácolás:

- vizes akrilát diszperzió [méz színű] ; gyártó: Becker Acroma,
- vizes színezékpác [natúr, rose, hell, licht és világos tölgy színben] ; gyártó: Remmers,
- oldószeres színezékpác [dió színben] ; gyártó: Reichhold.

Lakkok:

- sárgulás mentes PUR lakk ; gyártó: Remmers,
- vizes diszperziós lakk ; gyártó: Becker Acroma.

Lazúrok:

- vizes viaszlazúr fehér színben ; gyártó: Remmers,
- oldószeres lazúr rusztikus tölgy színben (Sadolin) ; gyártó: Akzo Nobel,
- viaszpác zöld színben ; gyártó: Interell.

4. Az egyes vizsgálatok eredményei és értékelésük

4.1. Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálatainak értékelése

4.1.1. Sűrűség vizsgálatának értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az SA1 és az SA2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[5. sz. táblázat.] Sűrűségi vizsgálatok összevont értékelő táblázata

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia*
	átlag	var.%	átlag	var.%		
SŰRŰSÉG	0,712	5,130	0,723	5,200	1,540	0,214

* A továbbiakban a táblázatokban a szignifikancia oszlopban közölt érték alatt az átlag értékek közötti szignifikáns különbséget értem.

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]-lényegében azonosak [id. mű: bükk légszárakon -középték- 720 kg/cm³].

A vizsgálatot értékelve szembevetve, hogy alig van különbség a fehér és az álgesztes minták között. A szignifikancia próba alapján megállapítható, hogy a fehér és az álgesztes bükk sűrűsége közötti eltérés elhanyagolható. Az álgesztes bükk valamivel magasabb értéke azt is egyértelműen jelzi, hogy egészséges álgesztről van szó. A magasabb érték természetesen a berakódott gesztesítő anyagok következménye.

4.1.2. Zsugorodás, dagadás vizsgálatának értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az ZSDA1 és a ZSDA2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[6. sz. táblázat.] Zsugorodás – dagadás vizsgálatainak összevont értékelő táblázata

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
ZSUGORODÁS						
húr irány [%]	12,27	5,39	11,08	7,74	-9,70*	0,000*
sugár irány [%]	6,04	11,82	5,85	11,77	-3,15	0,178
rost irány [%]	0,47	32,08	0,51	26,48	+8,51	0,108
térfogati [%]	18,05	4,89	16,78	5,57	-7,04*	0,000*

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva lényegében azonos [id. mű: bükk térfogati -középérték- 17,90 %, külön az álgesztesre nincs adat].

A zsugorodás – dagadás vizsgálati eredményei egyértelműen azt mutatják, hogy az álgesztes faanyag alaktartóssága vízvesztés ill. vízfelvétel során jobb, mint a fehér bükké. Ez csak első megközelítésben tűnik furcsának, hisz a sűrűség növekedésével a faanyag jobban vetemedik, azaz zsugorodik, dagad. Ebben az esetben azonban nem a sejtfal volumene növekedett -aminek hatása lenne erre az értékre- hanem a sűrűség növekedése az álgesztesedés következménye, azaz a magasabb sűrűségi értéket a tillisesedés és a kristályos anyagok berakódása okozza.

Megállapítható, hogy a zsugorodási anizotrópia [húr/sugár] értékei 2,031 a fehérbükknél és 2,034 az álgesztesnél. A két érték gyakorlatilag azonos.

4.1.3. Nyomószilárdság vizsgálatának értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az NYO1 és az NYO2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[7. sz. táblázat.] A nyomószilárdsági vizsgálat [rostokkal párhuzamosan]összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
NYOMÓSZILÁRDSÁG [MPa]	65,380	6,130	62,540	12,690	-4,340*	0,036*

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva magasabb az érték több mint 5%-kal [id. mű: bükk mechanikai tulajdonságok; nyomószilárdság (rostokkal párhuzamosan) -középérték- 62 MPa, külön az álgesztesre nincs adat].

A nyomószilárdsági adatok ellentmondanak a várakozásoknak. Jól látható, hogy a fehér bükk valamivel magasabb értéket mutat, mint az álgesztes. Holott éppen a gesztesedés (álgesztesedés) következtében az álgesztes anyagnak kellene nagyobb szilárdsággal rendelkeznie. A szignifikánsnak mutató eredmény azonban szinte elhanyagolható. Ez az eredmény adódhatott az egyes próbatestekben -szemmel nem látható, esetleg a szárításból adódó- belső repedések következtében. A vizsgált minták közül néhány kiugróan alacsony értéket mutatott (Lásd: 5.sz.; 15. sz. 40.sz.; próbatestek eredményeit).

4.1.4. Nyírószilárdság vizsgálatának értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az NYSZA1 és az NYSZA2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[8. sz. táblázat.] A nyírószilárdság [rostokkal párhuzamosan] vizsgálatának összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
NYÍRÓSZILÁRDSÁG [MPa]	11,810	19,650	13,330	19,170	+12,87*	0,004*

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva magasabb az érték több mint 32%-kal [id. mű: bükk mechanikai tulajdonságok; nyomószilárdság (rostokkal párhuzamosan) -középtérték- 8 MPa, külön az álgesztesre nincs adat].

A nyírószilárdsági adatok harmonizálnak elvárásunkkal, az álgesztes anyag mutat nagyobb szilárdsági értéket szignifikánsan. Meg kell azonban jegyezni, hogy ennél a vizsgálatnál az eredményeket *jelentősen* befolyásolhatják a próbatesteken szabad szemmel nem látható belső repedések és egyéb fahibák [pl:ferdeszálúság]. Ez magyarázatul szolgál az irodalmi adatok esetében is, illetve saját méréseimnél a próbatestek minőség jó volt.

4.1.5. Hajlítószilárdság vizsgálatának összevont értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit a HRM1 és a HRM2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[9. sz. táblázat.] A hajlítószilárdság [rostokkal párhuzamosan] vizsgálatának összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (szabványos) [MPa]	120,10	12,02	115,83	14,18	-3,56	0,16
HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (termékek vizsgálata) [MPa]	103,62	12,76	97,73	10,59	-5,68	0,052

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva lényegében azonosak [id. mű: bükk mechanikai tulajdonságok; hajlítószilárdság (rostokkal párhuzamosan) -középérték- 123 MPa, külön az álgesztesre nincs adat].

A hajlítószilárdsági vizsgálatok szerint a fehér bükk jobban ellenáll a hajlító igénybevételnek, mint az álgesztes. Ez vonatkozik a termék méretű anyagvizsgálatokra is. A két vizsgálati módszer próbatestei közötti különbségre vezethető vissza a nyert adatokban megnyilvánuló különbség, melynek oka a termék méretű próbatesteken található nagy számú fahiba.

Más nézőpontból tekintve a termék szintű anyagvizsgálat megmutatta, hogy lényegtelen - felhasználói szemmel tekintve - a különbség -[mindössze alig 14%] - a szabványos vizsgálatnál összevetve. Más összehasonlításba a minimális irodalmi adatot [lásd id.mű: 74 MPa] még így is ~ 1,4 -szeresen meghaladja a termék méretű anyagvizsgálatnál mért érték.

4.1.6. Hajlító rugalmassági modulusz vizsgálatának értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az HRM1 és a HRM2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[10. sz. táblázat.] A hajlító rugalmassági modulusz [rostokkal párhuzamosan] vizsgálatának összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
HAJLÍTÓ RUGALMSSÁGI MODULUSZ (szabványos) [MPa]	13927,8	10,21	13345,5	11,26	-4,18*	0,016*
HAJLÍTÓ RUGALMSSÁGI MODULUSZ (termékek vizsgálata) [MPa]	9837,2	13,06	10249,7	11,24	+4,19	0,1

A nyert adatok -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva némileg alatta maradnak [id. mű: bükk mechanikai tulaj-

donságok; hajlító rugalmassági modulus (rostokkal párhuzamosan) a középértéknek; 16000 MPa, külön az álgesztesre nincs adat].

A hajlító rugalmassági modulus vizsgálata szerint a fehér bükk szignifikánsan jobb rugalmassági tulajdonsággal bír a szabványos vizsgálatok szerint. Megfordul az értékelés a termék méretű modellek vizsgálatakor. Itt az álgesztes mutat jobb eredményt.

Ezt úgy kell értékelni, hogy a termék méretű modellekben több olyan fahiba is megengedett, melyek jobban befolyásolják a vizsgálat eredményét, mint maga az álgesztesesség. Ezért ha a fehérbükk mintatestben több fahiba előfordul az jobban befolyásolja a végeredményt mint a kevesebb fahibával rendelkező de álgesztes fa. Ez a tény a gyakorlati szakember, a felhasználó szemszögéből kitétetten fontos, hiszen a fahibától mentes álgesztes faanyag jobban használható mint az átlagos minőségű fehérbükk ott, ahol e tulajdonság fontos.

4.1.7. Ütő – hajlító szilárdság vizsgálat értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit az ÜH1 és az ÜH2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

[11. sz. táblázat.] Ütő – hajlító szilárdság vizsgálatának összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átlagok eltérése %	szignifikancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
ÜTŐ - HAJLÍTÓ SZILÁRDSÁG [J/mm ²]	0,093	27,850	0,066	32,740	-29,03*	0,000*

A nyert adat -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva lényegében azonos az irodalmi középértékkel [id. mű: bükk mechanikai tulajdonságok; ütő – hajlító szilárdság 10 J/cm² MPa ; külön az álgesztesre nincs adat].

A dinamikus igénybevétellel szembeni ellenállás tekintetében a fehér bükk szignifikánsan jobb tulajdonsággal bír. Látható, hogy az álgesztes anyag kissé ridegebb, ezért az ilyen igénybevételnek kitett gyártmányoknál [pl:szerszámnyél] e tulajdonságot illetve lehetséges következményeit számításba kell venni.

4.1.8. Keménység vizsgálat értékelése

Az anyagvizsgálatok eredményeit a KBM 1 és a KBM 2 mellékletek tartalmazzák. Az eredményekből összeállított statisztikai táblázat a következőket mutatja:

./.

[12. sz. táblázat.] A keménység vizsgálatának összevont értékelése

Anyagjellemző	fehér bükk		álgesztes bükk		átla- gok el- térése %	szignifi- kancia
	átlag	var.%	átlag	var.%		
Brinell–Mörath keménység [MPa]						
bütü felület	57,29	8,50	57,55	11,17	-0,070	0,966
húr felület	25,07	12,27	27,72	12,42	+10,57*	0,000*
sugár felület	22,13	9,65	24,58	10,85	+11,07*	0,000*

A nyert adatokat -összevetve az irodalomból ismertekkel [Molnár S., Bariska M. 2002]- a fehér bükkre vonatkoztatva lényegesen eltérő adatokat találunk [id. mű: bükk mechanikai tulajdonságok; keménység, bütü: 72 MPa, oldal: 34 MPa ; külön az álgesztesre nincs adat]. Ezeket az adatokat a legújabb kutatási eredmények figyelembevételével módosítani szükséges.

A vizsgálat fontos eredménye, hogy keménység tekintetében az oldal [húr, sugár]keménysége az álgesztes anyagnál szignifikánsan (10%) nagyobb. Ezt a tulajdonságot a gyakorlati felhasználók jól ki tudják használni ott ahol nagy felületi igénybevétel jelentkezik. A bütü keménységek között lényeges eltérés nincs.

4.1.9. Fizikai és Mechanikai tulajdonságok vizsgálataink összefoglaló értékelése.

A vizsgálati eredmények szórásainak százalékos értékét [var.%] értelmezve megállapítható, hogy megfelelnek a faanyagvizsgálati szabványok szerinti előírtnak. Kivételként megemlíthető a rost irányú zsugorodás, dagadás vizsgálatánál kapott magasabb szórás érték. Ez a próbatestek hossz irányú nem kellően pontos megmunkálásából adódhatott. Ugyancsak említést érdemel a nyíró- és ütő-hajlító szilárdság mérésénél nyert szintén magasabb szórás érték, mely magából a vizsgálati módszerből eredeztethető. Összességében a vizsgált sorozatok megbízhatónak tekinthetők.

A fenti értékelés az alapstatisztikai adatokból történt. Annak megállapítására, hogy a fehér és az álgesztes bükk mért tulajdonságai között az eltérések lényegesek, vagy elhanyagolhatók szignifikancia vizsgálatot végeztem. A próba során 95% -os elfogadási szintet alkalmaztam, ami a faiparban általánosan elfogadott. Így ha az összehasonlított értékek elvetési szintje 5%-nál kisebb, akkor az eltérés 95%-os valószínűséggel szignifikáns, azaz jellemző.

Célkitűzésem szerint cáfolni kívánom e munka eredményével azokat a széles körben elterjedt tévhiteket, melyek szerint bútór és belsőépítészeti célra az álgesztes bükk azért sem felel meg, mert:

“rosszabbak a fizikai – mechanikai tulajdonságai mint a fehér bükké.”

Az elvégzett összehasonlító vizsgálatok a fehér és az álgesztes bükkfa anyagának, fizikai - mechanikai sajátosságairól megalapozhatja az álgesztes anyag széleskörű felhasználását azokon a területeken is ahol eddig tévhitek miatt nem alkalmazták. Az összevont értékelést -vizsgálataim bázisán- táblázatos formában a 13. sz. táblázatban [a következő oldal] adom meg.

A 13. sz. táblázat két oszlopában kétféle színjelölést alkalmaztam a jobb vizuális áttekinthetőség kedvéért. Zöld színnel jelöltem meg a "tulajdonságaik minősítése" oszlopban azokat a tulajdonságokat, amelyeknél az álgesztes anyag jobb és pirossal azokat, amelyeknél a fehér a jobb. A "szignifikancia" oszlopban zöld színnel jelöltem meg mindazokat a tulajdonságokat, amelyeknél az álgesztes jobb illetve a fehér nem szignifikánsan jobb mint az álgesztes. Ebben az oszlopban a zöld jelölés tehát a gyakorlat számára azt jelenti, hogy az álgesztes anyag vonatkozó tulajdonságai jobbak vagy lényegében azonosak a fehérbükk anyagával.

A gyakorlat számára a táblázat azt üzeni, hogy ahol a kétféle anyag jellemzői közötti különbség nem szignifikáns ott azok a mindennapi életben egyenértékűek. Ahol az álgesztes anyag szignifikánsan jobb tulajdonsággal bír, azokat a tulajdonságokat a fejlesztési munkák során addicionális előnyként figyelembe lehet venni.

Néhány tulajdonság esetében a fehér bükk szignifikánsan jobb mint az álgesztes. E területen külön kiemelendő az ütő – hajlító szilárdság.

Összefoglalva, értékelve a fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálatait megállapítható, hogy nincs lényeges és olyan alapvető eltérés a fehérbükk és az álgesztes bükk vizsgált tulajdonságai között, mely hivatkozási alapot adhatna az álgesztes anyag kizárására, vagy háttérbe szorítására a feldolgozóiparban.

[13. sz. táblázat.] Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálatának összevont értékelése

Anyagtulajdonság	fehér bükk	álgesztes bükk	tulajdonságaik minősítése	szignifikancia
Sűrűség [g/cm ³]	0,712	0,723	álgesztes jobb	nem szignifikánsan
Zsugorodás				
húr irány [%]	12,270	11,080	álgesztes jobb	szignifikánsan
sugár irány [%]	6,040	5,850	álgesztes jobb	nem szignifikánsan
rost irány [%]	0,470	0,510	fehér jobb	nem szignifikánsan
térfogati [%]	18,050	16,780	álgesztes jobb	szignifikánsan
Nyomószilárdság [MPa]	65,380	62,540	fehér jobb	szignifikánsan
Nyírószilárdság [MPa]	11,810	13,330	álgesztes jobb	szignifikánsan
Hajlítószilárdság				
szabványos vizsg. [MPa]	120,100	115,830	fehér jobb	nem szignifikánsan
termék szintű vizsg.[MPa]	103,620	97,730	fehér jobb	nem szignifikánsan
Hajlító rugalmassági modulusz				
szabványos vizsg. [MPa]	13927,8	13345,5	fehér jobb	szignifikánsan
termék szintű vizsg.[MPa]	9.837,2	10249,7	álgesztes jobb	nem szignifikánsan
Ütő – hajlító szilárdság [J/mm ²]	0,093	0,066	fehér jobb	szignifikánsan
Brinell-Mörath keménység				
				nem

4.2. Alkalmazás technológiai vizsgálatok értékelése

4.2.1. Kopásállósági vizsgálat értékelése

A vizsgálatok eredményeit a TK 1 és a TK 2 mellékletek tartalmazzák. A fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálatánál megállapítottam, hogy az álgesztes bükk faanyagának húr és sugár felülete szignifikánsan keményebb mint a fehérbükké. Ezt az addicionális előnyt fel lehet használni ott, ahol nagyobb felületi keménységre van szükség. Ilyen terület klasszikusan a parkettagyártás. Az alkalmazás technológiai vizsgálat célja tehát annak megállapítása, hogy az álgesztes anyag kopásállósága különbözik-e a nem álgesztes anyagétól. A kutatás kiterjedt a gőzölés kopásállóságra gyakorolt hatásának vizsgálatára is.

A vizsgálati anyagot szárítókamrában közel azonos állapotra klimatizáltam. A 14. sz. táblázatban e klimatizálás utáni nedvességtartalmakat adom meg. A nedvességtartalmi értékekben csak jelentéktelen eltérések tapasztalhatók, ezért az esetleges kopásállóságban tapasztalható különbségeket a próbatestek víztartalma nem befolyásolja.

[14. sz. táblázat.] A klimatizált nedvességi értékek alapstatisztikai értékelése.

	gőzöletlen fehér	gőzöletlen álgesztes	gőzölt fehér	gőzölt álgesztes
átlag [%]	12.20	11.16	12.03	12.69
min [%]	10.76	10.88	11.33	12.42
max [%]	13.80	11.49	13.00	12.99
szórás [%]	0.72	0.18	0.69	0.14
var. [%]	5.86	1.59	5.75	1.08

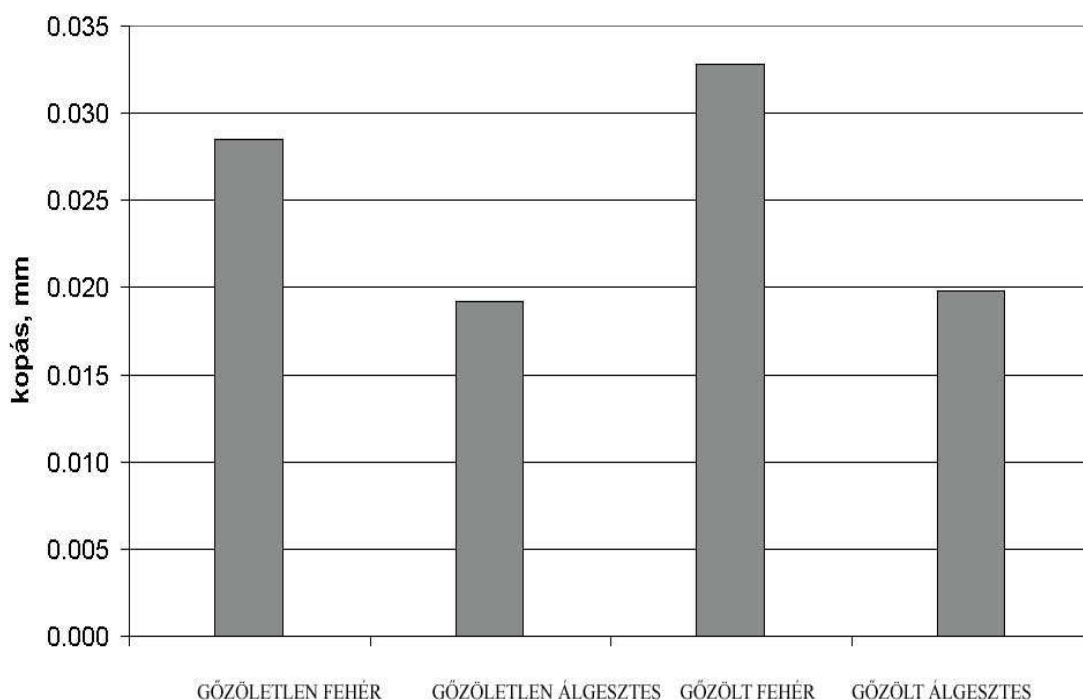
A 15. sz. táblázatban a 100 fordulatra eső kopási értékek alapstatisztikai értékelése található.

[15. sz. táblázat.] A 100 fordulatra eső kopási értékek alapstatisztikai értékelése.

	gőzöletlen fehér	gőzöletlen álgesztes	gőzölt fehér	gőzölt álgesztes
átlag [mm]	0,029	0,019	0,033	0,020
min [mm]	0,008	0,003	0,008	0,006
max [mm]	0,073	0,038	0,063	0,049
szórás [mm]	0,013	0,007	0,014	0,008
var [%]	46,74	34,14	41,39	41,21

Az átlagos kopási értékeket az 2 . sz. diagram mutatja [lásd a következő oldalon].

[2.sz. diagram.] Az átlagos kopási értékek 100 fordulatra vonatkoztatva



Az 2. diagramból kitűnik, hogy az álgesztes minták kevésbé koptak, mint a nem álgesztes anyagok. A pontos százalékos különbségeket és a szignifikancia-vizsgálat eredményeit a 16. sz. táblázat tartalmazza.

[16. sz táblázat.] A kopások átlagainak különbsége a szignifikancia-szintekkel

	natúr- natúr álgesztes	gőzölt- gőzölt álgesztes	natúr- gőzölt	natúr gőzölt álgesztes
Különbség	0,009*	0,013*	0,004	0,001
Különbség [%]	32,63*	39,65*	15,07	3,08
p-érték	0,0000*	0,0000*	0,0960	0,6681

* különbségek min. 95%-os szinten szignifikánsak.

A 2. sz. diagram és a 19. sz táblázat adataiból kitűnik, hogy az álgesztes anyagok kopás-állóbbak, mint a nem álgesztes anyagok. A gőzöletlen anyagnál az álgesztes minták 0,009 mm-el (32,63%-kal) koptak kevesebbet, mint a nem álgesztesek. A gőzölt anyagnál 0,013 mm-el (39,65%-kal) koptak kevesebbet az álgesztes minták. A gőzölés mind az álgesztesnél, mind a nem álgesztesnél növelte a kopást, de a különbségek nem szignifikánsak.

A Tabler – féle koptató eljárás értékelésére kidolgozott eljárás szerint a besorolás az alábbiak szerint alakul:

[17. sz. táblázat.] Értékelés vastagságcsökkenés szerint

	natúr	natúr álgesztes	gőzölt	gőzölt álgesztes
100 fordulatra eső kopási érték átlaga [mm]	0,029	0,019	0,033	0,020
nagyon kopásálló < 0,03	√	√	-	√
kopásálló 0,031-0,06			√	

Összefoglaló értékelésként megállapítható, hogy:

- az álgesztes anyagok jobb kopásállósággal rendelkeznek, mint a nem álgesztesek
- a gőzölés nem csökkenti a kopásállóságot.

4.2.2. Mesterséges öregítési vizsgálatok értékelése

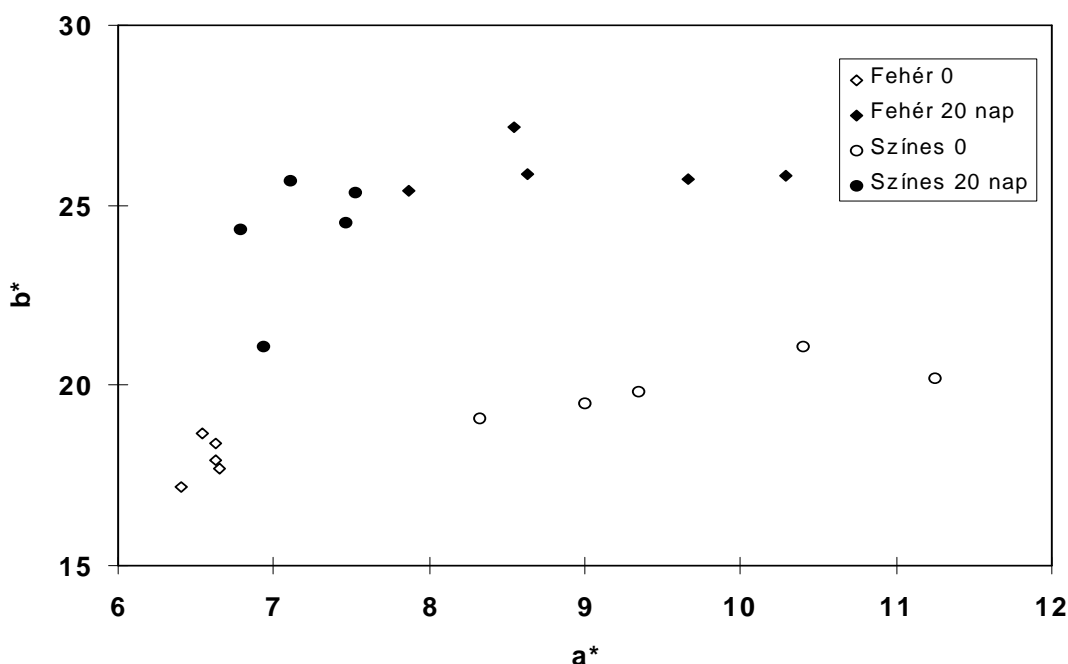
A színes gesztű minták felületén már az első szárítási ciklus végén repedések jelentek meg, melyek a kezelés során mélyültek és növekedtek. A repedések száma a kezelés során növekedett. A kezelés idejének második felében a fehér mintákon is megjelentek a repedések.

A fehér minták színe a kezelés során erőteljesen és folyamatosan változott. A színeltolódás a vöröses barna irányában történt és jelentős volt a sötétedés is. A felületen erőteljes sötét csíkok jelentek meg. Megállapítható volt, hogy a színben homogén kezdeti felszín az öregítés során inhomogénné változott. A melegítés első néhány órájában a klímakamrában a gőzölés feltételei adottak voltak. Ezért színeződtek el jelentősen a minták.

A kezdetben színes felületű minták színe vegyesen változott. Azt lehetett megállapítani, hogy a színváltozás arányos volt az eredeti világossággal, azaz a világos részek jelentősen sötétedtek a sötétek, pedig alig változtak. Volt olyan felület is, amelyik világosodott. Ennek következményeként a kezelés kezdetén színben inhomogén felületek a kezelés végén szabad szemmel homogénebbnek tűntek. A színezetben egy sárga irányú eltolódás volt megfigyelhető. A minták felületén néhány egészen sötét folt is megjelent.

Az objektív színmérés eredményeit az 3.sz. és a 4.sz. diagram valamint 18. sz. táblázat tartalmazza.

[3. sz. diagram.] A kezeletlen (0) és a 20 ciklusú öregítésnek kitett minták színének elhelyezkedése az a^* - b^* színsíkon.



Valamennyi próbatesten 20 mérési ponton mértem meg egy 6 mm átmérőjű kör lap átlagszínét. A 3.sz. diagram a színezet értékeket mutatja. A (0;0) pont (nincs rajta az ábrán) a színezet nélküli szürkét-fehéret reprezentálja. A növekvő a^* értékek a vörös szín telítettségét, a növekvő b^* értékek a sárga szín telítettségét mutatják.

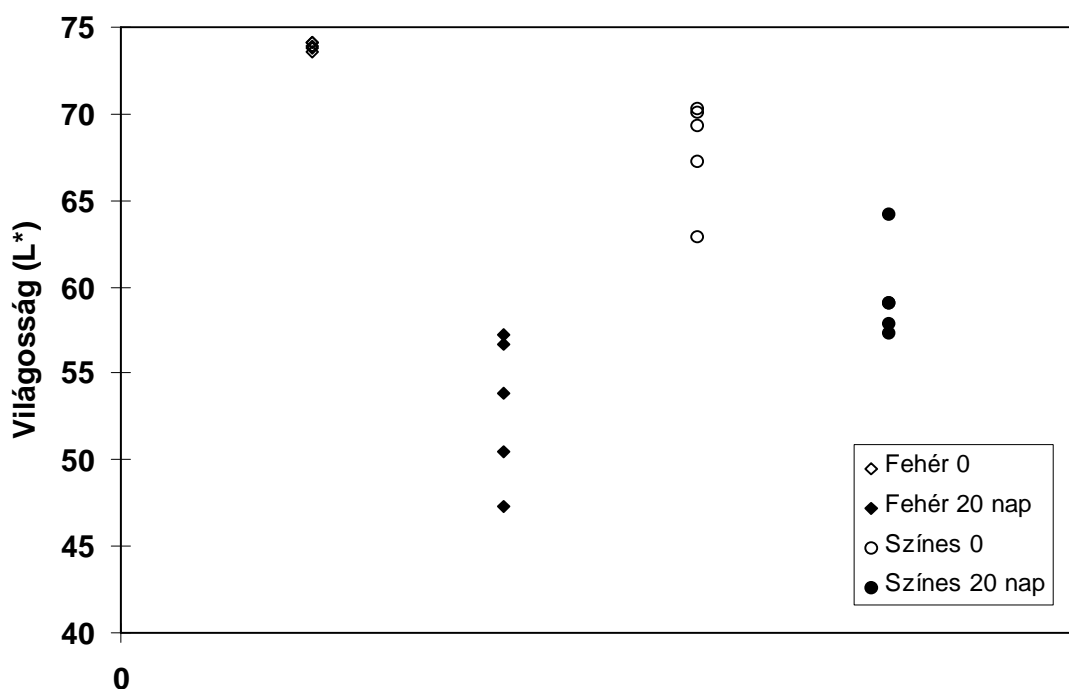
Megállapítható, hogy a „Fehér” minták színe, a látszat ellenére tartalmaz vörös és sárga komponenst. Ezek a fehér minták egymáshoz képest homogének voltak. Szabad szemmel nem lehetett közöttük különbséget észlelni. Az öregítés következtében ez a homogén színezet rendkívül mértékben inhomogénné vált. A vörös tartalomban voltak jelentős eltérések az egyes minták között és a mintákon belül is. A húsz napos öregítés hatására a színezet jelentősen eltolódott mind a vörös, mind a sárga irányába. A világosság változására hasonlóak mondhatók el, mint a színezetére (4.sz.diagram). A kezdő világosságok gyakorlatilag egybeesnek. A kezelés után jelentős világosság csökkenést regisztráltam. A minták között és egy mintán belül is jelentős lett a világosságok eltérése. Ezt a megállapítást támasztja alá a világosságok szórása (18.sz táblázat, lásd a 49. oldalon).

Míg kezelés előtt a szórás értékek 1,2 és 1,7 között változtak, addig az öregítés végén ezek az értékek 3,3 és 4,7 között mozogtak.

Az eredetileg „Színes” minták esetében a kezdeti színezeti értékek nagyon inhomogének voltak a minták között, de a mintákon belül is. Az öregítés hatására a színezet piros tar-

talma jelentősen csökkent a sárga tartalma viszont növekedett. A pontok a színsíkon kisebb területet foglalnak el az öregítés után, mint az öregítés előtt, tehát a színezet a kezelés hatására homogénebb lett.

[4.sz. diagram.] A kezeletlen (0) és a 20 ciklusú öregítésnek kitett minták világosságának minták közötti megoszlása.



A világosság kis mértékben csökkent, de a minták közötti világosságbeli eltérések nem változtak számottevően (4. sz. diagram). A világosság szórása a kezdeti értékekhez képest növekedett, de jelentéktelen mértékben. A 3. és a 4. számú mintáknál a nagy szórás értéket (8,9 és 6,3) az okozza, hogy a minták felületén néhány jelentős méretű közel fekete folt keletkezett. (Ha ezeket a pontokat kivesszük a mérési eredmények közül akkor a szórás értékek rendre 2,47 és 3,1).

[18. sz. táblázat.] A minták világosságának (L^*) szórása kezelés előtt (0), és 20 napos öregítés után.

Minta típusa	Minta száma /szórása				
	1	2	3	4	5
Fehér 0	1,76	1,27	1,21	1,55	1,60
Fehér 20 nap	4,12	3,91	3,30	3,94	4,71
Színes 0	3,01	2,22	0,98	4,34	1,35
Színes 20 nap	3,26	2,46	8,93	6,30	1,40

Összegzésül megállapítható, hogy a 20 napos mesterséges öregítés jelentősen sötétítette és inhomogénná tette az eredetileg világos bükk faanyagot. A színes geszt színe-

zete a kezelés hatására viszont homogénebb lett, és a vöröses árnyalata a sárga árnyalat irányába tolódott el. A keletkezett repedésekről megállapítható, hogy azokat döntő mértékben a juvenilis fa jelenléte okozta és nem a színes geszt jellemzője. A színes gesztű anyag érett fa része a repedezettség szempontjából ugyanúgy viselkedett, mint a fehér gesztű faanyag. A juvenilis fa tehát a klímaállóság szempontjából is gyengébb tulajdonságokkal bír, míg a bélmentes, egészséges álgesztű faanyag kedvező klímaállóságot mutatott.

4.2.3. Farontó gombákkal szembeni ellenálló képesség vizsgálatának értékelése

Az elvégzett vizsgálatok eredményeit a faanyag minősége és az alkalmazott tesztgombák szerint csoportosítva adom meg.

[19. sz. táblázat.] Álgesztes bükk faanyag bontási eredménye a *Coriolus versicolor* CTB 863 A. gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztesége		Gomba általi befutottsága
			g	%	
161	12,223	8,973	3,250	26,6	5
162	13,734	10,599	3,135	22,8	5
163	13,905	9,769	4,136	29,7	5
164	13,541	10,483	3,058	22,6	5
165	13,836	10,283	3,553	25,7	5
166	12,319	9,435	2,884	23,4	5
167	13,964	9,991	3,973	28,4	5
168	13,390	10,172	3,218	24,0	5
169	13,307	10,325	2,98	22,4	5
170	11,867	9,718	2,149	18,1	5
Összesen Átlag	132,086	99,75	32,338	24	

A tömegveszteségi százalékok között kimagaslóan nagy eltérés nincs, az átlag érték jól tükrözi a gomba álgesztes faanyagon végzett bontását.

[20. sz. táblázat.] Fehér bükk faanyag bontási eredménye a *Coriolus versicolor* CTB 863 gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztesége		Gomba általi befutottsága
	g		G	g	
191	12,497	10,404	2,093	16,7	5
192	11,741	9,526	2,215	18,9	5
193	11,903	9,511	2,392	20,1	5
194	11,956	9,843	2,113	17,7	5
195	11,948	9,650	2,298	19,2	5
196	12,142	10,020	2,122	17,5	5
197	12,114	10,020	2,094	17,3	5
198	12,055	9,508	2,547	21,1	5
199	12,139	9,640	2,499	20,6	5
200	11,967	9,927	2,040	17,0	5
Összesen Átlag	120,462	98,049	22,413	18,6	

A lepketapló jellegzetes bükk farontó gomba. A fehér bükk faanyagon jelentkező tömegveszteség egyenletes, és az átlag eredmény jól mutatja a bükk faanyag gyenge ellenálló képességét a lepketapló támadásával szemben.

A 19. sz. és a 20. sz. táblázatokban foglaltakat úgy értékelhetjük, hogy az álgesztes bükk nagyobb tömegveszteséget szenvedett el, tehát gyengébben ellenálló mint a fehérbükk.

[21. sz. táblázat.] Álgesztes bükk faanyag bontási eredménye a *Gloeophyllum trabeum* BAM 109 gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztesége		Gomba általi befutottsága
	g		g	g	
171	13,526	13,277	0,249	1,8	5
172	13,605	12,758	0,847	6,2	5
173	13,731	12,970	0,761	5,5	5
174	14,174	13,194	0,980	6,9	5
175	14,076	12,850	1,226	8,7	5
176	13,444	13,034	0,410	3,0	5
177	13,426	12,616	0,810	6,0	5
178	13,580	13,241	0,339	2,5	5
179	13,389	13,025	0,364	2,7	5
180	13,876	13,370	0,506	3,6	5
Összesen Átlag	136,827	130,335	6,492	4,7	

A tömegveszteségi százalékok egyenletesek, és feltűnő, hogy néhány próbatesten a bontási érték 3 % alatt maradt, ami az álgesztes faanyagnak a *Gloeophyllum trabeum*-mal szembeni természetes ellenálló képességét mutatja. Ez a farontó gomba ugyan nem

jellegetes bükk faanyag bontó, de mint általános, szabadföldi viszonyok között mindenütt jelen lévő lebontó a vizsgált faanyag lebontásában is részt vesz.

[22. sz. táblázat.] Fehér bükk faanyag bontási eredménye a *Gloeophyllum trabeum* BAM 109 gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztesége		Gomba általi befutottsága
			g	%	
201	11,635	10,030	1,605	13,8	5
202	12,249	10,477	1,772	14,5	5
203	11,929	10,632	1,297	10,9	5
204	12,114	11,301	0,813	6,7	5
205	12,156	10,606	1,550	12,7	5
206	12,448	10,559	1,889	15,2	5
207	12,280	10,580	1,700	13,8	5
208	12,367	10,524	1,843	14,9	5
209	12,141	11,192	0,949	7,8	5
210	11,956	10,637	1,319	11,0	5
Összesen Átlag	121,275	106,538	14,537	12,1	

A bontási eredmények azt mutatják, hogy a változékony lemezestapló a fehér bükk faanyagot intenzíven bontja. A fehérbükk faanyag ezzel a gombával szemben az álgesztesnél gyengébb ellenálló képességet mutat.

[23. sz. táblázat.] Álgesztes bükk faanyag bontási eredménye a *Coniophora puteana* BAM 15 II Ebw. gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztesége		Gomba általi befutottsága
			g	%	
181	13,723	8,209	5,514	40,2	5
182	13,568	7,344	6,224	45,9	5
183	13,889	8,476	5,413	39,0	5
184	13,191	7,821	5,370	40,7	5
185	13,858	8,785	5,073	36,6	5
186	14,238	7,638	6,600	46,3	5
187	13,256	6,969	6,287	47,4	5
188	13,131	7,660	5,471	41,7	5
189	13,451	7,016	6,435	47,8	5
190	12,196	6,533	5,663	46,4	5
Összesen Átlag	134,501	76,451	58,050	43,2	

Az eredmények között kimagaslóan alacsony vagy magas bontási érték nincs, az átlag érték jól jellemzi a gomba intenzív bontási erejét és az álgesztes bükk faanyag vele szembeni csekély ellenálló képességét.

[24. sz. táblázat.] Fehérbükk faanyag bontási eredménye a Coniophora puteana BAM 15 II Ebw. gombatorzs tenyészetén

A próbatest száma	A próbatest kezdőtömege	Bontás utáni tömege	Tömegvesztése		Gomba általi befutottsága
	g	g	g	%	
211	11,874	7,337	4,537	38,2	5
212	11,971	6,945	5,026	42,0	5
213	12,166	6,999	5,167	42,5	5
214	11,907	7,066	4,841	40,6	5
215	11,635	7,272	4,363	37,5	5
216	11,650	7,551	4,099	35,2	5
217	11,500	9,295	2,205	19,2	5
218	11,801	6,815	4,986	42,2	5
219	12,433	7,479	4,954	39,8	5
220	12,395	7,344	5,051	40,7	5
Összesen Átlag	119,332	74,103	45,229	38	

A bontási eredmények a gomba igen erőteljes bontását mutatják. Az eredmények a fehérbükk faanyag esetében az álgeszteshez viszonyítottan valamivel nagyobb ellenálló képességét mutatják.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a vonatkozó szabványban kötelezően előírt 2 db tesztgomba (lepketapló és pincegomba) esetében a vizsgált kétféle faanyag farontó gombákkal szembeni ellenálló képessége *számottevő eltérést nem mutatott*. Viszont 1. sz. tesztgomba (változékony lemezestapló) esetében az álgesztes faanyag a fehérbükknél lényegesen nagyobb ellenálló képességet mutatott és csaknem elérte a gombával szembeni teljes védettséget. A vizsgálatok végső eredményeit a 24. sz. táblázat foglalja össze.

[25. sz. táblázat.] Az álgesztes és fehérbükk faanyag ellenálló képessége a vizsgálat sorozatban felhasznált három fajta farontó gombával szemben.

Teszt gomba	A bontás mértéke %-ban	
	álgesztes bükk faanyagon	fehér
Coriolus versicolor CTB 863 A Lepketapló	24,0	18,6
Coniophora puteana BAM 15 II.Ebw. Pincegomba	43,2	38,0
Gloeophyllum trabeum BAM 109. Változékony lemezestapló	4,7	12,1

Mint végső következtetés levonható, hogy az álgesztes bükk faanyag a fehérhez viszonyítottan a legfontosabb teszt farontó gombákkal végzett vizsgálat sorozat alapján nem mutat lényegesen eltérő ellenálló képességet.

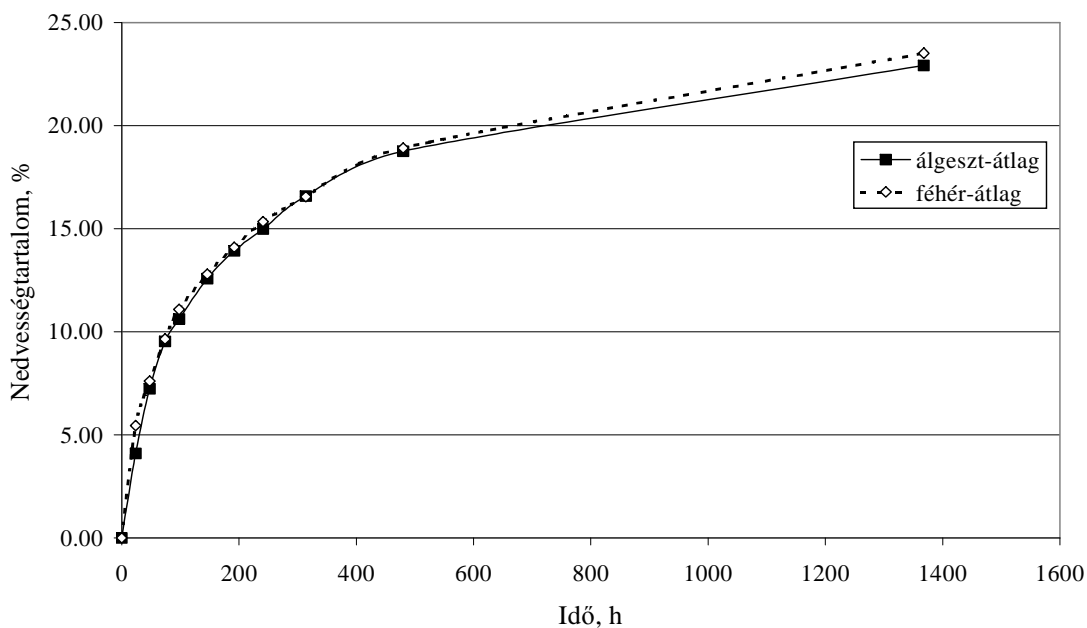
4.2.4. Szárítási kísérletek eredményeinek értékelése

4.2.4.1. Párafelvételi vizsgálatok értékelése

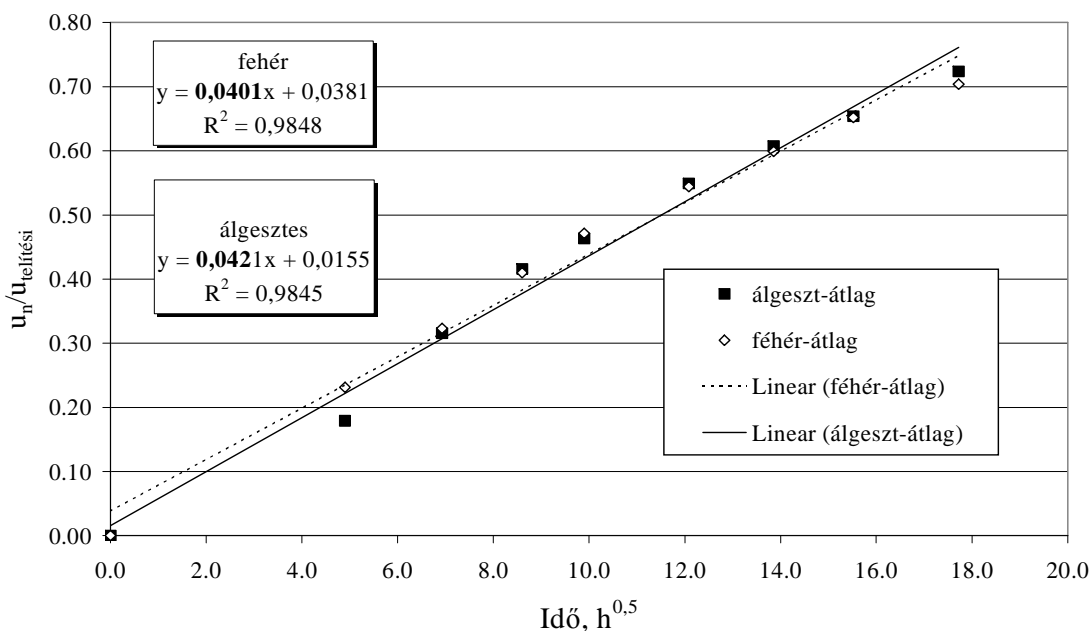
A párafelvételi görbéket a 5. sz. diagramon figyelhetjük meg. Az ábrát tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy az álgesztes és a fehér minták között gyakorlatilag elhanyagolható a különbség.

A 6. sz. diagram a vízszintes tengelyen az idő négyzetgyökét, a függőlegesen az aktuális és a telítési nedvességtartalom hányadosát ábrázolva figyelhetjük meg a folyamatot [következő oldal]. Ezen koordináta rendszerben a pontokra egyenes illeszthető és annak meredeksége arányos a diffúziós együtthatóval. Mint látjuk a meredekségek között alig van eltérés (fehér = 0,0401, álgesztes = 0,0421), amiből arra következtethetünk, hogy a diffúziós állandók közötti különbségek gyakorlatilag elhanyagolhatók.

[5. sz. diagram.] Párafelvétel az idő függvényében



6. sz. diagram. Párafelvétel az idő négyzetgyökének függvényében, a pontokra illesztett egyenesek egyenleteivel



A nedvességtartalmi értékeket és az alapstatisztikai értékelést az 26. sz. táblázat tartalmazza. A szórásértékek igen kedvezőnek mondhatók, a variancia (%-os szórás) csak a 24 órához tartozó értékeknél haladja meg lényegesen az 5 %-ot (13,23%), így statisztikailag a kis különbségek is igazolhatók.

[26. sz. táblázat.] A fehér és az álgesztes minták nedvességtartalmai az idő függvényében

Nedvességtartalom % fehér										
Óra	24	48	74	98	146	192	241	314	480	1368
átlag	5.44	7.60	9.64	11.08	12.79	14.09	15.33	16.55	18.92	23.52
max	6.17	8.09	9.89	11.61	13.12	14.47	15.63	17.02	19.27	24.03
min	4.86	7.07	9.09	10.57	12.31	13.59	14.99	15.63	18.39	23.04
szórás	0.41	0.30	0.24	0.33	0.23	0.28	0.25	0.39	0.27	0.31
var, %	7.49	4.00	2.50	2.95	1.82	1.97	1.65	2.38	1.45	1.32

Nedvességtartalom % álgesztes										
Óra	24	48	74	98	146	192	241	314	480	1368
átlag	4.10	7.23	9.53	10.61	12.58	13.93	14.98	16.59	18.76	22.92
max	5.15	8.10	10.73	11.37	12.96	14.29	15.57	17.17	19.43	23.17
min	3.27	6.34	8.79	10.02	12.16	13.49	14.35	16.27	18.42	22.63
szórás	0.54	0.53	0.50	0.41	0.25	0.27	0.36	0.25	0.30	0.16
var, %	13.23	7.38	5.20	3.87	1.97	1.92	2.42	1.49	1.59	0.70

Annak eldöntésére, hogy az átlagok közötti eltérések lényegesek-e, statisztikai számításokra – szignifikancia vizsgálatra – van szükség.

[27. sz. táblázat.] A fehér és a gőzölt minták nedvességtartalmainak különbségei az egyes időpillanatokban, a szignifikancia szintekkel

	Álg-24	Álg-48	Álg-74	Álg-98	Álg-146	Álg-192	Álg-241	Álg-314	Álg-480	Álg-1368
Fehér-24	1,34									
Fehér-48		0,36								
Fehér-74			0,12							
Fehér-98				0,47						
Fehér-146					0,21					
Fehér-192						0,16				
Fehér-241							0,35			
Fehér-314								-0,03		
Fehér-480									0,16	
Fehér-1368										0,60
	Álg-24	Álg-48	Álg-74	Álg-98	Álg-146	Álg-192	Álg-241	Álg-314	Álg-480	Álg-1368
Fehér-24	0,00000									
Fehér-48		0,02665								
Fehér-74			0,41230							
Fehér-98				0,00236						
Fehér-146					0,02406					
Fehér-192						0,07279				
Fehér-241							0,00981			
Fehér-314								0,77031		
Fehér-480									0,19246	
Fehér-1368										0,00000

A vastagon szedett különbségek szignifikánsak

Az értékeket tanulmányozva kijelenthetjük, hogy a nedvességtartalmak különbségei csak 24 órás időpontban haladják meg az 1 %-ot (1,34%), a többi esetben az eltérések (bár szignifikánsak) nem haladják meg az 1 %-ot. Így a szárítási (nedvesedési) folyamat

sebességét döntően nem befolyásolja az álgesztesség. A különbségekből az is látszik, hogy a fehér minták némileg magasabb nedvességtartalmakat érnek el, azaz gyorsabb a párafelvételük. Ez utóbbi jelenséget az álgesztképződés során berakódott gesztesítő anyagok jelenlétével magyarázhatjuk, melyek fékezik a párafelvételt (csökken az anyag permeabilitása).

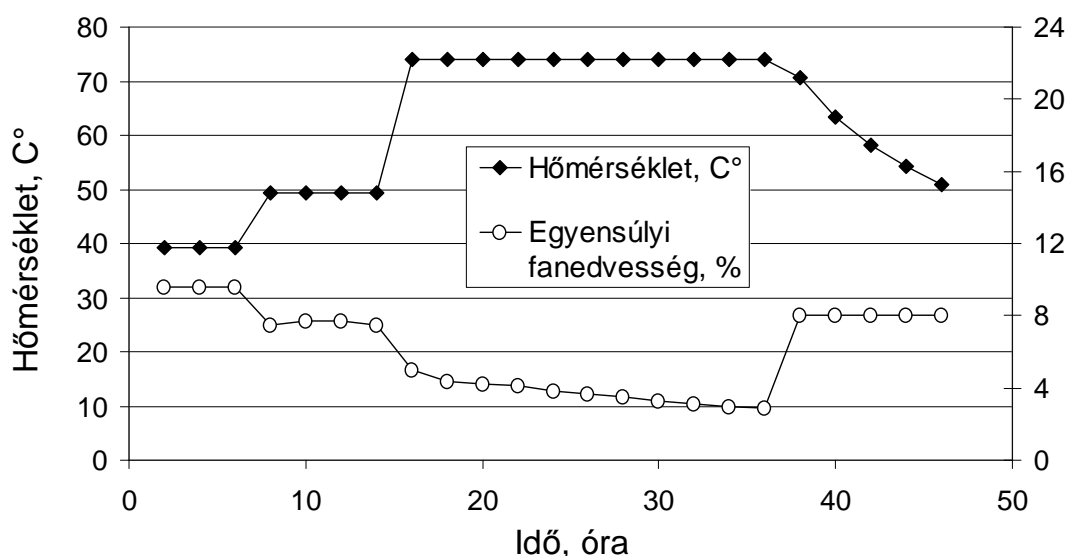
Összefoglalóan a párafelvételi vizsgálatokból megállapíthatjuk, hogy az álgesztesség a párafelvétel sebességét némileg csökkenti, a különbségek több időpontban is szignifikánsak. Figyelemmel azonban a különbségek nagyságrendjére gyakorlatilag nincs eltérés az álgesztes és a fehér bükk faanyagok párafelvételi sebessége között, azaz a laboratóriumi vizsgálatok eredményei szerint együtt száríthatók.

4.2.4.2. Laboratóriumi szárítási kísérletek értékelése

A párafelvételi vizsgálatok eredményei alapján valószínűsíthető, hogy az álgesztes és a nem álgesztes faanyag szárítási jellemzőiben nem várható jelentős eltérés. Termék méretű mintákon (deszkákon) való kísérletekkel igazolni lehet ezt a feltevést. Amennyiben a hipotézis igaznak bizonyul, akkor egyazon menetrenddel szárítható az álgesztes és a nem álgesztes faanyag.

A Faanyagtudományi Intézet kísérleti Müllböck szárítókamrájába 25 - 25 db azonos hossz és vastagsági méretű szélezetlen deszkát helyeztem el. A vizsgálatokhoz 10 db álgesztet tartalmazó és 10 db álgesztől mentes 28 mm-es vastagságú, 1,25 m-es hosszúságú levegőn előszárított bükkfa deszkát használtam. A szelvényáruk nedvességtartalmát és deformációját a kamrába rakás előtt rögzítettem. A szárítási menetrend annak figyelembe vételével alakult ki, hogy várhatóan együtt szárítható a kétféle faanyag. A menetrendet számszerűen a 28. sz. táblázatban, grafikusán a 7. sz. diagram közlöm. A célzott végnedvesség 8,00% az általános ipari igényeknek megfelelően.

[7. sz. diagram.] Szárítási menetrend



[28. sz. táblázat.] A szárítási menetrend

idő, órában	Hőmérséklet, C°	Egyensúlyi fanedvesség, %	Fázis
2	39,3	9,6	1
4	39,3	9,6	1
6	39,3	9,6	1
8	49,3	7,5	2
10	49,3	7,7	2
12	49,3	7,7	2
14	49,3	7,5	2
16	73,9	5,0	3
18	73,9	4,4	3
20	73,9	4,2	3
22	73,9	4,1	3
24	73,9	3,8	3
26	73,9	3,7	3
28	73,9	3,5	3
30	73,9	3,3	3
32	73,9	3,1	3
34	73,9	3,0	3
36	73,9	2,9	3
38	70,7	8,0	4
40	63,4	8,0	4
42	58,3	8,0	4
44	54,2	8,0	4
46	51,0	8,0	4

A szárítási minőség értékelési szempontjai:

- deformációk:
 - keresztirányú görbület,
 - hosszirányú görbület,
 - kajszulás;
- megmaradó belső feszültségek (villás próba);
- repedések:
 - hosszirányú repedések,
 - belső repedések;
- rétegnedvességi vizsgálat;
- tényleges és a célzott végnedvesség eltérése,
- elszíneződés.

A deformációkat 1 mm-es pontossággal határoztam meg, a maximális húrmagasságnál, ill. a kajszulásnál a felfekvési síktól való távolság maximumánál. A keresztirányú görbületet 10cm-re vonatkoztatva mm-ben, a hosszirányú görbületet 1m-re vonatkoztatva mm-ben adom meg. Az eredményeket a 28.sz. táblázatban közlöm (részleteket lásd a DEF 1- 2 mellékletben).

A fatermékben megmaradó belső feszültségek vizsgálatára a szárítóból való kirakás után az MSZ-08-0595-1989 szabvány alapján végeztem el a vizsgálatokat (villáspróba), azzal a különbséggel, hogy az előírt ipari próbatestszám többszörösével (10+10db) dolgoztam. Az eredményeket a 29. táblázatban közlöm (részleteket lásd. az DEF 1 - 2 mellékletben.).

A hosszrepedéseket a berakás előtt krétával jelöltem és kirakáskor ismételten rögzítettem. A repedés növekedést mm-ben adom meg. Az eredményeket a 29. sz. táblázat tartalmazza (részleteket lásd. a DEF 1 - 2 mellékletben).

A belső repedéseket a termékek keresztirányú, kirakás utáni átvágásával vizsgáltam.

A rétegnedvességi vizsgálatok szintén az MSZ-08-0595-1989 szabvány alapján történtek. A szelvényárú közepéből kifűrészelt szeleteket 3 egyenlő részre hasítottam és az így nyert próbatestek nedvességtartalmát kiszáritásos módszerrel határoztam meg az MSZ 6786/2 szerint [29.sz. táblázat].

A kiindulási és végnedvesség értékeket elektromos nedvességmérő készülékkel mértem a bélhez közeli és a kéreghez közeli területeken, deszkánként [31.sz. táblázat]. A tényleges és a célzott végnedvesség eltérését szintén az MSZ-08-0595-1989 szabvány alapján határoztam meg (részleteket lásd a SZ1- SZ2 sz. mellékletben).

4.2.4.3. A szárítási menetrend értékelése

A 7. sz. diagramon és a 28. sz. táblázatban bemutatott szárítási menetrend 4 fázisból épül fel: az első kétlépcsős (6 + 8 órás), szakasz az anyag felmelegítését, a második hosszabb szakasz (22 óra) a tulajdonképpeni szárítást szolgálja. A harmadik szakasz (10 óra) az ún. kondicionálás szakasza, amikor is a felszín visszanedvesítésével az egyenletesebb nedvességeloszlás és ezzel együtt a belső feszültségek kiegyenlítése zajlik. A negyedik, itt be nem mutatott szakasz az anyag fokozatos hűtését jelenti, gyakorlatilag a leállítás után zárt csappantyúk mellett az anyag a környezet hőmérsékletét közelíti meg. A célzott végnedvesség: 8,00%.

A 29. sz. táblázatban a szárításnak a deformációkra gyakorolt hatását mutatja be, összehasonlítva a fehér és az álgesztes anyagokat. Az értékeket tanulmányozva megállapíthatjuk, hogy nem mutatható ki szignifikáns különbség sem a keresztirányú, sem a hosszirányú görbületknél, sem a kajszulás tekintetében. Kijelenthetem továbbá, hogy a hosszrepedések tekintetében sem mutatkozik különbség. Az ún.villáspróbákat tekintve hasonló következtetésre jutottam, azaz a megmaradó belső feszültségek azonos mértékben figyelhetők meg mind a fehér, mind az álgesztes anyagoknál.

Az 30. sz. táblázat a deszkák szárítás utáni réteges nedvességeloszlását mutatja be (rész-

letes adatokat lásd az SZ1 - SZ2 sz. Mell.) Az értékek 10–10 deszka átlagértékeit jelenítik meg. A táblázat adataiból megállapítható, hogy a szárított álgesztes és a fehér faanyagok az anyagvastagság mentén azonos nedvességprofilot vesznek fel, a különbségek nem szignifikánsak. Az 30.sz. táblázatból azt is kivehető, hogy szignifikáns különbség mutatkozik a külső rétegek és a középrész nedvességtartalma között (álgesztesnél 1,18%, fehérenél 1,02%). A nedvességtartalmi különbségek maradó belső feszültségeket eredményeznek, melynek mértékét (deformáció) a 29. sz. táblázatban már bemutattam. A középrész tehát több vizet tartalmaz, ami a konvekciós szárítási eljárásból fakad, ez az iparban elfogadott jelenség.

[29. sz. táblázat]. A szárítás hatására bekövetkezett átlagos deformáció-változások a szignifikancia vizsgálat p-értékeivel

	Δ keresztirányú görbület mm/100mm	Δ Hosszirányú görbület mm/1m	Δ Kajszulás mm	Δ Hosszrepedés mm	Villadeformáció
álgesztes	0,14	-0,08	1,10	38,5	-2,57
fehér	0,04	0,00	1,00	9,5	-2,39
különbség álg–feh	0,10	-0,08	0,10	29,0	0,18
p-érték	0,60048	0,79762	0,91930	0,37736	0,54912

különbség szignifikáns, ha $p < 0,05$

* itt abszolút értékben

[30.sz. táblázat.] Rétegnedvességi értékek a szárítás után, a szignifikancia vizsgálat p-értékével

	Középréteg átlagos nedvességtartalma %	Felső rétegek átlagos nedvességtartalma %
álgesztes	10,36	9,19
fehér	9,92	8,89
különbség álgesztes–fehér	-0,45	-0,29
p-érték	0,09140	0,23349
	álg	fehér
különbség, % belső–külső	1,18*	1,02*
p-érték	0,00000	0,00073

A * -gal jelzett különbségek szignifikánsak

A 31. sz. táblázat a kiindulási és végnedvességi (szárítás utáni) nedvességtartalmi értékeket mutatja, összehasonlítva az álgesztes és a fehér deszkákat. A táblázatból kitűnik, hogy az álgesztes anyagok némileg magasabb nedvességtartalommal kerültek be a szárítókamrába, mint a fehér minták (1,68 és 1,84%-kal). A szárítóból kivéve az anyagok nedvességi különbségei csökkentek, és a különbségek már nem szignifikánsan különböznek.

[31. sz. táblázat.] A kiindulási és végnedvesség értékek átlagai a szignifikancia vizsgálat p-értékével

	Bélhez közeli, kiinduló %	Bélhez közeli, vég %	Kéreghez közeli, kiinduló %	Kéreghez közeli, vég %
álgesztes	19,41	9,23	19,65	9,95
fehér	17,73	8,8	17,81	9,18
álgesztes–fehér	1,68	0,43	1,84*	0,77
p-érték	0,0012	0,3033	0,0025	0,1730

A * -gal jelzett különbségek szignifikánsak

A 32. sz. táblázatban a szárítás utáni tényleges nedvességtartalmakat hasonlítom össze a célzott nedvességtartalommal (8%, részletes adatokat lásd. a TC 1 - 2 mellékletben). A nedvességtartalmi eltérésekre $p=0,55986$ adódik, ami arra utal, hogy a különbségek véletlenszerűek, azaz bár az álgesztes deszkák nagyobb eltéréssel közelítik a célzott 8%-os nedvességtartalmat, a különbségek nem igazolhatók statisztikailag.

[32.sz. táblázat.] A tényleges és a célzott végnedvesség közötti eltérések deszkánként

deszkák	Álgesztes, tényleges–cél %	Fehér, tényleges–cél %
1	1,00	1,65
2	1,65	0,95
3	0,70	0,95
4	3,35	1,40
5	3,15	0,30
6	1,15	1,10
7	0,80	0,60
8	1,65	0,60
9	1,50	0,45
10	0,95	1,90
átlag	1,59	0,99

Belső, ill. oldalrepedést, valamint elszíneződést nem tapasztaltam sem az álgesztes, sem a fehér deszkáknál.

4.2.4.4. A szárítási menetrend értékelésének összefoglalása

A deszkák deformációit vizsgálva megállapítható, hogy a fehér és az álgesztes minták között nincs különbség. Ugyancsak nem mutatkozik szignifikáns különbség a szárítás során keletkezett repedések, ill. a megmaradó belső feszültségek (villáspróba) tekintetében sem. A szárítás utáni rétegnedvesség-eloszlásban sincs szignifikáns különbség a két anyag között.

A két féle anyag kiindulási nedvességtartalma némileg különböző volt (1,84%), de a szárítási folyamat végére a végnedvességi értékek már nem különböztek szignifikánsan. A tényleges és a célzott nedvességtartalom eltérése viszonylag csekély volt: fehér bükknél 0,99%, az álgesztes bükknél 1,59%.

mellékelt A bemutatott eredmények egy részét az MSZ-08-0595-1989 alapján elkészített [SZJ 1] szárítási jegyzőkönyvben rögzítettem. Eszerint a fehér bükk szárítása A kategóriájú, a gőzölt bükké B kategóriájú. Megjegyzendő, hogy azon minősítési szempontoknál, ahol az eltérések nem igazolhatók, az A, ill. B kategóriába történő besorolás (különbségtétel) megkérdőjelezhető, nem jelent valós minőségi romlást.

a A szárítási kísérletek eredményeit összefoglalva megállapíthatom, hogy az álgesztes és fehér bükk faanyagok együtt száríthatók, ill. a bemutatott menetrend megfelelő minőségű szárított faanyagot biztosít.

4.2.5. A gőzölési kísérletek értékelése

A kísérlet alapvető célja volt a gőzölés színváltoztató hatásának felmérése a fehér és színes gesztű bükk faanyag esetében. További cél annak feltérképezése, hogy a gőzölés, mint színváltoztató hatás, milyen lehetőségeket nyújt a színes, álgesztet tartalmazó faválaszték nemesítése területén.

Az eredményeket az alábbiakban foglalom össze:

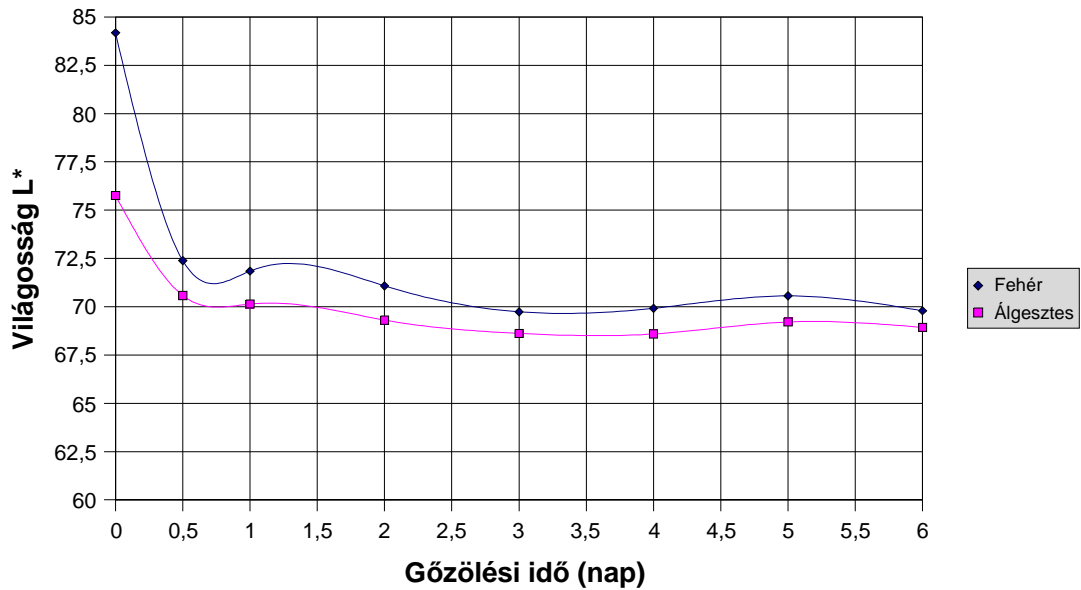
A világosság változását 90°C-os gőzölés esetében az 8. sz. diagram szemlélteti. A világosság változásáról megállapítható, hogy az eredetileg fehér gesztű világossága az első napon jelentősen csökkent, majd alig változott. Az első nap utáni változás olyan csekély volt, amit szabad szemmel már nem lehet érzékelni.

A színes gesztű esetében az első nap után már nem volt észrevehető világosság csökkenés. Fontos megállapítás, hogy két nap után mind a színes, mind a fehér gesztű bükk faanyag közel azonos világosság értéket ér el.

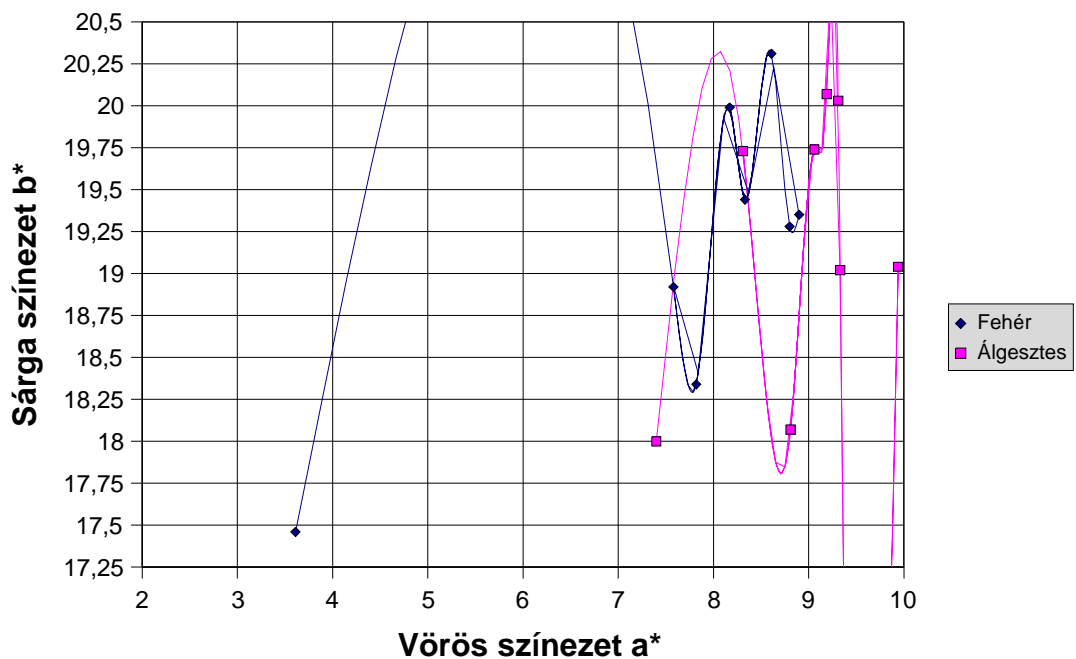
A színezet változását a 9.sz. diagram szemlélteti. A fehér gesztű faanyag esetében a sárga tartalom kissé növekedett, és a vörös tartalom is kis mértékben emelkedett. A színes gesztű esetében a piros tartalom nem változott, a sárga tartalom viszont kis mértékben növekedett. A színezet változásáról is ugyanaz mondható el, mint a világosság változásáról, hogy a fehér illetve a színes gesztű faanyag színezete a gőzölés során közelebb került egymáshoz. Ez a színhomogenizációs folyamat jól látható azoknál a mintáknál, ahol a próbatest egymás mellett eredetileg kétféle színű faanyagot tartalma-

zott. Az eredetileg kontrasztosan elkülönülő kétféle faanyag a gőzölés során színben lényegesen közeledett egymáshoz. A 90°C-on történő gőzölés tehát akkor ajánlott színharmonizáló módszer, ha a faanyag fehér és színes gesztű részt is tartalmaz. A színváltozások lényege két nap alatt lejátszódik, a további gőzölés már nem hoz lényeges változást.

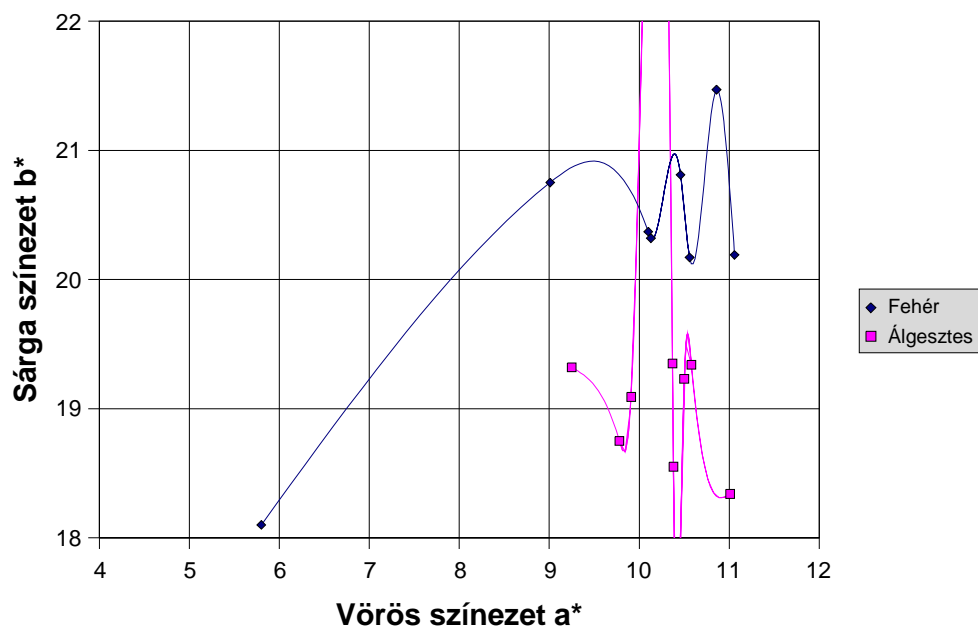
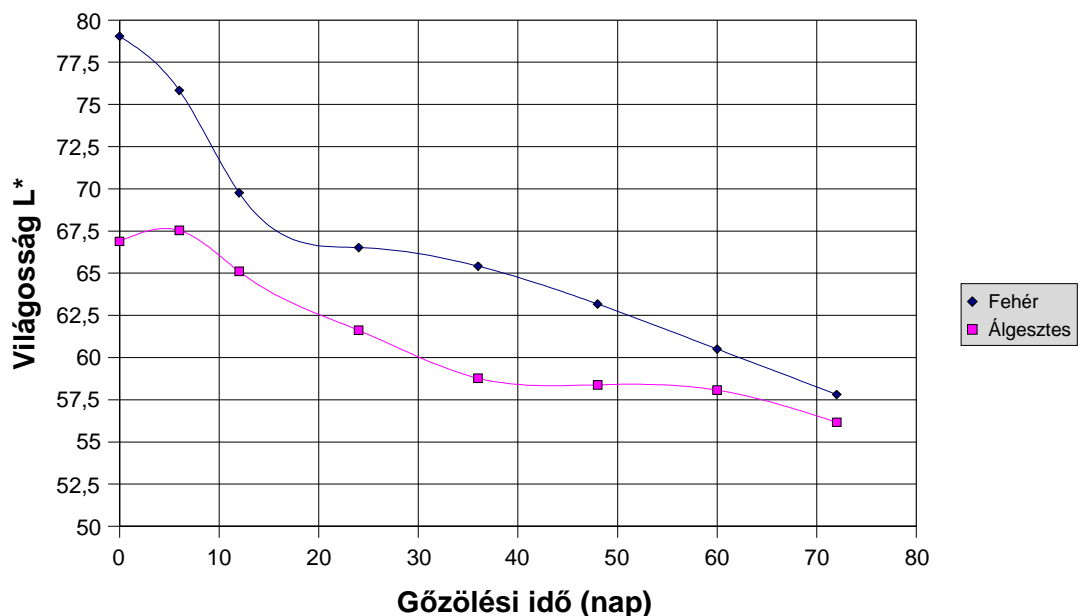
[8. sz. diagram] Nedves állapotú bükkfa gőzölése 90 °C -on [világosság változása]



[9.sz. diagram.] A színezet változása 90°C-os gőzölésnél.



[10.sz. diagram.] A világosság változása 110°C-os gőzölésnél.



[11.sz. diagram.] A színezet változása 110°C-os gőzölésnél.

A 110°C-os gőzölés színváltoztató hatását az 10 – 11. sz. diagramok szemléltetik. A világosság [10.sz.] a gőzölés során folyamatosan csökkent a fehér geszt esetében jelentősebben, és a színes geszt esetében is. A színezet változásánál [11.sz. diagram] viszont a kétféle geszt anyag színe különbözően változott. A fehér geszt veszített növelte a vörös és a sárga tartalmát. A színes geszt esetében viszont csak vörös irányú eltoló- / .

dás volt. A színbeli homogenizálódás a kétféle színű geszt esetében szintén a 90°C-os változásokhoz hasonlóan történt. Megállapítható, hogy nincs lényeges különbség a kétféle hőmérsékleten történő színhomogenizálás között.

Fentiek alapján megállapítható:

- A kísérletek igazolták, hogy a bükk gőzölésekor már alacsony hőmérsékleten is gyorsan bekövetkezik a színváltozás.
- A tartós, hosszabb idejű gőzölés nem eredményez folyamatos színváltozást: a 90°C-on végzett kísérlet azt igazolja, hogy két nap után már nincs érdemi színváltozás. Tehát gőzöléssel a szín -bükk esetében- csak egy szűk tartományban változtatható.
- Az olyan mintáknál, ahol az álgesz és a fehér részek együtt jelentkeznek a gőzölés esztétikus színharmóniát teremt. Az ilyen faanyagból gyártott minőségi termékeknél a gőzölés alkalmazható mint fanemesítési módszer.

4.2.6. A ragasztási szilárdság vizsgálatának értékelése

A ragasztási szilárdsági értékek átlagainak különbségét 95%-os megbízhatósági szint mellett adom meg.

[33. sz. táblázat.] A ragasztási kísérletek próbatesteinek darabszáma, anyaga

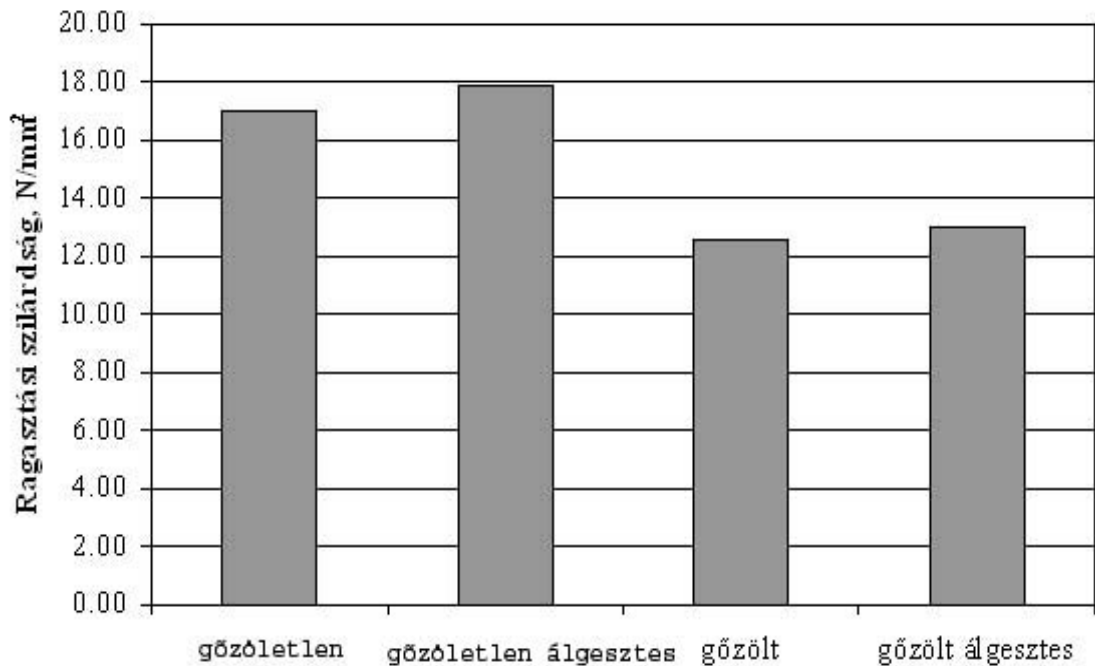
	Álgesztes	Nem álgesztes
Gőzöletlen	20	20
Gőzölt	20	20

A 34. sz. táblázatban ismertetem a ragasztási szilárdsági értékek alapstatisztikai értékelését.

[34.sz. táblázat.] A ragasztási szilárdság értékelése

	gőzöletlen fehér	gőzöletlen álgesztes	gőzölt fehér	gőzölt álgesztes
átlag, N/mm ²	16.97	17.84	12.56	12.96
min, N/mm ²	12.13	15.47	9.54	7.60
max, N/mm ²	21.72	21.08	16.09	17.55
szórás, N/mm ²	2.40	1.50	1.92	2.43
var, %	14.16	8.42	15.31	18.79

[12.sz. diagram.] Az átlagos ragasztási szilárdsági értékek



A 12. sz. diagramból kitűnik, hogy az álgesztes minták némileg nagyobb ragasztási szilárdságot mutattak. A pontos százalékos különbségeket és a szignifikancia-vizsgálat eredményeit a 35. táblázat tartalmazza (részletes adatokat lásd az RSZ 1 – RSZ 2 mellékletben.).

35. sz. táblázat. A ragasztási szilárdság átlagainak különbsége a szignifikancia - szintekkel

	gőzöletlen álgesztes – gőzöletlen fehér	gőzölt álgesztes – gőzölt fehér	gőzölt fehér – gőzöletlen fehér	gőzölt álgesztes – gőzöletlen álgesztes
Különbség	0,87	0,39	-4,41*	-4,89*
Különbség %	5,13	3,13	-25,98*	-27,38*
p-érték	0,15776	0,48208	0,00000	0,00000

A* -gal jelölt különbségek min. 95%-os szinten szignifikánsak.

Az 12.sz. diagramból és a 35.sz. táblázat adataiból kitűnik, hogy az álgesztesség nem befolyásolja szignifikánsan a ragasztási szilárdságot (csekély mértékű, nem szignifikáns különbség tapasztalható).

A gőzölés mind az álgesztesnél, mind a nem álgesztesnél szignifikánsan csökkentette a ragasztási szilárdságot. A nem álgesztes minták esetén a gőzölés 4,41 N/mm²-rel (25,98%-kal) csökkentette a ragasztási szilárdságot, míg az álgesztes anyagoknál ez a csökkenés 4,89 N/mm² (27,38%) volt.

Összefoglalásként megállapítható, hogy:

- az álgesztes anyagok és a nem álgesztes anyagok ragasztási szilárdsága között nincs szignifikáns különbség. Azaz a hagyományos vizes diszperziós rendszerekkel és a nem álgesztes bükknél alkalmazott technológiákkal ragaszthatók az álgesztes termékek is.
- a gőzölés szignifikánsan csökkentette a ragasztási szilárdságot, ami a faanyag nyírószilárdságának csökkenésével magyarázható.

A gyakorlati felhasználás szempontjait figyelembe véve megállapítható, hogy az álgesztes és a fehér bükkfa anyaga ragaszthatóság szempontjából azonosan viselkedik.

4.2.7. Felületkezelési vizsgálatok eredményeinek értékelése

4.2.7.1. A kémiai úton történő fehérités eredményei

Az alkalmazott fehéritőanyagok a hatásidők függvényében különböző mértékű halványítást eredményez, mind az álgesztes, mind az egészséges faanyagon. A *tarkaság* így lényegileg változatlan. Ki kell emelni azt is, hogy az anyagban lévő sötét csíkok esetén semmiféle halványodás nem volt tapasztalható.

7. sz. fénykép [Fotó:NyME]



H₂O₂ + NaOH
1 órás hatásidővel

H₂O₂ + NaOH
0 perc hatásidővel

H₂O₂ + NH₄OH
0 perc hatásidővel

Albazon
fehéritőszer

7.sz. kép. Különböző módon fehéritett minták színváltozása
[a minták alsó részén az eredeti szín látható]

A fehérített minták *fényállósága* nem kielégítő. Az öregítő berendezésben történő besugárzás után a világosodással fordított arányú sárgulást tapasztaltunk, tehát a legvilágosabbra fehérített fa sárgult a legjelentősebb mértékben.

8.sz. fénykép [Foto: NyME]



8.sz. kép. Fehérített minták fényállósága
[a keskeny levágott csík az öregítés előtti színt mutatja]

E kísérletsorból megállapítható, hogy kémiai fehérítéssel az álgesztes bükk színhomogenizálása nem oldható meg.

4.2.7.2. A pácolás eredményei

A világos színű (hell, licht, rose, natúr) színezékpáccok a kontrasztokat nem csökkentik

9.sz..fénykép [Fotó: NyME]



9.sz. kép. Natúr és hell páccokkal kezelt minták

Az oldószeres tölgy pác kiegyenlítő hatása a fentieknél kedvezőbb, ami annak sötét színére is visszavezethető. Ugyancsak jó hatása van a vizes, sötét tölgy színű pácnak is, de ezek az árnyalatok ma nem tartoznak a kedvelt színek közé.

10. sz. fénykép [Fotó: NyME]



10.sz. kép. Sötét színű vizes és oldószeres páccok által elért kiegyenlítő hatás.

A legjobb megoldást a méz színű akrildiszperziós vizes pigment pác (az ún. vizes pozitív pác) adta, a közepes (s jelenleg igen kedvelt) színárnyalatban is.

11. sz. fénykép [Fotó: NyME]



11.sz. kép. Közepes színű diszperziós pigment páccal kezelt felület [méz szín]

A pácolt mintákat a fényállósági vizsgálat előtt lakkoztam is. Vizes alapú pácoknál PUR-lakkot, oldószeres pácoknál vizes lakkot alkalmaztam 2-2 rétegben. A pácolt minták fényállósága is jó.

12. sz. fénykép [Fotó: NyME]



12.sz. kép. Pácolt felületek fényállósága
(keskeny, levágott csík az öregítés előtti színt mutatja)

4.2.7.3. A fehérítés után pácolt minták eredményei.

A fehérítés után végzett pácolás világos színű pácoknál lényeges javulást a színiegyenlítő hatásban nem biztosít [13.sz. kép], ugyanakkor jelentős munka- és költség többlet ráfordítást igényel. Ezért ezt a megoldást elvettem és nem javaslom.

13.sz. fénykép [Fotó: NyME]



13.sz. kép. Fehérített és natúr páccal kezelt minta

4.2.7.4. A lazúrozás eredménye

Lazúrozás alatt az áttetsző pigmenteket tartalmazó fedőrétegek felvitele értendő. Kielégítő eredményt a rusztikus tölgy színű Sadolin fedőréteg biztosít, amely alkalmas kültéri kitettségekben alkalmazott fatermékek felületkezelésére is [kerti bútor, nedves helyiségek falburkolata, stb.]. A fehér lazúr a kontrasztokat jelentős mértékben csökkenti, és alkalmas az álgesztes bükk esztétikusabbá tételére. Zöld viaszpácnál a színkiegyenlítő hatás nem kielégítő. [14.sz. kép]. A felületek fényállósága is megfelelő.

14. sz. fénykép [Fotó: NyME]



14.sz. kép. Világos színű lazúrok által elért színkiegyenlítő hatás

4.2.7.5. Felületkezelési vizsgálatok eredményeinek összefoglalása

- Kémiai fehérités álgesztes bükk fehéritésére, illetve szinhomogenizálására nem alkalmas.
- Sötét színű pácok, lazúrok - ha azok színe megegyezik az álgesztes rész színével, vagy annál sötétebbek - kielégítő eredményt adnak.
- A világos színű lazúrok közül elsősorban a vizes diszperziós pigmenteket tartalmazó változat (fehér lazúr) ad érdekes hatást álgesztes bükk faanyagon. A megoldás javasolható ún. rusztikus (régies) parasztbútorok felületére, fürdőszoba berendezések, falburkolatok, stb. felületkezelésére.
- Napjainkban kedvelt közepes színárnyalatok kialakítására az akrildiszperzi-

ós vizes pácok alkalmazhatók, nem túl magas esztétikai igények esetén, pl. gyerekbútorok felületkezelésére (Méz pác).

- A világos- és közepes színű színezékpácok nem csökkentik az álgesztes anyag sajátosságát a sötét – világos kontraszt csíkokat, mezőket.

5. A kutatási eredmények tézisszerű összefoglalása

I. **Sokrétű fafizikai vizsgálataim eredményeként megállapítottam, hogy a juvenilis fától mentes álgesztes bükkfa anyagának [fizikai és mechanikai] tulajdonságai egyenértékűek a fehér részekével.**

Megállapítottam, hogy a fizikai és mechanikai tulajdonságok tekintetében a juvenilis fától mentes *álgesztes bükk faanyaga a gyakorlati felhasználó számára jobb vagy lényegében azonos a fehérbükkével*, kivéve a dinamikus terhelésnek kitett helyzeteket [pl: szerszámnyél]. A gyakorlati felhasználó ezen egy megszorítással, felhasználhatja gyártástechnológiájában az álgesztes bükk faanyagát, és terméke az alkalmazott anyag következtében műszakilag csak jobb, esetleg lényegében azonos minőségű lehet a fehér bükkből készült termékhez viszonyítva.

II. **Megállapítottam az álgesztes faanyag kopásállóságából és keménységéből fakadó alkalmazás technológiai előnyét a fehér bükk faanyagával szemben.**

Bizonyítottam, hogy a juvenilis fától mentes álgesztes bükk faanyaga *kopásállóság és keménység szempontjából addicionális előnyökkel bír a fehér bükk faanyagához képest*, mivel e tulajdonságok tekintetében szignifikánsan jobb. Ezt az előnyt fokozni lehetséges az álgesztes farészek célirányos fűrészelésével és rajzolat szerinti osztályozásával. Így a gyakorlati felhasználó jobb, kopásállóbb termék előállítására képes.

III **A tartóssági vizsgálatok igazolták, hogy a jelentős thillisz és járulékos anyag berakódásokkal rendelkező álgesztes bükkfa anyagának tartóssága jobb vagy azonos a fehér bükkével.**

Az időjárásállósági, kitettségi vizsgálatok azt igazolták, hogy a tömörebb szövetű álgesztes faanyag abiotikus tartóssága nagyobb mint a fehér bükké.

A vizsgálati eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy gombaállóság szempontjából a fehér és az álgesztes anyag között a gyakorlati felhasználók számára nincs különbség. Mindkét faanyag fajtát bontják a gombák -bár gombafajonként- különböző mértékben és gyorsasággal. A felhasználó számára e tézis azt üzeni, hogy *nem az álgesztes faanyag használata a veszélyforrás*, hanem a gombafertőzés lehetőségének fenállása termékeik használatával kapcsolatban. Tehát ha a terméktervezés stádiumában eldöntjük, hogy céljainknak megfelel a gombáknak kevésbé ellenálló fafaj is, akkor bátran és egyenrangúan használható az álgesztes bükk fája.

IV. **Megállapítottam, hogy az álgesztes és álgeszt mentes bükk szorpciós izotermái közel azonos futásuak és így a kétféle bükkfaanyag együtt szárítható.**

Szorpciós laboratóriumi vizsgálatokkal és félüzemi kísérletekkel igazoltam,

hogy az álgesztes bükk faanyaga együtt szárítható a fehér részekkel és magával a fehér bükk faanyagával. Megfelelő szárítási menetrenddel igazoltam, hogy e leírt tézis a gyakorlatban üzemi körülmények között is megvalósítható, a célként kitűzött végnedvesség biztonsággal elérhető.

V. Igazoltam a gőzölés színhomogenizáló hatását és e hatás korlátait.

Megállapítottam, hogy gőzöléssel a részben fehér és részben álgesztes anyag színeltérése -megfelelő gőzölési paraméterek betartása esetén csökkenthető. Ez objektív színméreessel igazolt tény. Ugyanakkor az álgesztre jellemző sötét kontur gőzöléssel nem szüntethető meg.

VI. Laboratóriumi és félüzemi felületkezelési kísérletekkel bizonyítottam, hogy színhomogenizálás csak sötétebb színárnyalat irányába valósítható meg.

A kísérletek bizonyították, hogy az álgesztes vagy részben álgesztes anyag kémiai szerekkel -a gyakorlat számára elérhető módon- nem fehéreíthető egyenletesen. Más felületkezelő szerekkel sem lehetséges a sötétebb részeket egyenletesen világosabbá tenni, azaz a színhomogenizálás eredménye mindig a sötétebb tónus irányába valósul meg. A színhomogenizálás tehát csak az egységesen sötétebb tónus irányába valósítható meg, amikor is a világos részek egyértelműen sötétebbé válnak.

6. A kutatási eredmények gyakorlati hasznosításához vezető út, és az ajánlott fűrészipari és melléktermék kezelési technológiák

A gyakorlatban dolgozó szakemberek jelenleg kizárólagosan a bükk rönk fehér részére koncentrálnak a feldolgozás során. Általában szalagfűrészkes technológiával "körbe szeletelik" a rönköt az álgesztes rész határáig, majd különösebb termék cél nélkül colos deszkává vágják fel az álgesztes maradékot. Az így keletkező álgesztes fűrészáru nagy része tartalmaz juvenilis fa részt is. A juvenilis rész a hossz repedések kiinduló tartománya, így a teljes megtermelt álgesztes fűrészárúnak rossz a megjelenése.

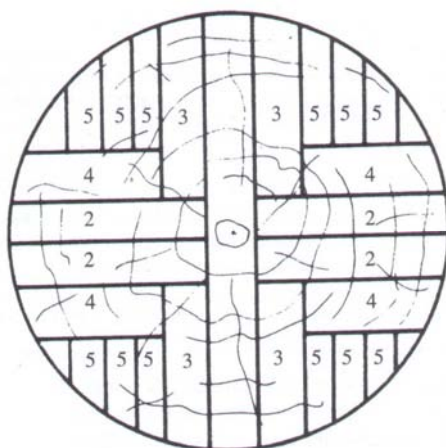
Munkámmal igazoltam, hogy a juvenilis résztől mentes álgesztes anyag - megfelelő felhasználási körben – egyenrangú tulajdonságai révén helyettesíteni tudja a fehérbükk anyagát és ezzel piacképes áruvá válik. Technológiailag tehát külön kell választani a juvenilis részt és az érett fa részeit. Másképp megfogalmazva; a feldolgozás során egyenrangúan kell számításba venni a rönkben foglalt faanyag teljes mennyiségét. Már a feldolgozás kezdetén meg kell határozni az egyes részek [juvenilis rész; álgesztes rész; részben álgesztes rész; fehér rész] további feldolgozási (piaci) helyzetét. Így megfelelő megjelenésű és fajtánként egységes minőségű fűrészáruval lehet a további technológiai vagy kereskedelmi lépéseket megtenni.

A fűrészüzemi gyakorlat régóta ismeri a szelektív igényeknek megfelelő fűrészelési módokat. Ezek közül az u.n. forgatóvágás, és az u.n. riftvágás bizonyos esetei alkalmazhatók ideálisan az álgesztes bükk rönk feldolgozásához.

6.1. A forgatóvágás alkalmazásának előnyei az álgesztes bükk rönk feldolgozásában.

A forgatóvágás technológiai sorrendjét az alábbi ábra szemlélteti.

[2.sz. ábra] A forgatóvágás technológiai sorrendje *



* Forrás: dr. Hargitai L. Fűrészáru

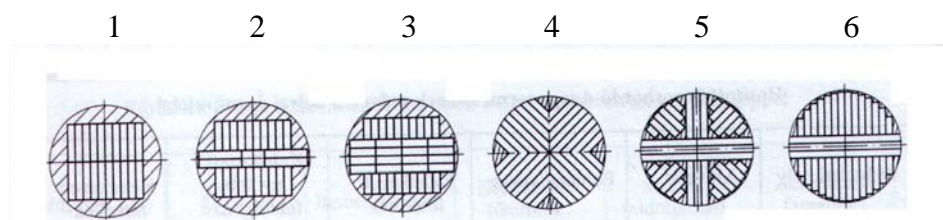
Ez a vágási mód a 40 cm -nél nagyobb átmérőjű rönkök feldolgozása esetén ideális. Tekintettel arra, hogy az álgesztesség jellemzően a 80 év feletti rönkök problémája a méreteres rönkök a javasolt bevágási módhoz rendelkezésre állnak. Az első lépésben a béltávolítása történik meg, lehetőleg palló formájában, hogy a további műveleteket egyszerűsíthessük. A palló vastagságát úgy kell meghatározni, hogy legalább az első 25 évgyűrűt magába foglalja [lásd:1.sz. diagram; 19.oldal], így a bélkörüli juvenilis fa eltávolításával a továbbiakban lényegében egységes anyagjellemzőkkel bíró alapanyaghoz juthatunk. E vágási móddal a juvenilis rész eltávolítása után két fél törzsrész áll rendelkezésre. Ezekből az ábra szerinti sorrendben kell folytatni a fűrészelési műveletet. Végeredményként a bélpallón kívül a "2", "3" és a "4" számmal jelölt fűrészáru lényegében állóévgyűrűs szerkezetű, mely a továbbfeldolgozás szempontjából a legértékesebb áru. A keletkezett szélezetlen illetve egy oldalán szélezett fűrészáru zömében vegyes megjelenésű [tehát tartalmaz fehér és álgesztes részeket is] melyet a mindenkori igényeknek megfelelően további műveletekkel lehet piacra juttatni.

Ez a feldolgozási mód nyújtja a legnagyobb lehetőséget ahhoz, hogy a fehér és álgesztes részek -megfelelő megjelenési formában- az immár tudományosan is bizonyított legoptimálisabb felhasználási területre kerüljenek.

6.2. Riftvágás [állóévgyűrűs vágás] alkalmazásának lehetősége az álgesztes bükk rönk feldolgozásában.

A lehetséges vágási variációkat az alábbi ábra szemlélteti

[3.sz. ábra] A Riftvágás [állóévgyűrűs vágás] lehetséges technológiai sorrendjei



* Forrás: dr. Hargitai L. Fűrészáru

A lehetséges variációk közül az "1", "2", "3" és a "4" sorszámmal jelöltek nem javasolhatók az álgesztes bükk rönk feldolgozásához. Ezeknél ugyanis a bélpalló eltávolítása után a teljes rift, ill. a félrift aránya nem megfelelő, illetve a "4" számúnál ez az arány már jó, de az átvágott bél után már gyakorlatilag nem lehetséges egzakt módon eltávolítani a juvenilis fa részt [üzemi körülmények között] így az alapvető célt ez a vágási mód nem szolgálja.

Az "5" és a "6" számú változat közül a teljes rift aránya az "5" -nél jobb, de ezt a vágási módot -kihozatali megfontolásból- csak kifejezetten a nagyátmérőjű [Ø=legalább 1 m] rönkök esetében javaslom.

6.3 A keletkező juvenilis fa rész, mint értékes melléktermék

A mennyiségi kihozattal szemben az előző fejezetekben ajánlott minőségi kihozatalra történő átállás a magyar fűrészüzemekben nem talál megértésre. Ennek egyik indoka, hogy az eltávolított juvenilis részt nem tartják piacképes árunak. Több ismert felhasználási lehetőség közül most csak az aglomerált lapokban történő felhasználás műszaki lehetőségére térnek ki. Közismert, hogy az égetőművek belépésével feszültség keletkezett az aglomerált lapok gyártóinak alapanyag piacán. Ezt részben enyhíteni lehetséges a bükkfa fent említett technológiával előállított juvenilis részével. A farostlemez-gyártás alapanyagai között legelőkelőbb anyagnak számít a hámozási maradékhenger, mely csak dimenziójában tér el a fűrészelt hasáb alakú bükk juvenilis fától. A farostlemez -gyártásban különösen a száraz gyártási eljárásban, a lombos fákból feltárt rostok jól megfelelnek a gyártási követelményeknek. Ugyanis a száraz gyártási eljárásban a rövid, síma felületű és vékony rostok az előnyösebbek. [Winkler A. 1999]. Ugyancsak lehetséges a hagyományos faforgácslap gyártáshoz felhasználni. A bükkfa felhasználása a faforgácslapokhoz alig 1% [Nyárs, 1987], de az utóbbi időben az arányok változtak, így például a nyár felhasználása növekedett. Ma már szinte nincs olyan forgácslapgyár, ahol egyetlen fafajból készítenének forgácslapokat. Ismert keverési arány megengedi a bükk használatát 5%-ig [Winkler A, 1998].

7. Zárszó

Munkám eredményét azonnal vissza lehet csatolni a termelésbe, de az álgesztes bükk anyagának széleskörű felhasználása nem csak a tudományosan megalapozott jó eredményeknek hatására jön majd lére. Hasonlóan fontos tényező lesz a gazdasági kényszer és a majdani megfelelő marketing stratégia.

A tudomány azonban megtette az első lépést, a kutatás pozitív eredményeket hozott, a további tennivalók a gyakorlatban dolgozó kollégákra hárulnak.

8. Köszönetnyilvánítás

Befejezésül szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr Molnár Sándor intézetigazgató egyetemi tanárnak értékes tanácsaiért és kitartó biztatásáért, mely nélkül e munka nem készülhetett volna el. Ugyancsak megköszönöm neki a részemre önzetlenül rendelkezésre bocsátott kutatási infrastruktúrát. Köszönöm Dr Tolvaj László professzor úr értékes támogatását, tanácsait. Köszönet illeti a Faanyagtudományi Intézet valamennyi dolgozóját, külön is dr. Németh Róbert docens urat, dr. Vargáné dr Földi Hajnalka docens asszonyt, dr Fehér Sándor docens urat.

Külön köszönöm Dr Winkler András intézetigazgató egyetemi tanárnak évek óta kitartó baráti ösztönzését és jó tanácsait.

Köszönet illeti a ZALAERDŐ Rt és a Kerka Menti Fűrész Kft, a Pilisi Parkerdő Rt és a Lepencei Fűrészüzem, valamint az ÉSZAKERDŐ Rt és a Ládi Fűrészüzem vezetőit, hogy a kísérletekhez szükséges anyagokat rendelkezésemre bocsátották, illetve az üzemi kísérletek lefolytatásához segítő kezet nyújtottak.

Végezetül szeretném megköszönni családomnak, Feleségemnek és gyermekeimnek kitartó támogatásukat és segítő hozzáállásukat, különösen Tamás Jakab fiamtól kapott számítógép kezelői oktatást.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Albert, L; Németh, Zs; Halász, G;
Kolozsár, J; Varga, Sz;
Takács, L. (1998a): Elterések a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagának kémiai paramétereiben. *Faipar.* Nr.1. pp.36-37
2. Albert, L; Németh, Zs; Halász, G;
Kolozsár, J; Varga, Sz;
Takács, L. (1998b): A szabad és kötött savtartalom sugárirányú változása a vörös gesztű bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyagában. *Faipar.* Nr.2. pp.23-24
3. Albert, L; Kolozsár,
(2003a): Új kutatási eredmények a bükk álgesztesedését kiváltó okokról. MTA VI. Országos Erdészettudományi és Fatudományi Fóruma
4. Albert, L; Hofmann, T;
Németh, Zs; Rétfalvi, T;
Kolozsár, J; Varga, Sz;
Csepregi, I. (2003b): Radial variation of total phenol content in beech (*Fagus sylvatica* L.) wood with and without red heartwood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 61, 227-230
5. Apostol Tamás
(2003): Az álgeszt keletkezése, anatómiai és fizikai sajátosságai. Doktori szigorlat. NyME, Sopron [nem publikált].
6. Apostol Tamás
(2004): Az álgeszt kialakulása a szakirodalom tükrében. *Faipar.* 2004/1.
7. Bíró Boglárka
(2004): A bükk álgesztesedés vizsgálata a Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság Erdőállományaiban. NyME Erdőmérnöki Kar, Doktori (PhD) értekezés.
8. Bittmann, O.
(1930): "Frostkern" der Rotbuche. *Holzmarkt* 22 (135), 3-4.
9. Bondor, A:
(1986): A bükk. Akadémiai Kiadó, Budapest
10. Bosshard, H.H.
(1974): Splintholz-Kemholz-Umwandlung. In: *Holzkunde* Bd. 2, Biologie, Physik und Chemie des Holzes, Birkhäuser Verlag, Basel.
11. Butterfield, B.; Meylan,
B.; Peszlen, I. (1997): A Fatest háromdimenziós szerkezete, *Faipari Tudományos Alapítvány*, 97-98 Budapest.
12. Erdélyi, Gy.
(1966): A cserfa (*Quercus Cerris*) Komplex felhasználása. *Faipari Kutatások* 2. Szám p. 3 - 76. Sopron
. / .

13. Gyarmati, B.; Igmandy, Z.;
Pagony, H.(1975): Faanyagvédelem. Mezőgazdasági Kiadó, 55
Budapest
14. Haracsi, L. (1957): A cser alaphibája: álgesztesedés. Erdőgazdaság és
Faipar, Budapest
15. Hargitai, L. (2003) Fűrészáru. Szaktudás Kiadó Ház, 109;111-112
Budapest
16. Hartig, R. (1882): Untersuchungen forstbotan. Inst. München II. 4és52.
17. Hartig, R. (1901): Holzuntersuchungen, Altes und Neues. Berlin
18. Hartig, R.,
Weber, R. (1888): Das Holz der Rotbuche. Berlin
19. Hartig, Th. (1851): Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen. 211.
Berlin.
20. Herrmann, E. (1902): Über die Kernbildung bei der Rotbuche.
21. Hofmann, T.; Albert, L;
Rétfalvi, T; Bányai, É;
Visiné Rajczi, E;
Börcsök, E; Németh, Zs;
Kolozsár, J; Varga, Sz;
Csepregi, I. (2002): A peroxidáz és a polifenol-oxidáz enzimek aktivitá-
sának sugárirányú vizsgálata az álgesztes bükkben
(*Fagus sylvatica* L.) NyME Kémiai Intézet
Tudományos Ülése (nov.07.) 102 – 106
22. Hofmann, T.; Albert, L.;
Rétfalvi, T. (2004): Quantitative TLC Analysis of (+)-Catechin and (-)-
Epicatechin from *Fagus Sylvatica* L. with and without
Red Heartwood
Journal of Planar Chromatography 17, 350 - 354
23. Horváth, Gy. (1996): A Veszprémi Erdőgazdaság által kezelt bükkösök
korfüggvényű álgesztváltozása és a változással
összefüggő ökonomiai és erdőművelési követke-
zetések. HM. Erdőgazdasági Rt Veszprém [nem
publikált].
24. Koch, G.; Bauch, J.;
Puls, J.; Schwab, E.;
Welling, J.(2000): Vorbeugung gegen Verfärbungen von Rotbuche.
Holz – Zentralblatt Nr. 6.
25. Koleszár et al. (2000): Az álgesztesedés termőhelyi és biokémiai okainak
vizsgálata. Kutatási zárójelentés. OTKA ny. Szám:
20473. Kutatási időszak: 1996-1999.
<http://www.otka.hu/zaroO/20473.html>
26. Kovács, I. (1979): Faanyagismerettan, Mezőgazdasági Könyvkiadó,
37-38, 125 Budapest.
27. Kučera, L.(1991): Beech Trees and Beech Wood (German).
SzF 142, pp. 363 – 373.
28. Larsen P. (1943): Die Bedeutung der Winterkälte für die Kernbildung
der buche. Schweiz.Zschr. Forstw. 94, 265 - 272.

29. Liese, J. (1930): Auffallende Kernbildung beim Buchenholz. Holzmarkt (305), 1. Beilage.
30. Mahler, G., Höwecke, B. (1991): Verkemungserscheinungen bei der Buche in Baden- Württemberg in Abhängigkeit von Alter, Standort und Durchmesser. Schwiez. Zeits. Für Forstwesen, Jg. 142, S.375-390.
31. Molnár, S. (1999): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 95-97,312-313, Budapest
32. Molnár, S. (2000): Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, 78 Sopron.
33. Molnár, S.; Bariska, M. (2002): Magyarország ipari fái. Szaktudás Kiadó Ház, 71-77 Budapest
34. Molnár, S.; Varga, F.; Tolvaj, L.; Fehér, S.; Németh, R.; Apostol, T.; Soják, Pné. (2000): Kísérleti technológia álgesztes bükk fűrészáru továbbfeldolgozására. K+F zárójelentés ALK 00034/2000
35. Mörath, E. (1931): Der F orstkern der Buche. Deutsch. Forstwirtsch. 13, 213-215
36. Münch, E. (1910): Über krankhafte Kernbildung. Naturwiss. Zschr. Forst u. Landwirtschaft. 8, 533-547, 553-569
37. Nyárs, J. (1987) A fafaj és kötőanyag szerepe a faforgácslapok tartósságnövelésében. Kandidátusi értekezés. Budapest
38. Nečesaný, V.(1958): Jádro buku, struktura, vznik a vyvoj. Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied. Obr. IV./7 ,112-117 Bratislava
39. Pagony, H. (1957): Nyárfaállományok egészségi állapotának vizsgálata: különös tekintettel az álgesztre. Az Erdőmérnöki Főiskola Közleményei. No.1. p.51-65. Sopron.
40. Pagony, H. (1962a): A fehér- és a szürkenyár álgesztesedése. Erdészeti kutatások. 1-3. 103-121. Budapest.
41. Pagony, H. (1962b): A nyárfa álgesztje és bélkorhadása. In: A magyar nyárfatermesztés. Szerk. Keresztesi Béla, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
42. Pagony, H. (1967): A nyárak nyesésének kérdése, Különös tekintettel az álgesztesedésre és a gombafertőzésre.
43. Rennerfelt, E., Thunell, B. (1950): Undersökningar över bokens rödkärna. Medd. Stat. Skogsforskningsint. 39 (4), 1 - 36
44. Rumpf, J et al. (1994): Bükk álgesztesedés vizsgálata a zirci erdőzetnél. Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőhasználati Tanszék Sopron. [nem publikált].
45. Sachsse, H. (1991): Kerntypen der Rotbuche Forstarchiv, 62: Nr. 6, S 238-242

46. Sopp, L. (1974): Fatömegszámítási táblázatok - fatermési táblákkal. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
47. Strasburger, E. (1891): Über den Bau und die Vorrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena. 275.
48. Tolvaj, L; Varga, D.; Molnár, S. Pál, A. (2001): A gőzölés színváltoztató hatása fehér és színes gesztű bükk faanyag esetében. Faipar 2001/4 11-12
49. Tuzson, J. (1904): A Bükkfa Korhadása és Konzerválása. A m. kir. földművelésügyi minister kiadványai. 17. Szám. Budapest
50. Vanyin, Sz.I. (1955): Lesznaja fitopatológija. Moszkva – Leningrád
51. Vargáné Földi, H. (1988): A bükk álgesztjének néhány anatómiai és fizikai sajátossága. Faipar 2000/1. 22-23
52. Zalčík, R. (1936): Impregnácia pražcov a hospodárenie pražcami v Nemecku. Čs. spol. pro zveleb. dřev. hosp., sv.1, Praha
53. Zycha, H. (1953) The red Heart of Beech. HZBI 79: 973-974
54. Winkler, A (1998) Faforgácslapok. Dinasztia Kiadó. 27-28; 39. Budapest
55. Winkler, A (1999) Farostlemezek. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó 46. Budapest

PUBLIKÁCIÓK

Folyóiratcikkek:

1. Apostol Tamás 1978: Rétegelt ragasztott fatartó gyártása Lengyelországban. Faipar 1978/8
2. Molnár, S., Németh, R., Fehér, S., Apostol, T., Tolvaj, L., Papp, Gy., Varga F. 2001: Technical and technological properties of Hungarian beech wood consider the red heart. Drevarsky Vyskum, 46/1 21-29.
3. Apostol Tamás 2004: Az álgeszt kialakulása a szakirodalom tükrében Faipar 2004/1

Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent idegen nyelvű előadás

1. Molnár, S., Németh, R., Fehér, S., Apostol, T., Várallyay, Cs. 2001: Modelling the Wood Processing Chain for Red Heart Beech. COST ACTION E 10 Wood Properties for industrial Use in Bordeaux, France

Előadások:

1. Apostol Tamás 1996: Hungarian organisations and the finances education, research and development in Forestry and Wood Science. Hungarian Wood Science Foundation. 1996.nov.11. University Canterbury New Zealand
2. Apostol Tamás 1999: Néhány gondolat az alföldi fenyők tulajdonságairól és felhasználási lehetőségeiről. Soproni Egyetem 1999.11.04. Soproni Egyetem Doktori Iskola Szeminárium, Sopron
3. Apostol Tamás 2001: Új gyármánycsalád kialakítása álgesztes bükk fűrészáru felhasználásával. Konferencia Lenti 2001.június 07.

MELLÉKLETEK

[technikai ok miatt a 83. oldalt a 87. oldal követi]