

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. Ablakok általános ismertetése.....	4
2.1. Az ablakok épületfizikai tulajdonságai.....	4
2.2. Követelmények .....	4
2.3. Az ablakok alapanyagai .....	5
2.4. Az ablakok felépítése.....	5
2.5. Az ablakok kiegészítő tartozékai.....	5
2.6. Üvegezésük .....	6
2.7. Az ablakokhoz használt vasalat rendszerek .....	7
2.8. Felületkezelésük .....	7
3. Ablakgyártáshoz használatos alapanyagok ismertetése .....	8
3.1. Erdei fenyő (Pinus sylvestris).....	8
3.2. Vörösfenyő (Larix decidua) .....	11
3.3. Meranti (Shorea spp) .....	15
3.4. Lucfenyő (Picea abies ) .....	18
3.5. Tölgy (Kocsányos, Kocsánytalan) (Quercus robur, Quercus petraea).21	
3.6. Akác (Robinia pseudoacacia) .....	24
4. Technológiai folyamat leírása.....	33
5. Mintadarabok legyártása .....	40
6. Vizsgálatok leírása .....	49
6.1. Öregítési vizsgálat leírása.....	50
6.2. Színmérés.....	52
6.3. Törési eljárás menete és vizsgálata.....	55
7. Eredmények, következtetések .....	60
7.1 További vizsgálatok. ....	60
8. Köszönetnyilvánítás .....	61
9. Felhasznált irodalom .....	61
10. Melléklet	
10.1. Az öregítő berendezés típusa és a mérés fontosabb paraméterei	
10.2. CIELAB rendszer bemutatása	
10.3. Színmérés eredményei	
10.4. Mintatestek színmérési grafikonjai	
10.5. Tervezett ablak műszaki rajzai	

# 1. Bevezetés

Szakedolgozatom témáját azért választottam, mert kiskorom óta faipari műhelyben dolgoztam édesapámmal, és nagyon megszerettem a nyílászárókat, azon belül is az ablakokat. Nem utolsósorban az akác, mint faanyag, már régóta foglalkoztatott, amellyel a fafaj választék bővíthető. Ebben a szakdolgozatban a hazai nyílászáró gyártás számára az akác alapanyag felhasználhatóságát kívánom kidolgozni. Megpróbálok rávilágítani arra, hogy ezt az eddig erre a célra nem alkalmazott fafajt alapanyagként alkalmazza az ipar, ezzel új piacot nyitva meg. Az akác alapanyag megmunkálási, ragasztási tulajdonságaira elegendő elméleti és gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre, amely az ablakgyártási alkalmazhatóságot alátámasztja. Az akác időjárás állósága tekintetében, kültéri nyílászáróként történő alkalmazása azonban még nem eléggé feltárt, ezen a területen a tapasztalatok még hiányosak. A szakdolgozatban alkalmazott vizsgálati módszer (felületöregbítési eljárás) pontosan a kültéri nyílászárók tényleges klimatikus terhelését (csapadék, UV sugárterhelés) hivatott szimulálni. Azért választottam e fafajtát, mert az országban nagy mennyiségben fordul elő és felhasználási területe még szűkös. Talán ezzel a fafajtaival ki lehetne váltani más drága alapanyagot. Ami az akác mellett szól, hogy nagyon tartós, kemény, szép színnel rendelkezik tehát esztétikusnak mondható. Korábban folytak már sikeres kísérletek az akác, mint alapanyag ablakgyártási célú alkalmazásával kapcsolatban. (Copernikus program 2000). Inkább a Benelux államokban folytak vele kísérletek, mint belső ajtók, de a benne lévő nagy feszültségek miatt a táblásított betétanyagok megnyíltak. A későbbiekben taglalom azt a modifikációs eljárást, amivel ezek a feszültségek kiküszöbölhetőek lehetnek, illetve lesznek is.

## **2. Az ablakok általános ismertetése**

Az építőipar növekedésével egyre többen lesznek, akiknek igényük és lehetőségük van az átlagosnál eltérőbb egyedi korszerű lakókörnyezet megvalósítására. A hazai nyílászáró cégek megnövekedett kínálata lehetővé teszi a különféle és eltérő anyagok felhasználásával energiatakarékosabb, jó hőszigetelő képességgel rendelkező nyílászárók beépítését. A szelvények is sokoldalúak. A régi IV 68-as szelvényméretet felváltotta a IV 78-as (néhány gyártónál akár az IV 92-es) tehát a szelvény vastagságának, szélességének növekedése pozitívan befolyásolja a lakás épületfizikai tulajdonságait. Vannak habszerű, farost, középhlammellákkal rendelkező, illetve légcellás szelvények és persze tömör elemek. Ezen szerkezeti lehetőségeket lehet alkalmazni a gyártásnál, mindegyik vevőorientált. Tehát a vevő és annak pénztárcája dönti el, mit szeretne beépíteni a saját házába. A vastagabb szelvényméretek ráadásul beépíthetővé teszik a háromrétegű többfunkciós üvegszerkezeteket is. Nagyon fontos a megfelelő minőségű alapanyag beszerzése, mert csak abból lehet megfelelő terméket előállítani. Elsődleges alapanyagok a hosszoldott frízek, illetve pallók.

### **2.1. Az ablakok épületfizikai tulajdonságai**

- légzárás
- hanggátlás
- vízzárás
- szélállóság
- hő átbocsátás

Ezen épületfizikai tulajdonságok folyamatos javítása a cél.

### **2.2. Követelmények**

- időjárás elleni védelem
- betörés elleni védelem
- könnyű kezelhetőség
- fényáteresztés
- könnyű kezelhetőség

Ezen szakdolgozatban csak a fa ablakokkal foglalkozom a többit csak megemlítem.

### **2.3. Alapanyagai**

- fa
- alu-fa
- műanyag
- alumínium

### **2.4. Az ablak felépítése**

- tok, szárny

#### **Tok**

- tok alsó
- tok felső
- tok; álló jobbos
- tok; álló balos
- vízszintes vagy függőleges tokosztó borda

#### **Szárny**

- szárny-álló (jobbos, balos)
- szárny-fekvő (alsó, felső)

### **2.5. Kiegészítő tartozékok**

- szerelvények, vasalatok
- kilincs
- vízvető
- szárnyperem takaró
- tömítő profilok
- zárfogadók
- hibás működtetés gátló

#### **Keretszerkezet**

Keretszerkezet összeillesztése csapozással - kétszeres, vagy 2,5-szeres ollós csappal történik, mert ez biztosítja a legnagyobb terhelhetőséget. Ragasztásuk PVAC- ragasztóval valósul meg.

## **Nyitási mód szerint lehetnek**

- fix (nem nyílik)
- nyíló (jobbos, balos)
- középen felnyíló
- bukó
- bukó-nyíló (jobbos, balos)
- billenő
- forgó (jobbos, balos)
- emelő toló
- bukó toló

Az ablakok nyitási módja függ az ablakkal támasztott funkcionális követelményektől.

- A beépítési követelményektől
- A mérettől
- Az anyagától
- Különböző igényektől
- Anyagi lehetőségektől

## **2.6. Üvegezésük**

Az ablakok üvegezése szelvény és igényfüggő, azaz az üveg vastagságának kiválasztása befolyásolja a szelvényméretet. Az üvegmezők megosztása osztóbordákkal történik, amely lehet csapolva, üveg közötti, ráragasztott illetve rápattintható. A vevői igényektől függően választjuk ki az alkalmazandó típust. Az üveget a szárnyban távtartó teherbíró ékekre helyezzük, ezek elhelyezése nyitásmód függő.

Az üveget az üvegléc rögzíti. A külső és belső vízzáró tömítést a szárnykeret és az üvegezés között tömítő profil (száraz üvegezés), vagy szilikon tömítés (nedves üvegezés) biztosítja.

### **A felhasználható üveg fajták**

Hőszigetelő üvegek biztosítják a szerkezet jó hőszigetelését és hanggátlását (kétrétegű egy légtérrel, háromrétegű két légtérrel, illetve 4 rétegű három légtérrel). A hőátbocsátási tényezőt a felhasznált nemesgáz töltésével lehet még jobban csökkenteni.

## **Az alkalmazott alapüveg típusok lehetnek**

- síküveg
- edzett biztonsági üveg
- ragasztott biztonsági üveg
- ólomüveg
- katedrálüveg
- homokfúvott üveg

## **2.7. Az ablakokhoz használt vasalat rendszerek**

A vasalatrendszerek az ablak nyitásmódjától, betörésgátlási fokozatától függnnek. A szokásos bukó-nyíló vasalat rendszerek elemei a szárnyban és a tok belső aljazásában helyezkednek el, kivéve a látszó sarokcsapágyak és az ollócsapágyak. A teljesen rejtett vasalatok esetében nincsenek látszó vasalat elemek a szárny zárt állapotában, ez további esztétikai előnyökkel jár. Kiegészítői elemekkel lehet egyedi komfort, biztonsági és esztétikai igényeket kielégíteni. Ezek pl. a nyitásérzékelő, hibás működtetés gátló, résszellőztető, zárható kilincsek, színes vasalat takarók.

## **2.8. Felületkezelés**

Elsősorban a fa ablakoknál széles választékot kínálnak a gyártók. Jellegzetes a lazúros felületkezelés, amely a megfelelő védelem mellett a fa természetes megjelenését látszatni engedi.

### **A felületkezelés többrétegű felépítéssel készül**

- gombavédő alapozás
- egyes fafajoknál gyantalekötő használata
- középréteg felhordása, pihentetés
- fedőréteg felhordása előtt finomcsiszolás, portalanítás
- fedő réteg felhordása 1, vagy több rétegben

Ezen felületkezelési eljárásnál alkalmazott eszközök, amelyek a minőségi munka érdekében mindenképp használatosak, mint például a szórópisztolyos felhordás (airless, airmax).

Megfelelő elszívás biztosítása nagyon fontos az ott dolgozók számára egészségügyi okokból. A felesleges festék megkötése, lekötése elszívó fallal és vízfallal lehetséges. Fontos az ideális párásítás a lazúr felületen történő megkötése érdekében. Amennyiben ez nem megoldott a felületen, a lazúr összezsugorodik és nem lesz homogén a szelvény felülete.

Fontos az ablakok megfelelő mozgatása, legegyszerűbb és legjobb a kötőtpályás konvejpálya alkalmazása, folyamatos anyagáramlást biztosít. Megkönnyíti és meggyorsítja a munkálatokat.

A fedőréteggel ellátott pihentetett, terméket olyan módon kell tárolni, hogy a kapott homogén felület ne sérüljön. Erre teljes mértékben megfelelnek az úgynevezett ablakos kocsik, amelyek a megfelelő szelvényméret befogadására alkalmasak. Ezek tüskéi burkoltak, e tüskék közé kerülnek bele a termékek és így szállíthatóak át más helyekre sérülésmentesen.

Műanyag ablakok esetében a szokásos profilok fehérek, a színes profil fóliázott, vagy akril bevonatú extrudált lehet.

Alufa esetében az alumínium külső burkolat a megfelelő időtálló festékekkel kezelhető le, illetve már színezett is lehet, de a fa keretek teljes felületkezelése ugyanaz, mint a faablaké.

### **3. Ablakgyártáshoz használatos alapanyagok ismertetése**

#### **A hazai ablakgyártásban alkalmazott fafajok**

- Borovi fenyő ( *Pinus sylvestris* )
- Lucfenyő ( *Picea abies* )
- Meranti ( *Shorea spp* )
- Tölgy (Kocsányos, Kocsánytalan) ( *Quercus robur*, *Quercus petraea* )
- Vörösfenyő ( *Larix decidua* )
- Akác ( *Robinia pseudoacacia* )

#### **3.1. Erdeifenyő ( *Pinus sylvestris* L. )**

Kereskedelmi elnevezések: Borovi fenyő, Kiefer, Forche, Föhre, European Redwood, Baltic Redwood, Scots Pine, Szoszna obüknovennaja.

## **Az erdei fenyő fizikai tulajdonságai**

Sűrűség: a közönséges erdeifenyő sűrűbb a sima, a luc- és jegenyefenyőknél, de a termőhelytől (az átlagos évgyűrűségektől) függően igen változó sűrűségi értékeket mutat:

- légszáraz sűrűség: 330-520-890 kg/m<sup>3</sup>
- a friss termelésű (élőnedves) faanyag sűrűsége: 750-800-900 kg/m<sup>3</sup>.

## **Zsugorodási jellemzők, %**

- sugárirányban: 2,6-4,0-5,1
- húrirányban: 6,1-7,7-9,8
- rostirányban: 0,1-0,4-0,6
- térfogati: 8,9-12,4-16,0

Kevésbé vetemedik, mint a lucfenyő, de az előforduló vaserességi fahiba problémákat okozhat.

Az erdei fenyő fűtőértéke: 16.745 kJ/kg, 8205 MJ/m<sup>3</sup>.

## **Az erdei fenyő tartóssága**

Az erdeifenyő (elsősorban a gesztje) tartósabb a luc-, jegenye- és a sima fenyőknél. A DIN 68364 szabvány a 3-4 tartóssági osztályba sorolja (a vörösfenyő és a duglász- a 3. a luc- és a jegenyefenyő pedig a 4. osztályba tartoznak). A szabadon beépített szerkezetek (oszlopok, karók, talpfák, kerti bútorok stb.) védőkezelésre szorulnak.

Mechanikai tulajdonságok: az értékek légszáraz állapotban (U = 12%) értendők a rostokkal párhuzamos irányban.

- nyomószilárdság: 35-58-94 MPa
- húzószilárdság: 35-104-196 MPa hajlítószilárdság: 41-100-205 MPa
- nyírószilárdság: 6,1-10-14,6 MPa
- hasító szilárdság: 0,24 N/mm<sup>2</sup> (a sugár mentén)
- üté-hajlítószilárdság: 1,5-4,0-13 J/cm<sup>2</sup>
- keménység (Brinell): n bütü 25-40-72 N/mm<sup>2</sup> oldal 13-19-24 N/mm<sup>2</sup>
- hajlító rugalmassági modulusz (E): 6900-12000-20100 MPa



Az északi típusú, jó minőségű erdei (borovi) fenyő kiváló szilárdsági és rugalmassági jellemzőkkel rendelkezik (az értékek a vörösfenyőéhez hasonlóak). A szilárdsági jellemzők szoros kapcsolatban állnak a sűrűséggel, így a laza szövetű fák szilárdsága is kisebb. A szerkezeti célú faanyagoknál az erdeifenyő göcsösségének szerepe rendkívüli: pl.: ha a göcsök együttes átmérője eléri az alkatrész szélességének a 30%-át, akkor hibamentes fához viszonyítva a hajlítószilárdság 33%-kal csökken.

### **Az erdei fenyő megmunkálási sajátosságai**

Az erdeifenyő jól szárítható, de intenzív, mesterséges szárításkor a szíjácsban finom repedések keletkezhetnek. A védőszeres kezelésnél a szíjács kiválóan, a geszt rész kevésbé telíthető. Kékülés ellen elegendő a mártással történő védelem. Fája az összes forgácsoló eljárással jól megmunkálható, de az erősen gyantás, vaseres faanyag feldolgozása nehézségeket okozhat. Rakodólapok, ládák stb. gyártásakor jól szegezhető, csavarozható. Valamennyi ragasztóanyaggal jól ragasztható. A faanyag felületkezelési sajátosságait a különböző felhasználási területeknek megfelelően kell elemezni. Így az északi államokra jellemző faházgyártásnál a külső festést csak a faanyagvédelmét követően szabad elvégezni. Jó minőségű bevonatot csak az esetben kapunk, ha a faanyag nedvességtartalma nem haladta meg a 14%-ot. Külsőtéri felületkezelésre, ha az erdeifenyő szép rajzolatát és színét is meg akarjuk tartani, akkor lazúr lakkok alkalmazása javasolható. Takart felületkezelésre (festésre) diszperzit, alkyd- és műgyantaolaj alapú felületkezelő anyagok javasolhatók. Olajlakkok és poliészter alkalmazásakor a gyantában gazdag és erősen göcsös faanyagnál szárítási problémák jelentkezhetnek. Belsőtéri felületkezelésre előnyösek a színtelen vagy enyhén pigmentált lazúrok, a világos és színes viaszok. Amennyiben a felület mechanikai védelme szükségeltetik, akkor lakkbevonatokat kell alkalmazni. Az egyenletes, jó minőségű erdeifenyő általában gyantamentesítés nélkül is pácolható.

## **Erdei fenyő felhasználási területei**

Az erdeifenyő kiválóan alkalmas forgács-, farost- és fagyapotlemez gyártására. Papírgyártásra is alkalmas, de magas gyantatartalma miatt különleges vegyszerezést igényel (e célra a lucfenyő előnyösebb).

Az erdeifenyőt széleskörűen alkalmazzák faházak, kültéri falétesítmények készítésére. Észak-európai tapasztalatok szerint a telített erdeifenyő-talpfák 20-40 évig is eltarthatók. Felhasználják zsindelyként, útburkoló kockaként, hajóépítésnél, árboc és vitorlarúd céljára. Fontos bányafa és oszlopféleség. Nagy tömegben gyártanak belőle rakodólapokat, ládákat. Keresett faanyag a ragasztott tartószerkezetek és a különböző ácsszerkezetek készítésére. Dekoratív, tartós ajtók és ablakok készíthetők belőle (tömeggyártásra jobban kedvelik a nála könnyebben megmunkálható lucfenyőt). Felhasználható kisebb igénybevételek esetén lépcsők és padlóburkolatok gyártására is. Markáns, szép rajzolata, kedvező színe miatt a belsőépítészet és a bútorgyártás igen keresett fafaja. Itt nemcsak tömörfaként, hanem színfurnérként is felhasználásra kerül.

Megjegyzés: az erdeifenyők (Pinusok) nemzetségében nagyon sok eltérő tulajdonságú, de külső megjelenésben hasonló faj van. Pl.: a szibériai erdeifenyő (Pinus Sibirica) még a sima fenyő (Pinus Strobus) közismerten alacsony sűrűségét (250-300 kg/m<sup>3</sup>) sem éri el. A trópusi erdeifenyők erősen gyantásak, inhomogének. Tehát a közönséges erdeifenyő (Pinus Sylvestris) helyettesítésére javasolt fajok vételekor igen körültekintően kell eljárni.

(Forrás: <http://www.fatelep.ich.hu/erdei-feny%F5-pinus.html>)

Az erdei fenyő kedvelt alapanyag a nyílászáró gyártáshoz. Jól megmunkálható forgácsolható, és felületkezelése is problémamentes. Tartóssága miatt a szíjács nem alkalmas kültéri alkalmazásra, a geszt anyag tartóssága azonban már megfelel.

## **3.2. Vörösfenyő (Larix decidua)**

Az Európában, Ázsiában és Észak-Amerikában elterjedt vörösfenyők a faanyag szöveti szerkezete, színe és fizikai jellemzői alapján egymástól nehezen különíthetők el.

A nemzetközi faterkedelemben így 6 különböző vörösfenyőfajnak van jelentősége (e fajokat általában egységesen vörös- fenyőnek nevezik).

### **Közönséges vörösfenyő**

*Larix decidua* (L. *europaea*), vörösfenyő, európai vörösfenyő, Lärche (ném.), Larch (ang.), Lisztvennyica europejszkaja (orosz), Larck (svéd).

### **A vörösfenyő műszaki jellemzői**

A vörösfenyőt kiválóan lehet felhasználni minden olyan szerkezetnél, termékénél, ahol a tartósság, a szilárdság és a keménység fontos követelmény. Az elterjedtebb fenyők közül egyedül a vörösfenyőt sorolhatjuk a "közép kemény fák" közé. Itt meg kell azonban jegyeznünk, hogy a magashegységi vörösfenyő (pl. alpesi, tátrai) kitűnik rendkívül keskeny, finom évgyűrűszerkezetével, sötétvörös gesztjével. Az ilyen állományokat 130-140 éves korban termelik ki, és az itt nyert kemény, szilárd faanyagot az alpesi területeken "Steinlärche"-nek (sziklai vörösfenyőnek) nevezik. Ezzel szemben az alacsonyabb fekvésű (sík-, dombvidéki) állományokat a gyakran fellépő tőkorhadás (*Phaeolus schweinitzii*) miatt 40-60 éves korban kitermelik. Az ilyen laza szövetű vörösfenyőt "Wiesenlärche"-nek (mezei vörösfenyőnek) hívják.

### **Vörösfenyő fizikai tulajdonságok**

Sűrűsége a hazai fenyők között a legnagyobb. Értékei a következők (a minimális értékek a laza szövetű), a maximális értékek a sűrű szövetű vörösfenyőt reprezentálják).

### **Zsugorodási jellemzők %-ban**

- sugár 3,3
- húr 7,8
- rost 0,3
- térfogati 11,4

A húr- és a sugárirányú zsugorodás jellemzői közötti jelentős eltérés miatt vetemedésre hajlamos, mesterséges szárításkor viszonylag lassúbb menetrendeket igényel.

### **A vörösfenyő tartóssága**

Igen tartós, időjárásálló. E tulajdonságát gyanta- és csersavtartalmának, illetve nagy sűrűségének köszönheti. A beépített faanyagot azonban több gombafaj károsíthatja (Merulius, Poria, Comiophosa fajok), nedvességi hatások, illetve szakszerűtlen beépítés esetén. Becsült tartóssága: szabadban 65 év, víz alatt 500 év, állandóan száraz körülmények között (zárt épületben): 1800 év.

DIN-EN 350-2 III.-VI osztályba tartozik (mérsékelt tartós, kevésbé tartós)

### **A vörös fenyő mechanikai tulajdonságai**

A fontosabb szilárdsági jellemzők a rostokkal párhuzamos irányban, légszáraz állapotban ( $u = 12\%$ ) a következők, MPa

- nyomó: 41-55-81
- húzó: 107
- hajlító: 64-99-132
- nyíró: 4,5-9,0-10,0
- ütőhajlító szilárdság ( $J/cm^2$ ): 4,0-6,0-13,0
- Statikus hajlító rugalmassági modulusz: 6300-13800-26000

A szilárdsági jellemzőknél felhívjuk a figyelmet a sík- (domb) vidéki és a magashegységi vörösfenyők közötti jelentős különbségekre. (A hazai vörösfenyő általában a gyengébb kategóriába tartozik.)

### **A vörösfenyő megmunkálási sajátosságai**

Valamivel lassabban, mint a luc- és jegenyefenyő, de jól szárítható (repedésre azonban hajlamos). Az összes forgácsoló eljárással jól megmunkálható, de a gyantatáskák és az esetenkénti csavarodottság gondot okozhat. Jól faragható. Könnyen szegezhető, csavarozható. Mindenféle ragasztóanyaggal jól ragasztható. Pácolás előtt gyanta mentesíteni kell, lakkozás után erősen sötétedik.

Nehezen fényezhető, külső téri felhasználásnál különösen fontos a szijácsos részek védelme (kékülésre is hajlamos). Telítése nehézkes, de nélküle is tartós.

### **A vörösfenyő felhasználási területei**

Különösen azokon a területeken keresett, ahol a tartósság és a szilárdság a fontos. Így felhasználhatják a földmunkákhoz (pl. partvédelem), a bányászatban (aknafa), víz- és hídépítésben, malomépítésben. Kiváló vezetékoszlop, hajóárbc. Alkalmazzák vasúti talpfaként is. Szép, határozott rajzolata előnyös a furnérgyártásban, tetszetős lépcsők, bútorok, ablakok, falburkolatok készíthetők belőle. Az építészetben fontos szerkezeti anyag, értékes zsindegy. Gyantájából készítik a "velencei terpentint". Az alacsonyabb minőségű hengeres fát forgács- és farostlemezgyártásban (keverék fafajként ritkán papírgyártásra is) használják.

(Forrás: Dr. Molnár Sándor (<http://www.fatelep.ich.hu/vorosfenyo-larix-decidua.html>))

### **Gyakorlati tapasztalatom a vörösfenyő nyílászáróként való alkalmazása esetén a következők**

A 1. képen látható egy rétegragasztott vörös fenyő ablakfríz, bútú irányból. Látható rajta a szimmetrikus rétegfelépítés és a megfelelő évgyűrűszerkezet. Gyantatartalma miatt a felületkezelése problémás mivel nincs olyan gyantalekötő, amely teljes mértékben meggátolná a gyanta kitüremkedését a megmunkált felületen. Hő illetve napsütés hatására a felület kirücskösödik, gyantakiválás tapasztalható. Próbálkozások voltak Milesi és a Remmers cég által gyártott gyantalekötőkkel, vizes bázisú lazúrok esetén nem vált be, oldószeres esetében voltak eredmények. Nagyon sok garanciális probléma adódott e tulajdonsága miatt. Eredményesnek tekinthető az üzemből még ki nem került áru felületének finom papírral való lecsiszolása és dupla, esetleg háromszoros új fedőréteg felhordása. Probléma még a megfelelő minőségű fűrészrönk illetve ajtó-ablakfríz beszerzése. Az oroszországi fűrészrönk beszerzése már nem lehetséges, mivel a faanyagot rönk formájában nem lehet kivinni az országból. Az alapanyag ott kerül feldolgozásra.



1. kép: rétegragasztott vörös fenyő fríz, bútű irányból

A jelenlegi helyzetben Németországból kell importálni a hosszoldott rétegragasztott frízeket, azonban ennek a minősége sem mindig kielégítő. Felváltására vannak próbálkozások, ami eredményesnek nevezhető, mert tartóssága majdnem teljes mértékben megegyezik a vörösfenyőével. Ez az Oregon fenyő, amely hasonló tulajdonsággal bír, mint a vörösfenyő.

### 3.3. Red Meranti

A meranti fajok (Shorea) távol-keleti egzóták, Malajziában, Indonéziában, a Fülöp-szigeteken honosak. Több változatuk ismert: red meranti (vörös), dark red meranti (sötétvörös), light red meranti (világosvörös), yellow meranti (sárga), white meranti (fehér). Az elnevezések értelemszerűen a fa színválasztékára utalnak, de termőhelyeik, sűrűségük és így műszaki tulajdonságaik is eltérőek. Használatosak még a dark red seraya, light red seraya, stb. megnevezések.

A felsorolt meranti-félék közül a dark red meranti faanyaga a legértékesebb és a leginkább alkalmazott. A vörös meranti félék közepes vagy nagy sűrűségű fajok, légszáraz sűrűségük  $560-890 \text{ kg/m}^3$ , jó műszaki tulajdonságokkal rendelkeznek. Faanyaguk szilárd, rugalmas és nagyon jól megmunkálható, gyalulható, marható, csapolható, csiszolható. Mivel egyenes szálú, hibamentes fa, megmunkálásakor nem történik szálkiszakadás. Más tapasztalatok szerint a megmunkált felület gyakran érdes és csiszolásakor csak a rostokkal párhuzamos csiszolásnál kapunk jó felületet.

A furnéripari rönkök jól hámozhatók, késelhetők. A sötétebb színű faanyag megmunkálása energiaigényesebb. Felületkezelésük nem okoz problémát, jól festhető, lakkozható, tapaszolható. Az első lakkréteg mélyen beívódik, és a szálakat felhúzza.

A red meranti és dark red meranti legfontosabb alkalmazási területe az épületasztalos-ipar, ezen belül legfőképpen az ablak- és ajtógyártás. A sötétvörös meranti kiváló nyílászáró-fafaj, Európában nagyobb mennyiségben használják az ablakgyártásban, mint az összes többi egzótát együttvéve.

A meranti-félék felhasználásakor nagyon fontos, hogy a fűrészárut szín és sűrűség alapján megfelelően osztályozzák. Ez a besorolás már a fűrészüzemekben megtörténik annak érdekében, hogy azonos tulajdonságú faanyag kerüljön szárításra és a tartósság is legyen egységes. A továbbfeldolgozás során esztétikai okokból célszerű válogatni az esetenként erős színeltérés miatt a fűrészárut, főleg abban az esetben, ha szintelen vagy lazúros felületkezelést alkalmazunk. Az ajtó- és ablakgyártásban hagyományosan használt fenyőfélékhez, lucfenyőhöz hasonlítva a red meranti hasonlóan jól megmunkálható, ugyanakkor az időjárás hatásainak, a gomba- és rovarkárosítóknak jobban ellenáll.

### **A red meranti műszaki tulajdonságai**

A vörös meranti félék közepes vagy nagy sűrűségű fajok. Légszáraz sűrűségük 560-890 kg/m<sup>3</sup>. Jó műszaki tulajdonságokkal rendelkeznek; faanyaguk szilárd, rugalmas és nagyon jól megmunkálható, gyalulható, marható, csapolható, csiszolható. Mivel egyenes szálú, hibamentes fa, megmunkálásakor nem történik szálkiszakadás. Más tapasztalatok szerint a megmunkált felület gyakran érdes és csiszolásakor csak a rostokkal párhuzamos csiszolásnál kapunk jó felületet. A furnéripari rönkök jól hámozhatók, késelhetők. A sötétebb színű faanyag megmunkálása energiaigényesebb. Felületkezelésük nem okoz problémát, jól festhető, lakkozható, tapaszolható. Az első lakkréteg mélyen beívódik, és a szálakat felhúzza. A meranti félék fája annál tartósabb, minél sötétebb színű. Így a sötétvörös meranti időjárásálló és a biológiai kártevőknek is jól ellenáll.

A világos színű merantik faanyagának természetes ellenálló képessége viszont nem kielégítő, így ezek kültéri felhasználásra vagy nedves helyiségekben nem alkalmazhatók. Szárításukat, mint általában a trópusi fafajokét, célszerű óvatosan végezni, mivel faanyaguk viszonylag nagymértékben zsugorodik és a zsugorodási anizotrópia sem elhanyagolható, így vetemedésre, repedezésre hajlamosak. A keményebb és sötétebb színű fajok nehezebben, lassabban száradnak. Általánosságban viszont elmondható, hogy a merantik faanyaga többnyire minden nehézség nélkül szárítható.

Tartóssági besorolása: MSZEN 350-2:1 1998 alapján, a malajziai eredetű meranti nem meghatározott fafajt jelöl, hanem kelet ázsiai keményfák egy kevert kereskedelmi csoportját. Az egyedi fajok valamennyi csoporton belül különböző tartóssági és kezelhetőségi tulajdonságokkal rendelkezhetnek, emiatt nehéz lenne egyetlen besorolást alkalmazni, ilyen kevert fafajokra.

### **Gyakorlati tapasztalat**

Jól tömbösíthető forgácsolható, megmunkálása problémamentes. Csiszolása közben viszont a felületről távozó finom por irritációt okozhat, főleg a légúti szervekben. Ültetvényszerű természetésének következtében műszaki tulajdonságai romlanak. Nagy színeltéréseket is tapasztaltam felhasználása során, ezt magára a faanyagra értettem.

(Forrás: <http://sdt.sulinet.hu/Player/Default.aspx?g=7b1c7e54-4d34-40c7-aaee-64749b1356e3&cid=b1c3e50b-9e5f-4461-8285-69605aa7875c>)



2.kép: Szárított meranti pallók máglyázva



### 3.4. Lucfenyő (*Picea abies*)

Közép- és Észak-Európa legelterjedtebb és egyik legfontosabb fafajcsoportja. A lucfenyők nemzetségében mintegy 50 faj és ezen belül 250 fajta található.

Botanikai elnevezések: Az európai fakereskedelemben lucfenyő néven a következő 3 fajt forgalmazzák:

- 1.) Európai (közönséges) lucfenyőt: *Picea abies* (azonos a *picea excelsaval*), ez a leggyakoribb, legismertebb faj.
- 2.) Szibériai lucfenyő: *Picea obovata*
- 3.) Szerb lucfenyő: *Picea omorica*

#### Lucfenyő műszaki jellemzői

##### Elemi összetétel, %:

- szén 50,13
- hidrogén 6,20
- oxigén 43,45
- nitrogén 0,04
- egyéb elemek (hamualkotó ásványi anyagok) 0,37

##### A fatest vegyi összetétele

- cellulóz 58%,
- lignin 28%,
- hemicellulózok 11%,
- gyanta és egyéb járulékos anyagok 2,6%,
- hamu 0,4%.

A lucfenyő papíripari fontosságát mutatja az egyedülállóan magas cellulóztartalma. Hancsa felhasználható a csersavgyártásra (9%-ban tartalmazza), rendelkezik a tartósságot növelő különleges gesztesítő anyagokkal. A pH-értéke viszonylag kicsi (savas): 3,8.

## **Lucfenyő fizikai tulajdonságok**

Könnyű, puha fa. Sűrűsége jelentősen függ a termőhelytől (az északi és a szibériai luc sűrűbb).

### **Sűrűségi értékei, kg/m<sup>3</sup>**

- abszolút száraz állapotban: 300-430-640
- légszárazon: 330-470-680
- élőnedvesen: 740

A "répafenyő" megnevezést a széles évgyűrűjű, laza szövetű lucfenyőnél is alkalmazzák, a jó minőségű hangszerfa ("rezonanszfa") keskeny, egyenletes évgyűrűjű és viszonylag nagy sűrűségű.

### **Zsugorodási jellemzők, %**

- sugár: 3,6
- húr: 7,8
- rost: 0,3
- térfogati: 12,0

A nagy zsugorodási anizotrópia miatt erősen vetemedik. Intenzív szárításkor "teknősödik".

Fűtőérték: 16328 kJ/kg, 7021 MJ/m<sup>3</sup>.

Tartósság: A kevésbé tartós fafajok közé tartozik (a DIN 68364 szabvány a 4. rezisztenciaosztályba sorolja).

A külső térben és az épületszerkezetekben felhasznált lucfenyő védőkezelést igényel.

## **Lucfenyő mechanikai tulajdonságok**

A lucfenyő az igen szerény sűrűségi értékéhez (súlyához) viszonyítva viszonylag jó szilárdsági és kiváló rugalmassági jellemzőkkel rendelkezik.

A fontosabb jellemzők a rostokkal párhuzamos irányban, légszáraz állapotban (U = 12%):

- nyomószilárdság MPa: 35-50-79
- hajlítószilárdság MPa: 49-78-136
- húzószilárdság MPa: 40-90-245
- nyírószilárdság MPa: 5,4-6,7-12,0
- üté-hajlítószilárdság J/cm<sup>2</sup>: 1,0-5,0-11,0
- keménység (Brinell) MPa: bütü 32
- hasítószilárdság MPa: 0,2
- hajlító rugalmassági modulusz MPa: 733-11000-21400

### **Lucfenyő megmunkálási sajátosságai**

Jól, gyorsan szárítható, de ügyelni kell a szakszerű rakatkialakításra, mert vetemedésre hajlamos. Rendkívül nehezen telíthető (az udvaros gödröcskék a sejtek falában elzáródnak), mely probléma nehezíti a külsőtéri alkalmazását. A mechanikai megmunkálás (forgácsolás, aprítás, hasítás) szempontjából a legelőnyösebb fafajnak tekinthető (kivételt képez a csavarodott faanyag). Jól ragasztható, csavarozható. Kiválóan ragasztható valamennyi ragasztóanyaggal. Felületkezelésnél a gyantaömlenyek (táskák) eltávolítására kell nagy gondot fordítani. Pácolás esetén a két pászta közötti eltérés előnyös megjelenést eredményez. Vízben való tárolás esetén a fatestben foltok, sötét csíkok keletkezhetnek. Ez csak takart felületkezeléssel (festéssel) tüntethető el.

### **Lucfenyő felhasználási területei**

A nagy tömegben rendelkezésre álló és viszonylag homogén minőségű, jól megmunkálható, könnyű, szilárd lucfenyő a következő formákban és területeken kerül felhasználásra.

Hengeres formában: kertépítészeti, mély- és magasépítés, vezetékoszlop.

Fűrészelt kivitelben: ládák, rakodólapok, gerendák, építőipari szerkezeti elemek, (A lucfenyő a legfontosabb építőipari faanyag), zsaludeszkák.

Gyalult kivitelben: ablak- ajtóelemek, bútorelécek, gyalult profilécek, lambériák, külső és belső épületelemek, létrák, lépcsők részei.

Egyéb formában: aprítékok formájában a forgács- és farostlemez gyártáshoz cellulóz fagyapot céljára. A lucfenyő pótolhatatlan értékű a vonós hangszer gyártásban.

Megjegyzés: Igen gyakran a jegenyefenyővel keverten kerül forgalomba. Ezt célszerű elkerülni, mert a lucfenyő előnyösebb a megmunkálás és az alkalmazás szempontjából egyaránt. Az Észak-Amerikából importált Hemlock- és Sitka-fenyők hasonlítanak a lucfenyőre, de néhány eltérő tulajdonságuk miatt (pl. gesztesedés) feltétlenül külön kezelendők.

(Forrás: <http://www.fatelep.ich.hu/lucfenyo-picea-abies.html>)

### **3.5. Tölgyek**

Törzsforma: a tölgyek hatalmas, erős, szabálytalan koronájú fák. A legnagyobb méreteket talán a kocsányos tölgy éri el: a magassága 40-50 m, az átmérője 2-3 m is lehet.

#### **Műszaki jellemzők**

Az értékes tölgyfa sajátos fizikai, mechanikai és kémiai tulajdonságai együttesen határozzák meg a műszaki felhasználás lehetséges irányait és a technológiát. A kisebb-nagyobb eltérések miatt elkülönítetten mutatjuk be a kocsányos, kocsánytalan és vöröstölgyek jellemzőit (az EFE Faanyagismerettani Tanszékének vizsgálatai alapján).

A tölgyek között a hegyvidéki kocsánytalan tölgyek valamivel sűrűbb fával rendelkeznek, mint a sík vidéki kocsányos tölgyek. A frissen termelt tölgyek fája az erős gesztesedés ellenére viszonylag nagy nedvességtartalmú, és a szöveti sajátosságok miatt csak lassan szárítható.

#### **Tartósság**

A közhiedelemmel ellentétben a tölgyek nem tartoznak a világ legtartósabb fái közé. A DIN-EN 350-2 szabvány szerint a tölgyek a II. tartóssági (rezisztencia) osztályba kerültek besorolásra (az I. osztályba tartozik a hazai akácfa, a teak, az afzélia, a bongossi, az I-II. átmeneti csoportba sorolták pl. a merbaut). Tehát kültéri felhasználás (pl. kerti bútor) esetén védőkezelést igényelnek.

Az 1. táblázatban feltüntetett tartóssági adatok természetesen csak a gesztrészre értendők.

A szijácsfa csak a IV-V. rezisztenciaosztályoknak megfelelő értékkel rendelkezik. Megjegyezzük, hogy a vöröstölgyek és különösen a csertölgyek elsősorban a kisebb csersavtartalmuk miatt kevésbé tartósak, mint a fehértölgyek.

1. táblázat: Tölgyek műszaki adatai

	<b>Kocsányos tölgy</b>	<b>Kocsánytalan tölgy</b>	<b>Vöröstölgy</b>
Sűrűség, kg/m <sup>3</sup> légszárazon (u=12%)	697	746	712
abszolút szárazon	640	690	660
élő nedvesen	1000	1100	1100

### **Megmunkálási sajátosságok**

A viszonylag kemény, durva rostú tölgyek mechanikai megmunkálása (fűrészelés, gyalulás, marás, esztergályozás, csiszolás) a mai korszerű technika mellett nem okoz nehézséget. A fűrészipari feldolgozás során a bél közvetlen közelében lévő „juvenilisfát” célszerű kimanipulálni, mert a késztermékben repedéseket, vetemedéseket okozhat. Furnérhasításnál (késelésnél), hámozásnál feltétlenül el kell végezni a hidrotermikus előkezelést, lágyítást (gőzölés esetleg főzés).

A tölgyek nehezen szegezhetőek, csavarozhatók, az előfűrés elvégzése ajánlatos. A tölgyeknél is megoldható a tömörfa alkatrészek tartós hajlítása (előzetes gőzölés mellett) és a furnérok idompréselése. A tölgy fűrészáru szárítása nagy körültekintést, kíméletes menetrendeket igényel. A vastag bélsugarak mentén gyakoriak a repedések, sejtfal összeroppanások (kollapszusok). Az utóbbiak már a rosttelítettségi határ felett is kialakulhatnak, szabad szemmel alig láthatók. A tölgyek szárításakor jelentős esztétikai károk keletkezhetnek az oxidációs elszíneződések, foltosodás által. A tölgyek átlagosan kétszer lassabban száríthatók, mint a bükk és az akác. (A szárítási sebesség 0,1-0,1 5%/óra, 25 mm-es fűrészáru konvekciós szárítása esetében.)

Újabban egyre inkább elterjed a vákuumszárítók alkalmazása, amelyek nemcsak a szárítási idő, hanem a kedvezőtlen elszíneződések megelőzése szempontjából is előnyösek. A szárítási idő a vastagságtól és a kezdő nedvességtől függően konvekciós (hagyományos) szárítókamrákban 2-6 hét, vákuumszárítókban 3-6 nap. A minőségi mesterséges szárítás biztosítása érdekében 4-6 havi természetes előszárítást célszerű tervezni. A hézaglécezett máglyák kialakításakor ügyelni kell a szakszerű takarásra és a bútük védelmére. Értékes fűrészárúnál, bútortöréknél alkalmazható a parafinos, vagy műgyantás bútü védelem is. A tölgyek hidegen jól, hőprésekben nagy körültekintést igénylően ragaszthatók. Furnérozáskor gyakori az enyvátütés és a foltosodás. Az élek megmunkálásakor pedig a szálkiszakadás. A tölgyek pácolása, lakkozása ma már nem okoz gondot. Különösen kedvelt a rusztikus felületi hatások kialakítása. Ez oldószeres pácokkal oldható meg előnyösen, a pórusok sötétebb elszínezése által. Újabban tömör tölgyfa bútoroknál szintén alkalmazzák a környezetbarát megoldásokat (viaszolás, olajozás).

### **Felhasználás**

A kedvező esztétikai és műszaki tulajdonságai, valamint a kiváló tartóssága miatt a tölgyek a világ legkeresettebb fafajai közé tartoznak. Így ősi anyaga a mélyépítésnek (pl. cölöpök), a szilárd és tartós épületszerkezeteknek, fahidaknak. Felhasználják a hajó-, a kocs- és a vagongyártásban. A külső térben pótolhatatlan az alkalmazása a vasúti váltótálpfák, karók, oszlopok, cölöpök tekintetében.

Az új bányaművelési technológiák és a bányászat teljesítmény visszaesése miatt ma már kisebb az igény a bányafa, féldorong, bányadeszka és egyéb bányászati fatermékekre. A belsőépítészetben a tölgy a legértékesebb lépcső-, korlát-, parketta- és falburkolat. Készítenek belőle értékes ajtókat és ablakokat egyaránt. A divatirányzatoktól függetlenül a tölgy mindenkor a legkeresettebb bútorigipari fa volt. Felhasználják furnér és tömörfa formájában egyaránt. A fakereskedelemben ma már a fűrészáru helyett egyre inkább bútortörécek formájában jelenik meg. A lakószobák mellett tölgyből készülnek a legértékesebb székek és asztalok.

A boroshordó és az egyéb kádáripári termékek legfontosabb alapanyaga. A folyadék áteresztés megelőzése céljából azonban a dongák gyártásakor ügyelni kell a sugárirányú metszetek (tükrös vágás) biztosítására. Érdekességképpen megemlíjtük, hogy az egyik legnagyobb hazai hordó 102 hl űrtartalmú és gyártásához 161 m<sup>3</sup> szlavón tölgyet használtak fel (Hungarovin, 1974). Megjegyezzük, hogy hordógyártásra sem a vörös-, sem a csertölgy nem alkalmas. A tölgyekből esztétikus faragványok, szobrok és különböző esztergályos termékek is készülnek. A tölgyeket széleskörűen alkalmazzák játszótéri és különböző kerti berendezések (kerti bútorok) kialakítására is. Befejezésül megemlíjtük, hogy a tölgyek fája valóban elkísér bennünket a bölcsőtől (gyermekbútor) a koporsóig (különböző temetkezési kellékek).

(Forrás:<http://faipar.hu/alapanyag/2934,hazai-fafajok-a-tolgyek.html>)

### **3.6. Az akácfa (Robinia pseudo-acacia „L”)**

#### **Műszaki jellemzők**

Az akác fatest elemi összetétele, %: C 49,2; H 5,91; O + (N) 43,1; hamualkotók 0,79 (a nitrogén becsült mennyisége 0,2–,3%). Vizsgálataink szerint az akác kérge igen gazdag ásványi anyagokban, mivel hamutartalma 4,76%, a szíjácsnál 0,98%, a gesztnél 0,26% hamutartalmat mértünk. Ha figyelembe vesszük az akáctörzs nagy kéreg részarányát (20–25%), akkor megállapítható, hogy a tűzifa égetésekor 80–85% hamu a kéregből keletkezik. az akác fatestben mintegy 40–50% cellulóz, 15–22% hemicellulóz és 25–30% lignin.

Az akác járulékos anyagai között jelentősek a csersavak. A csersav mellett az akácfa nagy tartósságában jelentős szerepe van a dihidrorobinetinnek, mely az akácfa gesztjében 2–5% mennyiségben figyelhető meg. E járulékos anyagnak köszönheti az akác a jellegzetes zöldessárgás-barnás színét is. Elsősorban a bélsugarakban, de esetenként az edényekben is megfigyelhetők kristályos lerakódások (kalcium-karbonát, kalcium-oxalát). Ezek erősen hozzájárulnak az akácfa szerszáméltompító hatásához.

Az ENSZ 350–2 nemzetközi szabvány szerint az európai fajok közül egyedül az akácfa sorolható az 1. rezisztenciaosztályba.

Az akácfa vegyszeres kezelés nélküli kiemelkedő tartóssága miatt különösen környezetbarát anyagnak tekinthető.

Az akácfa farontó gombákkal szembeni ellenállóképességét egy speciális vizsgálsorozat keretében is ellenőriztük (Varga F., Molnár S. 1995.) Ennek során kiválogattuk azon bazidiumos gombákat, amelyeket az akácánál már megfigyeltek, majd ezek tenyészeivel 12 hetes kezeléssel korhasztottuk a természetes állapotú és a gőzölt akác gesztfáját. A korhasztási kísérlet eredményeit a próbatestek (10–10 db) tömegveszteségével mértük. A természetes állapotú akácfa teljesen ellenállónak bizonyult: a tömegvesztés 0,1–0,6% között volt. A gőzölt akác ezzel szemben a *Grifola sulphurea*-val és az *Irpex lactea*-val történt kezeléskor elvesztette a tartósságát (a tömegveszteség 20,1 és 4,4% volt). A barna színű gőzölt akác fűrészáru külső téri, gombafertőzésnek kitett felhasználása nem javasolható. A magyarországi és külföldi tapasztalatok alapján az akácfa gyakorlati tartóssága a következők szerint becsülhető.

### **Fizikai sajátosságok**

**Sűrűség:** a hazai akácfa abszolút száraz sűrűsége  $728 \text{ kg/m}^3$ . (Molnár S., 1988.)

A nedvességtartalom szerepe lényegesen kisebb az egyéb elterjedt fafajokhoz viszonyítva, mivel az akácfa élőnedvesen is mindössze 35–40% nedvességet tartalmaz. (Méréseink szerint az akác gesztfájának nedvességtartalma 30,5–49,0% között változott, a középérték 39% volt. Ugyanekkor a bükknél 73%, a tölgynél 79% nettó nedvességtartalmat regisztráltunk). Érdemes az akáctermékek szállítása szempontjából megjegyezni: a 15–20% nettó nedvességű ún. légszáraz akácából  $1 \text{ m}^3$  780–800 kg, a friss termelésű közel élőnedves anyagoknál pedig  $930\text{--}950 \text{ kg/m}^3$  értékkel számolhatunk. Az akácfa rosttelítettségi pontját különböző vizsgálatok során 21,8–22,5% nettó nedvességtartalomban határozták meg (ugyanaz a tölgynél 24–27%, a bükknél 32–34%).





3.kép: Akác palló (részlet)

### **Az akácfa zsugorodása, %**

- húrirányú 6,96
- sugárirányú 5,65
- térfogati 12,096

Az akác rostirányú zsugorodása elhanyagolhatóan kicsi: 0,1–0,22%. Az akác esetében igen kedvezőnek ítéltető a húr- és sugárirányú jellemzők hányadosa (a zsugorodási anizotrópia). Az akác kevésbé hajlamos a vetemedésre, mint a tölgy és a bükk (e jelenség a kisebb méretű és kevesebb számú bélsugaraival áll kapcsolatban). Az előnyös zsugorodási anizotrópiával szemben meg kell jegyezni, hogy az akácfaiban igen jelentős belső feszültségek vannak. Ez kapcsolatban áll a fafaj gyors növekedésével, az évgűrűszerkezet rendkívüli inhomogenitásával, a nagy juvenilisfa részarányával és a gyakori külpontos bélelhelyezkedéssel. E belső feszültségek gyakran okozói a különböző alakváltozásoknak, repedéseknek.

### **Hőtechnikai tulajdonságok**

Nagy sűrűsége miatt az akácfa viszonylag nehezen gyullad. A gyulladáshoz szükséges minimális hőszugárzási intenzitás az akácnál 2,6 a tölgnél és a büknél 2,5 míg a fenyőnél 1,7 W/cm<sup>2</sup>.

A tartószerkezetek tűzállósági méretezéskor a fenyőre 1,0 a nyárra 1,3 míg az akácra igen kedvező 0,5 mm/min beégési sebességet ajánlatos figyelembe venni.

### **Szilárdsága**

A Közép-Európában termesztett fafajok közül az akác rendelkezik a legkiemelkedőbb szilárdsági és rugalmassági jellemzőkkel. Az akácfa statikus hajlítószilárdságának és rugalmassági modulusának jellemzői az alábbiak.

- Statikus hajlítószilárdság (  $u = 12\%$ ): 156,1 MPa
- Statikus hajlító rugalmassági modulusz ( $u = 12\%$ ): 15890 MPa

Az akácfa nyomó-, húzó- és nyírószilárdsági jellemzőit az alábbiakban mutatjuk be (MPa):

2. táblázat: Műszaki jellemzők

<b>Nyomószilárdság</b>	<b>MPa</b>
- rostokkal párhuzamos	68,8
- rostra merőleges	18,5
Húzószilárdság	166,8
Nyírószilárdság (húrirányú)	12,3

A faanyag szívósságát jellemző ütéshajlító szilárdságot tekintve az akác messze megelőzi az ismert európai fafajokat ( $J/cm^2$ ):

- saját vizsgálatok (magyar akác): 16,4
- kocsányos tölgy: 6,0
- gyertyán: 10,0
- bükk: 5,2

A Brinnell-Mörath módszerrel végzett keménységvizsgálatok eredményei jól mutatják az akác kiemelkedő keménységét (MPa). (Bütüirány): 81,8 (kocsányos tölgy: 66).

A különböző fafajokra jellemző kopási értékeket általában a bükkhöz szokták viszonyítani.

Így a fontosabb fafajok sorrendje:

3. táblázat: Kopási értékek fafajoként

akác	0,37
bükk	1
kőris	1,53
tölgy	1,56
erdei fenyő	1,73
éger	3,3

Az akácfa kopásállósága egyedülálló az európai fafajok közül. Választékai táblázatosan

4. táblázat: A hazai akác kitermelés % összetétele

<b>A bruttó akácfa-kitermelés összetétele</b>	<b>%</b>
Fűrészipari rönk	10
Kivágás- és fagyártmány feldolgozási fa (rövid fűrészipari alapanyag)	9
Bányászati faanyagok	5
Oszlop, karó, forgácsfa stb.	14
Vastag (szabványos) tűzifa	41
Vékony tűzifa	5,4
Apadék	15,6



4.kép: Akác palló

### Hasznosítása

A fűrészipari alapanyag viszonylag kicsi átmérője (átlag 23-24 cm) miatt a fatestben igen kicsi a göcsmentes zóna. A nagyméretű göcsök közötti távolság 60-68 cm, és igen gyakoriak a korhadt göcsök is. E probléma miatt az akácból 1 m-nél hosszabb, teljesen göcsmentes termékek nehezen termelhetők.

Az akácfa nagy keménysége és szilárdsági jellemzői miatt nehezen fűrészelhető, a tölgyhöz viszonyítva a fűrészelési ellenállás (teljesítményszükséglet) 20-30%-kal nagyobb, hasonló mértékben fokozódik a faanyag éltompító hatása is. A rönktéri tárolásnál az akácfa különleges védelmet (pl. permetezést) nem igényel. Az elmúlt években Magyarországon körülbelül 150-220 ezer m<sup>3</sup> akác hengeresfát fűrészelték fel évente.

### **Gőzölés**

Az akác fája megfelelő paraméterekkel történő gőzölés esetén elveszíti kellemetlen zöldessárga színét, fokozatosan barnul. A színváltozással egyidejűleg csökkennek a faanyag szilárdsági és keménységi jellemzői. (A sötétbarna színárnyalatok esetén a különbség a kezeletlen fához viszonyítva 20-40% mértékű lehet.)

A gőzölt akác könnyebben forgácsolható, kevesebb a szálkiszakadás, repedés. Az akác fűrészáru gőzölést tömör rakatokban, közvetlenül a felfűrészelés után kell végezni (tehát a faanyag minél nagyobb nedvességtartalma mellett.) A gőzölés leghatékonyabban túlnyomásos gőzölő hengerekben (autoklávokban) végezhető el, (110 °C mellett a gőzölési ciklusidő 20-50 óra.) Eredményesen lehet az akácát túlnyomás nélkül hagyományos gőzölő kamrákban is gőzölni. Ez esetben a gőzölési idő 60-180 órára növekszik. A módszerrel a faanyag erősen sötétbarnára kevésbé gőzölhető, de előnye, hogy kíméletes, ritkábban okoz repedéseket. Mindkét módszer esetében a gőzölési idő változtatásával közbenső (kevésbé sötét) színárnyalatok is létrehozhatók. Ezen színárnyalatok megbízható reprodukálása azonban csak nagy körültekintéssel oldható meg, mivel a színeképzést sok tényező befolyásolja (származás, termőhely, kor, nedvességtartalom). Az atmoszférikus (túlnyomás nélküli) gőzöléskor a megfelelő színeképzés érdekében elengedhetetlenül fontos stabil, 90-95 °C körüli hőmérséklet biztosítása.

### **Szárítás**

Az akác jól szárítható (a bükkhöz hasonló menetrendekkel). Jelentő előnye az akácának, az alacsony kezdő nedvesség. Tapasztalataink szerint a fakitermelést követő 1-1,5 hónapon belüli felfűrészelés esetén a fűrészáru nettó nedvességtartalma 30-35% (a tölgyé 50-60%).

E tulajdonsággal függ össze, hogy az akác fűrészárut, parkettafrízrt, bútorképet már közvetlenül a rönk felvágása után mesterséges szárítókba rakhatjuk és a károsodás veszélye nélkül száríthatjuk. Nincs szükség előszárításra.

### **Megmunkálása**

Az ipari feldolgozásban elterjedtebb lombos fafajokhoz (tölgy, bükk) viszonyítva, az akácfa megmunkálásához a forgácsolószerszámokat gyakrabban kell cserélni. Üzemi tapasztalataink és forgácsolási kísérleteink egyaránt azt mutatták, hogy a gőzölés kedvező hatással van a forgácsolt felület minőségére. Gyaluláskor, maráskor az akácra jellemző szálkiszakadások száma észrevehetően mérséklődik.

### **Ragasztás**

Az ismert ragasztóanyagokkal és ragasztási technológiákkal az akácfa megfelelő minőséggel ragasztható (Bradelli P., 1987, Gehri E. Kucera L. 1993., Faipari Kutató Intézet Budapest, 1970-1985.) A ragasztási paraméterek megtervezésekor azonban feltétlenül figyelembe kell venni az akác fafaji sajátosságait. COPERNICUS 2000 kutatás kimutatta, hogy a legjobb ragasztási tulajdonságokat a melamin és a fenol-formaldehid biztosította. Ezen termékek ára túlzottan drága, ezért más ragasztó anyagot választottam, ami hasonló tulajdonságokkal bírt, mint az előző kettő, ez volt a PVAC, utána a PUR. Mi a PVAC-ragasztót alkalmaztuk az üzemben D4 vízállósággal.

### **Felületkezelése**

VFF-HO-06 szerint, 1-2 osztályú (különösen tartós) faanyag így az előimpregnálásuk, favédőszerrel történő kezelésük, nem is feltétlenül szükséges.

## **Termékei**

Az akácfnak a forgácslemez-gyártásban, mint keverék fafajnak van szerepe. A mohácsi Farostlemezgyárban eredményesen oldották meg az akácfelhasználást. Érdekes, hogy a kész farostlemezek is megőrzik az akácfa sajátos sárgás-zöldes színét.

## **Bútoripar**

A magyar bútoripar az akácot mintegy 20 éve alkalmazza. Kezdetben csak nem látható szerkezeti elemekként (pl. kárpitozott garnitúrák váza, ruhatartó rudak) használta. Az 1970-es évek közepén konyhai székeket (ülőkéket) és asztalállványokat kezdtek akácból készíteni (csongrádi bútorgyár), ezt követően megjelent az akác lakószobai székek és asztalok alapanyagaként is (pl. mátészalkai bútorgyár). A belsőtéri bútorok esetében elterjedését színbeli tarkasága és a faanyag nehéz megmunkálhatósága egyaránt gátolta. E problémák megoldását segítik az akácfa gőzölése, pácolása és a korszerű keményfém lapkás szerszámok alkalmazása. Megemlíthetjük, hogy a pusztavacsi Hungaro-Legno Kft. tömörfa bútorlapokat készít igény szerinti profilmarással bútoripari frontfelületek céljára.

A jövőben sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a már Németországban is forgalmazott akác kerti bútorok gyártására is.

## **Épületasztalos ipari felhasználás**

Magyarországon akácból készítik a legtöbb parkettát, lépcsőt, korlátot. Jelentős az épületszerkezetek, a ragasztott tartók, a faházak, a szerszámkamrák, a kerítéselemek, a falburkolatok gyártása is.

A csaphornyos parketta mellett igen jelentős a szalagparketta gyártása is (pl. Barcs, Zalahaláp), itt a felszíni koptatóréteg készül akácfából. Az akácfát hagyományosan felhasználja a bognáripár, nagy tömegben gyártanak belőle szerszámnyeleket. Eredményes próbálkozások folytak nagyméretű rétegelt-ragasztott váltótálpfák gyártására is. Külön kell szólnunk az akáchordó gyártásáról.

Mivel a boroshordókat a korábbi évszázadokban tölgyből készítették, ezért kezdetben (15–20 éve) nagy volt az idegenkedés az akáchordókkal szemben. Ma már kiderült, hogy az akácfa igen kiváló hordóipari alapanyag! Fája bármilyen vágásirány esetén sem engedi át a folyadékot, az akácdongák hajlításakor törés ritkán fordul elő. Az akácfa jellegzetes illata és színe nincs negatív hatással a tárolt bor minőségére. Befejezésül az akác hengeres fa feldolgozása, felhasználása terén szólnunk kell még az energetikai hasznosításról. Ma évente 600–700 ezer m<sup>3</sup> akác tűzifát használunk fel Magyarországon. Eredményes kísérletek folynak rövid vágásfordulójú energiaerdők létesítésére is.

(Forrás:<http://faipar.hu/hirek/alapanyag/2910,hazai-fafajok-az-akac.html>)

## **Kutatások**

Felhasználásnak bővítésére famodifikációs eljárások adódtak, gőzölés illetve hőkezelés. Az Egyetem területén található hőkezelő berendezésben végzett próbák során a palló vastagságú akác alapanyag a hő közlés során teljes keresztmetszetében és hosszában szétrepedt 9 próbatestből 9. A deszka vastagságú alapanyagnál semmilyen probléma nem alakult ki.

Elgondolkodtató az a tény, miszerint ha a szárított sima akác nem válik be, mint tömb, nyílászáró, akkor lehet kombinálni a tömböket vagy esetleg teljes 3 rétegű hőkezelt rétegragasztott tömbök kialakításával. A hőkezelés végeredménye: sokkal jobb gomba és rovarállóság, mechanikai tulajdonságai csökkennek, megmunkálása egyszerűbb szerszám igénybevétele redukálódik és effektív a fában fellépő feszültségek lecsökkennek, kezelhetőbbé válik az alapanyag. Ha a réteg ragasztott tömb teljes felépítménye hő kezelt akác lamellákból állna, még jobb eredményeket kaphatnánk ragaszthatóság és felületkezelés szempontjából is, mivel a fedő lamella így minimális nedvességet képes csak felvenni, az alapozó illetve szállekötőt el is hagyhatjuk, tehát kevesebb felületkezelő anyagra lenne szükség, amivel spórolhatunk, ezáltal jóval költséghatékonyabb lenne a termék előállítása. Szükségszerűvé válik az új technológia alkalmazása.

A kezelés anyagi vonzata sem lenne eget rengető nagyságú így egy versenyképes terméket lehetne a piacra dobni, ami kiválthatja a drága alapanyagokat és élettartalma is jóval meghaladná elődeit. Jelen kísérlet során natúr akácból gyártottunk próbatesteket, aminek ragasztási és felületkezelési tulajdonságait vizsgáltam.

## 4. Technológiai folyamat bemutatása

Alapanyag kiszedés: kész élfá kocsiba kerül, kocsi listán minden adatot feltüntetünk, alkatrészenkénti pozíciószámot is tartalmaz.

Tehát elsőnek az élfában történő tömbesítést hajtjuk végre, az alapanyag felfűrészelt akác palló, amelynek vastagságát mi határozzuk meg. Jelen esetben ez 33 mm vastag. Következő művelet a szélezés illetve hossz levágás, hibakiejtés. Hibakiejtésen a szálfordulást, göcsösséget esetleges korhadt darabokat értem. Ha ezek megvannak, jöhet az ékcsapos hosszoldás 30 cm-es darabokból 4-6 m hosszán, majd a ragasztás PVAC-ragasztóval. Ezután hő présbe helyezük a leendő frízünket. Itt legalább 6 órát tölt el, míg fríz állapotba nem kerül.

Amikor ez a folyamat befejeződött a kész frízeket a faüzembe visszük át. A munkalapon feltüntetett adatok alapján megejtjük az előgyalulást és a hosszlevágást.



16. kép: Többfejes Weinig Powermat 6 fejes gyalugép



## A gyalulás

Egy Weinig Powermat 500 többfejes gyalugépen végezzük el. Ez a gép automatikusan kiveszi az üveglécnek való anyagokat is. A kigyalult anyagot egy szállítókocsra helyezük és átszállítjuk az ablakgyártó géphez.



17. kép: Szállítókocsiban lévő felületkezelt termékek

17-es képen láthatóak a szivacsolt tüskék, amelyek nem sértik meg a felületkezelt anyagokat, könnyű anyagmozgatást biztosítanak.

## Profil kialakítás



18. kép: GUBISCH GBF típusú ablakgyártó gépsor

Ez egy Gubisch GBF típusú ablakgyártó gépsor páros csapozóval. Ehhez a géphez tartozik egy számítógép. Itt tudom megadni az alkatrész főbb paramétereit, először is tok illetve szárny alkatrészt választom ki. Miután ez megvan, behelyezem az anyagot a gépbe.

Természetesen az anyag hosszára 3-3 cm-t ráhagytam, így a páros körfűrész tárcsa, amely a hosszlevágást csinálja, biztosítja, hogy az ablakfríz végei derékszöget zárnak be. Miután ez megtörtént következik a bütü irányban a végmegmunkálás, mely során a csapokat illetve a csapréseket alakítja ki. Utána hosszanti irányban történik meg a végleges profil kialakítás. A kész alkatrész a gép végén, a folyamat végén kilökődik az anyag.

A falcba található jelölés, amely a megrendelő nevét és az aktuális szelvény megnevezését (tok, szárny), pozíciószámát tartalmazza, lehetővé teszi az azonosítást. Legáltalánosabb esetben szárnynak 4 alkatrésze van. Példa györfi, szárny 1.0. Következő gép, amivel dolgozunk egy fúróautomata, amelyen az esetleges osztók, kilincshelyeket-szellőzőréseket alakítom ki.

### **CNC gép használata**

Esetleges íves termékeket vagy egyedi kialakítást igényelő szerkezeteket egy HOMAG típusú CNC gépen csinálhatjuk meg. Revolvertárral rendelkezik, pneumatikus anyagleszorítással tudjuk a terméket előállítani. Az anyagot mi adagoljuk, az előtolási sebességet állíthatunk, rajta ha szükséges. Előtte próbapályára állítjuk be a gépet, egy hulladék anyagon megnézzük, hogy minden paraméter helyesen állítottunk be. A számítógépbe AutoCad-del rajzoljuk meg az alkatrészt és helyezzük rá a kívánt szerszámot. Lehetséges, hogy több szerszámot is rá kell helyezni, itt csak a beállításokra kell figyelni a gép automatikusan, elvégez mindent, azonban nem szabad őrizetlenül hagyni a gépet munka közben.



19. kép: Homag típusú CNC-gép

## **Javítás**

Még alkatrészekben történik a javítás. Ezt a műveletet a javítórészlegben végzik el. Teljes körű átvizsgálást végzünk és az esetleges hibákat megjavítjuk. Ezen értem például a szakadásokat, töréseket, repedéseket. Ragasztással, folyékony fával, svartnival (0,5mm vastag furnér) történik a hibák helyrehozatala, az aktuális hibának megfelelően.

## **Felületkezelés előkészítése**

20. képen az impregnáló berendezés látható anyagbemeneti oldalról. Ide már a profilozott szelvények kerülnek be, amikor egy elsődleges védelmet kapnak, gomba, rovarkárosítással szemben. Ezt a védelmet Remmers Sv 900 anyag használata teszi lehetővé impregnáló gépben. Ez a felületkezelés alapja.



20. kép: Impregnáló berendezés

## **Csiszolás**

21. képen egy excenteres profilcsiszoló gépet láthatunk. Jól kivehető a profilkiválasztó is. Sima kézi csiszolást már nem végzünk, mert túl időigényes nem pontos és nagyon sok por kerül az üzemi légtérbe. A gépi Loewer típusú tárcsás excenteres csiszolás azért jó, mert teljesen burkolt, ott történik, az elszívás alig kerül por a levegőbe és sokkal gyorsabb, egyszerűbb eljárás is egyben. Profilhoz lehet beállítani, külön tokhoz illetve szárnyhoz, osztóbordákhoz, betétcsapokhoz. A benne lévő papírt egyszerű kicserélni.



21. kép: Loewer profilcsiszoló

### **Keretszerkezet összeállítás**

Hidraulikus présrel történik, szintén figyelem a munkalapot az esteleges osztóbordák vagy más darabok miatt. Ezeket köldökcsappal PVAC-ragasztó segítségével helyezem bele a termékbe. Természetesen a keretszerkezet csapozva van. A keretprés azért jó, mert pontosan derékszögben tudom tartani a keretet így a későbbiekben nem okozhat problémát, hogy nincs derékszögben és esetleg selejt lesz a termékem. Fontos a megfelelő nyomás beállítása, mert ha az egyik oldalon nagyobb a nyomás, elnyomhatja az anyagomat és máris eladhatatlan terméket gyártok, ez látványos szokott lenni, így hamar ki lehet küszöbölni ezt a hibát. Végző sorban a teljes szerkezet itt kerül összeillesztésre.

### **Ellenőrzés**

Megtekintem, átnézem az összeállított szerkezeteket, szemrevételezem, hogy látok-e valamiféle hibát a terméken. Amennyiben igen, azt jelzem a javítórészleg felé. Ők ezt a hibát minél előbb kijavítják. Megnézem, hogy minden, ami kellett a megfelelő helyen, megfelelő mennyiségben megtalálható legyen. Értem ez alatt az osztóbordákat, és a kiegészítőket, üvegléceket, párkányokat, sorolásokat.

## **Háromrétegű felületkezelés**

Alapozás, locsolással mártogatással, közbenső réteglucsolással vagy szórással, fedőréteg szórással történik. Alapozás után azon rések, amelyek víznek kitett részeken vannak, fugával való kitöltése következik, elsősorban illesztéseknél. Közbenső réteg száradása után a felületet finompapírral megcsiszolom, majd portalanítom. Ezen folyamatok után jön a fedő réteg felhordása. Száradás minimum 2 óra elteltével a kilincshely kifúrása történik. Következő lépés a 2x tömítőprofil behelyezése a szárnyba majd vasaláspárosítás a toknál. Szárnynál a vasalat típusa függ az adott nyitásiránytól, utána a tokvasalás vízvető felhelyezése, ezek után szárnyüvegezés történik az ablak mindkét oldalán, ezek után az üveglécek behelyezése a szárnyba, majd sziloplaszttal egyöntetű simára húzzuk ki. Itt is megvan a legalább 2 óra száradási idő, mert pakolásnál az emberek előszeretettel belenyúlnak ezt megakadályozván várunk, míg kellőképp megszilárdul. Ha ez megtörtént, akkor fémállványokra helyezzük fel a készterméket kiálló részek nélkül, mely lehet redőny, zsalugáter. Egymásra csak úgy helyezhetjük őket, ha a termékek közé megfelelő vastagságú szivacslebdákat rakunk fel, megakadályozván a szállítás közbeni sérüléseket. Minden állványhoz megvan a munkalap, amit az állványhoz csomagolnak, ezzel megkönnyítik a beépítők dolgát. Ha viszont raktározni kell az is külön fel van tűntetve.

Csomagolás megjelölésről, raktározásról a beépítési vezető dönt, mikor megy ki az anyag. Az alapján van eldöntve a pakolás módja, így azok a termékek kerülnek előre, amik elsőként hagyják el a raktárhelyiséget.

## **Ellenőrzés**

Minden munkafázisban vannak, akik a minőséget figyelik illetve hibajavítással foglalkoznak.

Dokumentumként a munkalapot figyelik, ha valamelyik alkatrész nagyon rossz, újragyártás következik a munkalap alapján. Beépítés után is ellenőrzés van.

## **Anyagmozgatás**

- kézi
- targonca
- béka

Festőüzembe: traverz konvejer pálya olyan automatizált rendszer, amely segítségével gyorsan nagy mennyiségű terméket lehet felület kezelni, és nincs a közlekedési útvonalban. Eléggé munkaigényes folyamat az anyag mozgatása. Első fázisa az alapozó után kampókkal való felakasztás, majd a közbenső réteg felhordása után leakasztás, a megcsiszolt portalanított ablakokat megint visszaakasztjuk kampóval a konvejorra. A felület porszáráz, állapota után újra leakasztjuk a termékeket.

**Gyártás típusa:** IV 68

IV 78

IV 96

Leitz szerszámcsaláddal történik a termelés, típust tekintve: sorozatgyártás, ablakgyártás és egyedi megoldások.

Minőség ellenőrzés: ISO 9001 dokumentummal

A 10.5-as mellékletben feltüntettem az általam tervezett ablak műszaki rajzait.

Csomagolás: termékállványra helyezük a készterméket, majd azt egy rögzítő fólia segítségével becsomagolom, ügyelve a termékek közötti szivacsabdára, amely nem engedi meg, hogy a termékek felülete összeérjen. Minden állványnak saját száma van, ami megkönnyíti a felismerésüket. Mindegyik állványhoz tartozik egy szerződés is, amiben minden adat fel van tüntetve, ez későbbiekben a beépítésnél lesz fontos.

A raktározás nedvességtől mentes környezetben történik, fűtött helységben. Az állványok mozgatása pedig targoncával valósul meg.

## 5. Mintadarabok legyártása

A 5. képen, a mintatest alapanyaga látható előgyalulásra és csapozásra várva. Jól látható a préselés folyamán kilökődött ragasztóanyag. Ilyenkor felvetődik az a kérdés, ha ennyi ragasztóanyag kilökődik, akkor elég lesz az a mennyiség, amely a lamellák között maradt? A vizsgálatok kiértékelése után megtudhatjuk.



5. kép: Tömbösített akác

Gyártásánál nagy odafigyelést igényel a párhuzamos felületek kialakítása, mivel ha nem megfelelő a megmunkálás a ragasztásnál a felületi feszültség olyan nagy lesz, hogy a felületek elválhatnak egymástól. Sikeresen megoldottuk egy munka éles állapotban lévő szerszámmal. A szerszám lényegesebb nagyobb terhelésnek van kitéve, mint fenyő esetében, ezért ajánlatos jó minőségű keményfém lapkás, cserelapkás szerszámokat használni a megmunkálása során. Megfontolandó még megelőző karbantartást végezni, mert ahhoz, hogy pontos értékeket kapjunk, legalább 200 folyóméter faanyagot kellene megmunkálnunk. E erre nekem már lehetőségem nem volt így ezt talán majd a későbbiekben megvizsgálja majd valaki, de mindenképp nagy igénybevétel a gépeknek az akáccal való nagyfokú alkalmazás.

Kontrollminták: lucfenyő, vörös fenyő, meranti, borovifenyő, akác.

Ragasztásuk PVAC - ragasztóval történt.

Felületkezelésük 3 lépcsőben a mintatestek méretei 30X30 cm ezek keretsarokkötések 1 ablakból 8 mintatest; 4 tok, 4 szárny alkatrész.

Vizes bázisú lakkokkal lettek felület kezelve a mintatestek előtte persze impregnálás történt. 3 féle színt kaptak sötét barna, világos barna, fehér (ral).





6. kép: Mintatestek

Előgyalulással, majd profilozással ragasztással préssel összeállított akác minták (6. kép) esetén nem okozott problémát a gépnek kialakítani a profilokat körülbelül annyira, mintha tölgyet gyalultunk illetve csapoztunk volna, szálkiszakadást illetve más jellegű hibákat nem tapasztaltunk.

A megfelelő vizsgálatok elvégzéséhez nagyon fontos a megfelelő alapanyag beszerzése.

### **Alapanyagok követelményei**

- Megfelelő tartósság
- Göcsmentesség
- Egyenes szálúság
- Megfelelő nedvességtartalom (műszárított) (szárítása lásd előző fejezet)
- kieső göcsök nem lehetnek benne

A fahibákat ki kell ejteni, palló választásakor a nyers méret vastagság a mértékadó, mivel a megmunkálási túlméretet tartalmaznia, kell. Mivel még tömbösítve nem áll rendelkezésre, ezért azt meg kell oldani.

Először is a tömb kialakításának a megtervezése, majd a beérkezett alapanyag felvágása, szélezése, előgyalulása, ragasztása a feladat. Ragasztás PVAC ragasztóval történik, hivatkoznék a COPERNICUS 2000. kutatásra, mivel a melamin és a fenol-formaldehid mellett ez a ragasztó típus produkálta az egyik legjobb kötést, mindamellert olcsóbb az előbbieknél.

Előgyalulás, utána végleges keresztmetszet elérése egy Weinig Powermat 500 típusú többfejes gyalugéppel történik, ami ki is veszi az üveglécnek való anyagot.



Az ablak úgy készül, hogy az ablakfríz egy Gubisch GBF nevezetű ablakgyártó gépbe helyezik, amely kétoldali marótárcsával rendelkezik. A gépbe beviszik az adatokat egy számítógép segítségével hossz és a szelvényméret szerint. Ez először hosszlevágást csinál, utána a bütü oldali csapokat alakítja ki, majd a hosszanti marón kimarja a profilt, ezt a végén kilöki, utána az anyag kocsiába, innen a javítósorba kerül, ahol ellenőrzik nincs-e szálszakadás vagy más hiba. Ezt követően bekerül az anyag egy impregnáló berendezésbe, mely gomba, rovar elleni védelemet biztosít. Mindez azért a profilozás után, mert így a csapokat és a réseket is kitölti az anyag. A profilozott anyag egy Loewer típusú profil csiszolóba kerül, ez gyors és olcsó módja a csiszolásnak. Az anyagot pozíció szerint a keretprésbe rakják, ahol a szerkezeti összeállítás történik meg. Utána megint ellenőrzésre kerül sor.

Ezt követően összeállítottam a próbatesteket külön a tokokat és szárnyakat. Elsősorban szálszakadásokat és más mechanikai sérüléseket, tapasztalással, hajófolttal pótoltuk. A keret kész anyag a festőrészlegbe került, ahol még egyszer átnéztük, hogy van-e valamilyen hiba a mintatesteken, ha talákoztunk hibával azt javítottuk a hibának megfelelően. A mintatestekbe U szöveget lőttünk, hogy könnyebb legyen a felületkezelése. Majd jött az alapozó réteg, pihentetés utána Airless típusú szóró berendezéssel történt a közbenső réteg felhordás, a felhordás után pihentetés kb. 1 óra hosszan tartott, ezt követően finom papírral, (120-as papírral) kézzel megcsiszoltuk a víznek kitett helyeken, az illesztéseknél fugatömítővel kihúztuk a réseket, elkerülve a víz behatolását a szelvények belsejébe. Konvektor pályán mozgott az anyag, ami segítette a szórást. Folyamatos ködösítés volt a festő üzemben. Ködösítés lényege a megfelelő felületi megkötődés, megfelelő páratartalom mellett kapom a legjobb egyöntetű sima felületet.

Ezt követően én 24 óra száradási időt hagytam a próbatesteknek, hogy a szállítás során még véletlenül se ragadjanak össze, mert ez a hiba tönkretelhetné volna az egész munkámat.

## **Felületkezelése**

VFF-HO-06 szerint, 1-2 osztályú (különösen tartós) faanyag így az előimpregnálásuk, favédőszerrel történő kezelésük nem is feltétlenül szükséges.

Amire inkább a hangsúlyt kell fektetni, az az, hogy a megmunkált felületeket a különböző savaktól, kimosódó járulékos anyagoktól semlegesítsük. Ezt egész egyszerűen egy lakkbenzines ronggyal (szivaccsal) történő áttöréssel tehetjük meg.

Ezen a képen (7. kép) az látható amint lakkbenzinnel mosom át az akác felületét, ecsettel való felhordást választottam, ronggyal letöröltem és vártam, míg teljesen megszárad a felületem, csak ez után történhetett az alapozás a fedőlakk színének megfelelően fafaj szerint.



7.kép: Akác mintatest felületkezelésének előkészítése

Ezután alapoztam – pácoltam a felületet, ilyen fafajokra kifejlesztett alapozóval, melynek jobb tapadási, izoláló tulajdonsága. Mindamellet, hogy a megemelt pH értéke miatt nagyipari alkalmazásnál (mártás-locsolás) az anyag kevésbé érzékeny és nem megy könnyen tönkre.

## **Anyag megnevezés**

Remmers Induline GW-341 WF. Száradás után, a Remmers hagyományosnak mondható töltőalapozó, illetve lakkszereivel kezeltem tovább a felületet.

## **Anyagok lazúrok esetén**

Mártás-locsolás töltő-alaplakk Remmers Induline ZW-500 illetve 502 szórásos töltő-alaplakk Remmers Induline ZW-504.

Zárólakk (pigmentált, UV-stabil) Remmers Induline LW-700. Az akácnál az ismert felületkezelési technológiák jól alkalmazhatóak. A színbeli tarkaság hidrogén-peroxidos kezeléssel, illetve pácolással mérsékelhető.



8. kép: Próbaestek alapozása, mártogatós eljárással

Felületkezelés: Alapozáshoz-színfüggő, itt egy mártogatós eljárást mutatok be (8.kép).

A mintatestek láthatóak itt a szállítókocsin (9. kép), könnyebb elhelyezés, szállíthatóság érdekében, így nem sérülnek meg a mintatestek. Ezekbe a mintatestekbe U szöveget lőttünk így a későbbi felületkezelésük könnyebbé vált ez által, mivel konvektor pályára kerültek.



9. kép: Mintatestek

### **Felületkezeléshez**

Anyagszükséglet felhordás 80-120ml/m<sup>2</sup>

Száradás: 2-2,5h 20C

Lazurozó alapozó bázis pigmentáltunk

5. táblázat: Pigmenteket-számokat tartalmazza TT pigment fekete 38 egység

Színkód	Egység	Szín megnevezés	Pigmenttartalom 20000 ml
TG	251	Sárga pigmentpaszta	19,32
TR	57	Vörös pigmentpaszta	4,39

6.táblázat: XHT 123 alapozó amelynek színe világos barna

Színkód	Egység	Szín megnevezés	Pigmenttartalom 20000 ml
XHT17		Sötétbarna	
TT	3537	Fekete pigmentpaszta	272,39
VT	197,5	Téglavörös pigmentpaszta	15,21
TR	1368,5	Vörös pigmentpaszta	105,4



10. kép: Festékkeverőgép

10. képen azt a festékkeverő gépet láthatjuk, amelyik a megadott színkód szerint maga keveri ki a megfelelő mennyiségben a szükséges felületkezelő anyagot.

A közbenső réteg száradását követően finompapíros köztes csiszolás, majd portalanítás történik. Nagyon fontos művelet a megfelelő minőségű egyöntetűen sima felület eléréséhez (11.kép).



11. kép: Finompapíros csiszolás

Fehérhez: XHT lazúros alapozót használtunk. Minden színhez mi kevertük ki festőkeverőgéppel a megfelelő mennyiséget és színt. Alapozó esetén a faanyag megengedett nedvességtartalma túlevelűeknél legfeljebb 15%, lombosoknál legfeljebb 12% lehet. Fedőrétegek felvitele, airless (levegő nélküli) típusú szórással történt meg 0,279 mm +20°C vihető fel a felületre 70-90 bar nyomáson. Előtte próbaszórást csináltunk, bejártattuk a gépet, hogy a megfelelő anyag legyen a csövekben. Ez azért szükséges, hogy kiküszöböljük annak lehetőségét, hogy a gépben lévő előző, más anyag kerülhessen a felületre. Minimális felületkezelő anyagot helyezünk egy tartályba, amit szivattyú segítségével felszívunk, majd hagyjuk dolgozni a szivattyút, utána a szórópisztoly segítségével 6-7 fújást hajtunk végre vele. Ezen műveletek elvégzése után szórtuk le a próbatesteket. Ezen a képen (12. kép) azt a Wagner típusú nagynyomású airless szóró berendezés látható, amely segítségével a közbenső és a fedő réteget a felületre fel tudjuk hordani.



12. kép: A festőgéphez tartozó szivattyú berendezés

## Felületkezelő anyag felhordása

Felhordási mennyiség:  $X_{nedves}$  150-300 mikron ,  $X_{száraz}$  50-100 mikron.

Száradási időtartalom:

- porszáraz állapotig: körülbelül 1 óra
- megfogható állapot: körülbelül 1 óra
- átdolgozható állapot: körülbelül 4 óra

Ezen értékek gyakorlatiak 20C° 65% -os relatív páratartalomnál. Ha szükséges a hígítás maximum 5% lehet.

Összetétel: Akrilát, Pu-glikol, vas oxid pigmentek, organo sziloxán, víz és metil-izocionát.



13.kép: A mintatestek konvektor pályára való felhelyezése

Fedőlakkozáshoz előkészített konvektorra akasztott próbatetek, amik egymás után az elszívó falhoz érkeznek, ott megkapják a fedőréteget, majd meggy még egy kört a másik oldala is le lesz kezelve és a felület nyugodtan száradhat.



14. kép: Fedőréteg felvitele szórással



A 14. képen a fedőréteg felhordása Airless típusú szórással, levegő nélküli, nagy nyomással történik, elszívó fal előtt látható. A háttérben a méhsejt szerkezetű papírrács van.

7. táblázat: sötét fedőlazúr összeállítási receptje

Színkód	Egység	Szín megnevezés	Pigmenttartalom 20000 ml
TG	992	Sárga pigmentpaszta	76,39
TK	722	Fekete pigmentpaszta	55,6
SV	2354	Fekete (selyem) pigmentpaszta	181,28
UV	608	UV stabilizátor (bézs)	46,83

8. táblázat: Világos fedőlazúr receptje: XGC-068/K

Színkód	Egység	Szín megnevezés	Pigmenttartalom 20000 ml
TG	436,28	Sárga pigmentpaszta	33,6
SV	181,78	Fekete (selyem) pigmentpaszta	13,99
UV	1724,33	UV stabilizátor (bézs)	132,79

9. táblázat: Fehér felületkezelő anyag, egyéb felhasznált színkódok

Színkód	Felhasználás	szín
XGC	lazúrfedő fehér színre	fehér
XBT	töltő alapozó fehér színre	fehér
XBC	közbenső szállekötő - tapadó	
HZRT	ral fehér fedő	fehér
SW - 900	szálmegkötő, impregnáló	gyári színtelen
GW - 360		színezhető
ZW - 504		gyári színtelen
LW - 700		színezhető

Ezen a képen (15. kép) az akác mintatest látható ahol a fugák kitöltésre kerültek.



15. kép: Közbenső réteggel ellátott mintatestek

## Választott termék gyártási folyamatának leírása

Kész élfa - kocsilista-alkatrészenkénti pozíció

Weinig Powermat 500 gyalulás - Gubisch profilozó,- imegrálás Remmers Sv 900-keretprés-íves esetén CNC HOMAG,- csiszolás-portalanítás.

Festő – alapozás – közbenső – fedőréteg felhordás.

Pihentetés-zárhelyfúrás, tömítőprofil elhelyezés, vízvető felhelyezés-üvegezés-üveglécezés, tömítőanyag behelyezés-szárnyperemvédő felrakás-fóliázás-raktározás.

Gépenkénti anyagáramlás: termékfüggő. Előgyalulás a végső keresztmetszet miatt mindig van, IV 68, IV 78-as szelvényméret.

A Gubisch ablakgyártó kétoldali csapozás.

Loewer típusú profilcsiszoló.

## Műveletjegyzék

Az értékesítő LUK 2000 programmal szerkeszti meg a munkalapot. Szerződés megkötése után műszaki előkészítés következik, ahol a tervező megnézi, hogy a konstrukció kivitelezhető-e. Amennyiben kivitelezhető akkor egy munkalapot készítenek a tervekből. A munkalapot fázisokra osztják több példányba készül, fontos információhordozó.

Saját munkalapom, amit a Hofstädter Kft.-nél csináltunk meg:

10.táblázat: Munkalap

<b>Próbatestek</b>				
<b>Szín RAL9003</b>	<b>ht.bor.</b>	<b>meranti</b>	<b>ht. vf.</b>	<b>akác</b>
Tok sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
Szárny sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
<b>XHT 113 XGC 43k</b>	<b>ht.bor.</b>	<b>meranti</b>	<b>ht. vf.</b>	<b>akác</b>
Tok sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
Szárny sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
<b>XHT 17 XGC 16941k</b>	<b>ht.bor.</b>	<b>meranti</b>	<b>ht. vf.</b>	<b>akác</b>
Tok sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
Szárny sarok 300 x 300	5 db	5 db	5 db	5 db
<b>XHT113 XGC 43k</b>	akácból egy komplett ablak 900 x 900 bnyj			



Mint látható, ez a saját munkalapom, amely a tényleges információhordozó, fafaj, méret, darabszám, színkód található meg rajta meg persze a megrendelő neve, ami ebben az esetben a sajátom.

## 6. Vizsgálatok leírása

A vizsgálatok során a mintatesteket öregbítési és törési eljárásoknak vetettem alá.

### 6.1. Öregbítési vizsgálat leírása

Q-SUN XENON TEST chamber Xe-3 típusú angol öregbítő berendezés.

A 10.1. mellékletben megtekinthető Az öregítő berendezés típusa és a mérés fontosabb paraméterei.

Ciklusidőket, relatív páratartalmat, fényerősséget UV esőztetést tudom rajta beállítani. A digitális kijelző minden számomra fontos adatot kijelez. Elsősorban az eltelt órák számát és az éppen aktuális műveletet mutatja.

Fafajonként 20 db mintatestet készítettem: vörösfenyőből, borovi fenyőből, merantbóli és akácból 10 tok és 10 db szárny szelvényt. 3 féle színt kaptak a mintatestek. Kaptak 1 fehér, 1 sötétbarna, és 1 világosbarna lazúros színt. Szelvényenként egyenlő módon elosztva, így tehát felületkezelésenként és szelvényenként (tok, szárny) 6-6 db, a maradék felületkezelés nélkül maradt.

22. képen az a berendezés látható, amelynek segítségével a vizsgálatot elvégeztem.



22. kép az öregbítő berendezés

## A legyártott sarokminták öregbítési vizsgálata

Színek és fafajták szerint csoportosítottam a mintatesteket. Előre meghatároztam, hogy az akác lesz a fő vizsgálati téma. Mellé kontrollanyagként, vörösfenyőt, borovi fenyőt, merantit tettem be. Mielőtt a vizsgáló berendezésbe behelyeztem volna a próbatesteket végeztem egy színmérést is. Ezeket az adatokat majd táblázatba foglalva mutatom majd be. Egyszerre a gépbe 6 db mintatest került. 3db akác, 2 meranti 1db vörösfenyő. Akácból 1 db fehér szárny, 1db sötét szárny, 1 db világosbarna szárny alkatrész került a gépbe. Vörösfenyőből pedig egy sötét alkatrész, merantiból a világosbarnát vizsgáltam.

Az öregbítés szabványa: ISO 4892-2 szabvány szerint történt 50%-os relatív páratartalom mellett 100 órán keresztül 2 cikluson át.

1. ciklus: 1h 42min keresztül Xenon segítségével teljes UV tartományában. A besugárzás mértéke ebben az esetben  $0,51\text{W/m}^2$  ebben a gépben 3db cső található így tehát a tényleges besugárzás mértéke  $1,53\text{ W/m}^2$

2. ciklus pedig az esőztetés light+ spree 18 percen keresztül intenzíven történt. Az akác mintatestet 200 óráig vizsgáltam.



23. kép 100 óra utáni színváltozás az akácnál

A 23-es képen jól látható az akác tok és szárny mintatest. Csak a szárny volt öregbítve, jól látható a két mintatest színeltérése. 100 óra után a világos akác mintatest felületén jól kivehető a szürkülés, de a kontroll anyagoknál is tapasztalható volt látványos színváltozás.

Ezeket szemrevételezéssel is meg tudtam állapítani, de a színmérő berendezéssel lemértem őket. Az elváltozás a világos barnára felületkezelt daraboknál volt látható.

Az öregbítő berendezésbe 100 óra után bekerülő mintatestek pedig a következők. Akác mintatestből a sötétbarna a fehér és a világosbarna. Kontroll sarokkötéselemekből pedig egy világos vörösfenyő, és egy világos borovi fenyő került be. Miután lejár a második 100 óra utána elvégeztem még egy színmerést. Összehasonlítom az elváltozás mértékét fafajonként, majd a kapott eredményeket kiértékelem.

Miután az öregbítési eljárás és az adatok kiértékelése megtörtént, a vizsgált sarokkötés elemeket törési vizsgálatnak vettem alá, hogy megtudjam a ragasztás mennyire erős illetve összehasonlítottam a különböző kontroll anyagokéval.

## 6.2. Színmérés

Spektrofotométer (24. kép) segítségével végeztem el a mérést, ami a CIELAB egyezményes rendszer szerint működik.

A 10.2. mellékletben olvasható a CIELAB rendszer leírása.

A CIELAB színingertér minden egyes színingerhez egy pontot rendel az  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  térbeli derékszögű koordinátarendszerben, ezeket színkoordinátáknak nevezzük. Az  $a^*$  tengely pozitív irányban a vörös, negatív irányban a zöld színezetet jelenti, a  $b^*$  tengely pozitív irányban a sárgát, negatív irányban a kéket. Az  $a^*$ ,  $b^*$  tengelyekre merőlegesen helyezkedik el az  $L^*$  tengely, amelyen a színinger világosságát ábrázoljuk. Az  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordináták a spektrofotométerrel meghatározott alap színinger-összetevőkből számíthatók.

Minden próbatesten 3 alkalommal mértem színt. Kontrollmérés, öregbítés nélküli alap adatokat tartalmazza. Itt a 3db akácot 1 vörös fenyőt 2 merantit vizsgáltam. Majd száz óra öregbítés után megmértem a próbateteket. Az akácot visszatéve hozzá 1 világos borovi fenyőt, 1 világos vörös fenyőt, 1 sötét merantit tetem. Újabb száz óra után, amikor az akác mintatestek 200 órát voltak az öregbítő berendezésben megint színt mértem. A grafikonok összefoglaló képet ad számunkra a színváltozásra. A 10.2 számú mellékletben lesznek megtalálhatóak a további grafikonok.

11. táblázat: Színkoordináták, színjelölések

L : fényesség	$\Delta L = L - L'$
A : vörös	$\Delta a = a - a'$
B : sárga	$\Delta b = b - b'$
$\Delta E$ : színínges különbség	$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$

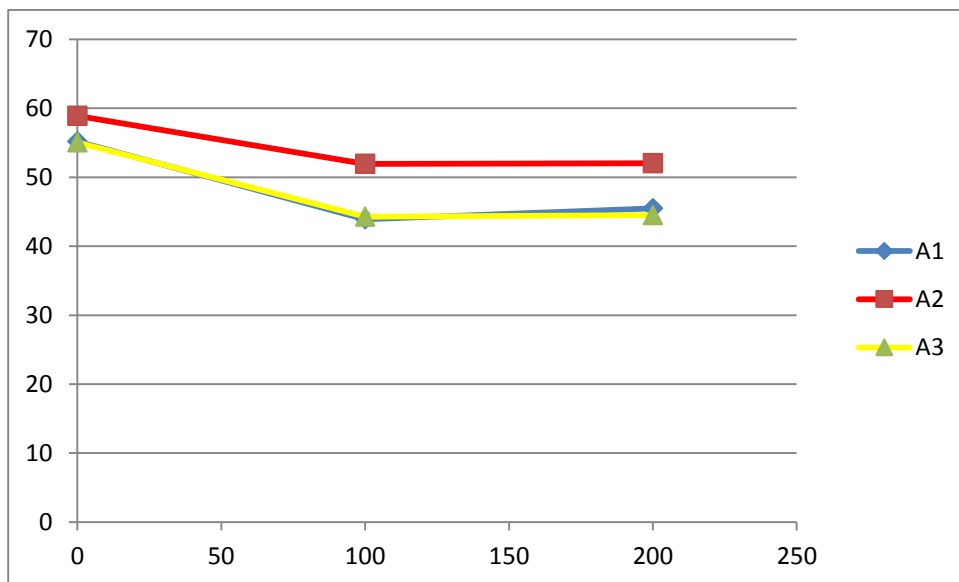


24. kép: Spektrofotométer

### Színmérés szemléltetése

A világos barnára felületkezelt akác színmérési grafikonja.

L\*

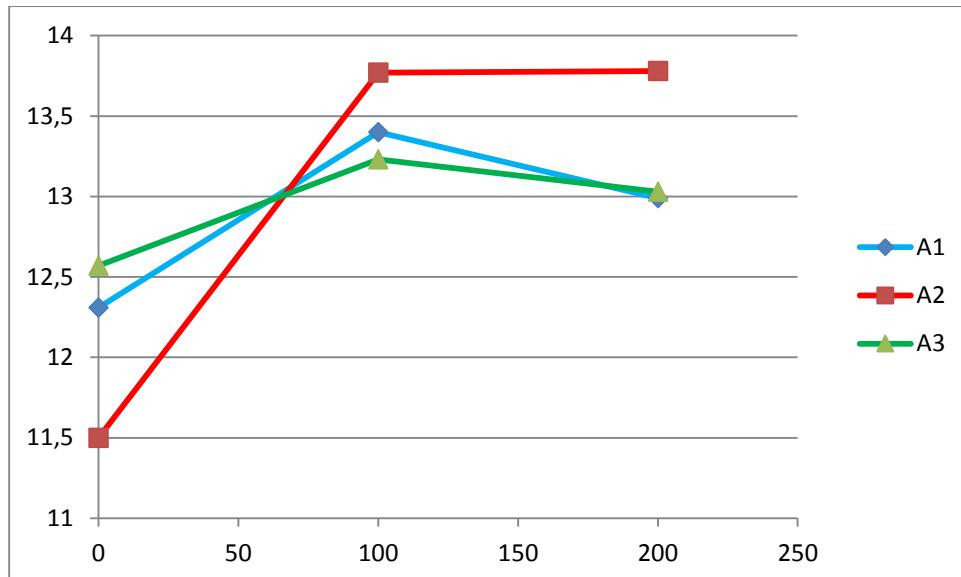


1. diagram a világos barna akác kezdeti színmérésének grafikonja

Ez a grafikon a kezdeti színmérés eredményeit mutatja be. Látható, hogy az öregítés hatására az L\* ami a világosságot jelöli csökkent. A felületem elsötétedett.

Az első 0-100 óráig volt a legnagyobb a színváltozás, majd 100órától-200 óráig szintén sötétedett a felület de nem olyan nagy mértékben mint az első 100 óra esetében.

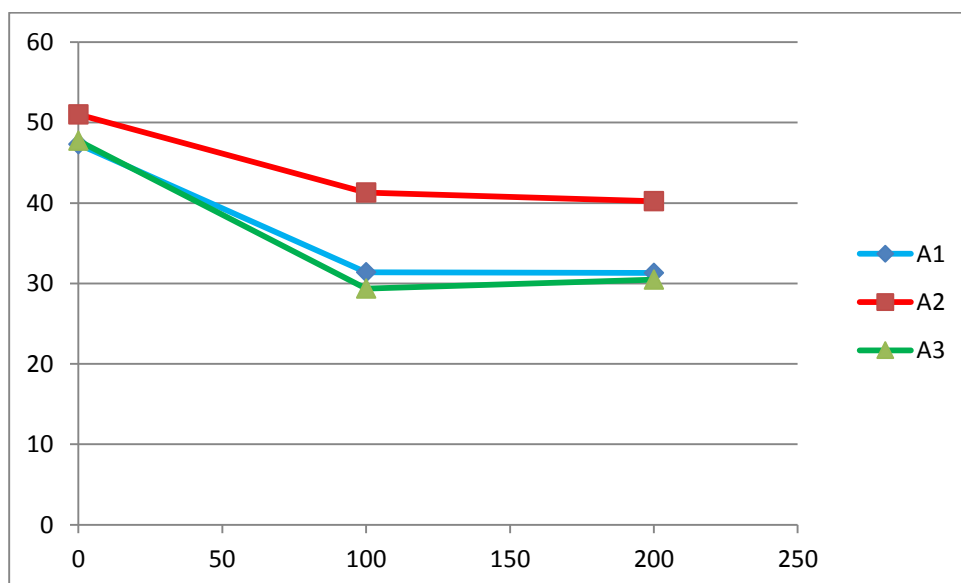
a\*



2. diagram a világos barna akác 100 óra utáni színváltozásának grafikonja

a\* a piros- vagy zöldtartalmat jelöli. Ez a grafikon is jól szemlélteti az első 100 órában történő színváltozást. A színváltozás következtében a mintatest vörösese árnyalatúvá válik. Először világos vörösese, majd később sötétebb árnyalatú lesz.

b\*



b\* 3. diagram. a világos barnára felületkezelte akác 200 óras színmérési grafikonja

A b\* a sárga- vagy kéktartalmat jelöli. A sárga színtartományban kezd sötétedni a mintatest.

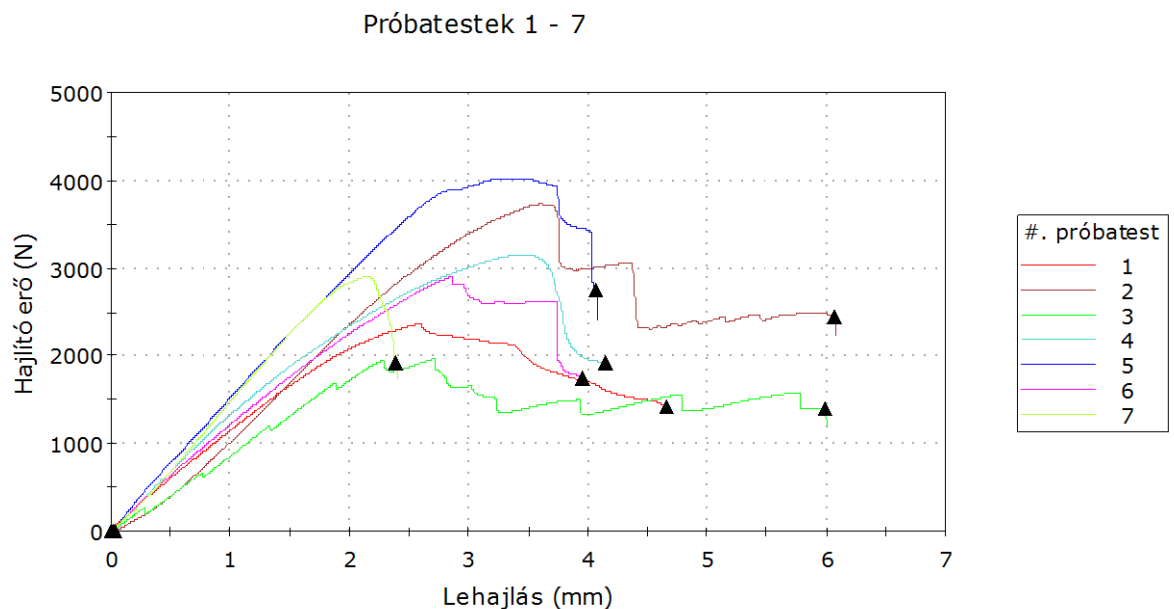
A további fafajok vizsgálati eredményei megtekinthetők a 10.4. mellékletben.

### 6.3. Törési eljárás menete és vizsgálata

Az akác mintatest törési kísérlete, a vizsgálaton kívüli próbatestet törtem először, majd a többi kontroll testet. Amennyiben ezek megvoltak, az öregbített szelvények kerültek sorra fafaj szerint. Amikor ezzel végeztem összehasonlítottam a kapott eredményeket és levontam a következtetéseket. Ha ez megtörtént, akkor tudok teljesen át fogó képet adni a kutatás eredményeiről.

Amennyiben a vizsgálatok jól sikerülnek, akkor bebizonyosodhat, hogy az akác Felhasználható, mint nyílászáró, de mindenképp elengedhetetlen a megfelelő technológiai háttér biztosítása.

Törési eredmények: Ragasztási szilárdságot vizsgáltam a sarokkötés elemeknél. Tok esetében az akác volt a legjobb, amit a táblázatom be is mutat.



4. diagram: öregbítés nélküli próbatetek törése (tok, szárny)

12. táblázat: törésükhöz szükséges erők

	<b>Maximális hajlító erő (N)</b>
1	2353
2	3728,9
3	1969,6
4	3151,1
5	4026,8
6	2901,9
7	2905,7

### **Tok vizsgálatok**

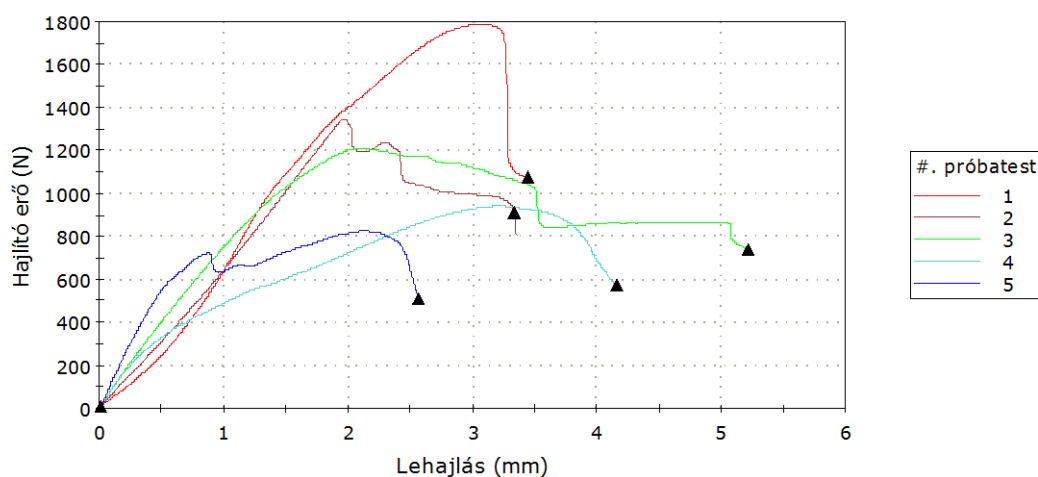
Az első és a második próbatest borovi fenyő, a harmadik próbatest a merantit takar. Negyedik-ötödik próbatest az akác. A hatodik meranti, a hetedik pedig vörösfenyő. A grafikon nagyon jól mutatja be a ragasztás erősségét fafajonként. Ezen adatok öregbítési eljárás nélküliek. Ugyanakkor a próbatestek jelentős hányadánál a ragasztásnál és nem mellette történt az elválás.

A jó ragasztás esetén nem szabadna a ragasztásnál elengednie a (terméknek) póbatesteknek.

13. táblázat: Gép beállítás

Iktatószám	20-2008
Beérkezés dátuma	2008.02.18
Vizsgálati hőmérséklet	22 °C
Vizsgálati páratartalom	39%
Minta megnevezése	20/2
Névleges vastagság	18mm
Alátámasztási hossz	360.00000 mm
Szélesség	50.00000 mm
Vastagság	12.00000 mm

Próbatestek 1 - 5



5. diagram:100 óra öregbítés utáni törési grafikon.

14. táblázat: 100 óra öregbítés utáni törőerők

	<b>Maximális hajlító erő (N)</b>
1	1785,6
2	1345,7
3	1210,5
4	942
5	823,7

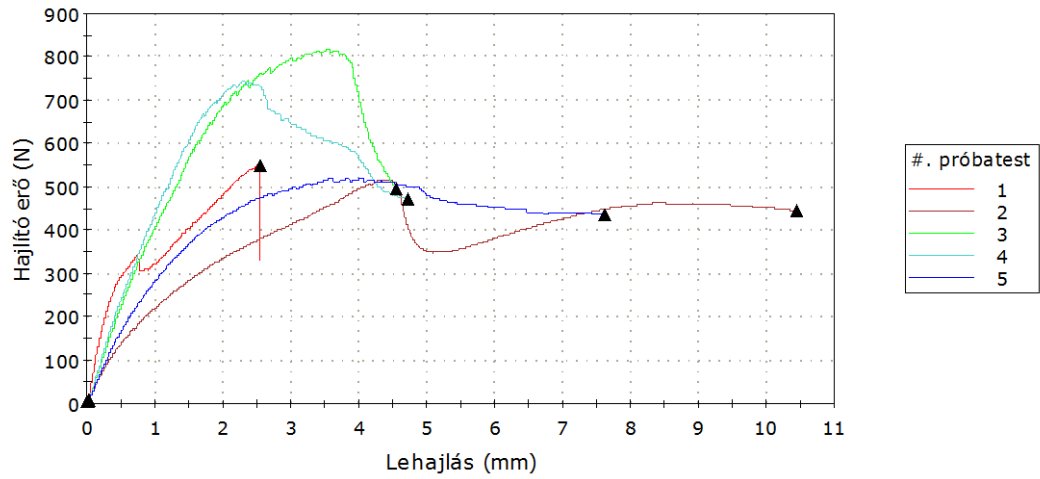
Szárnyak esetében az első próbatest borovi fenyő volt. A második vörösfenyő, a harmadik az akác. Negyedik a meranti és az ötödik pedig vörösfenyő. Ez a grafikon is jól mutatja be, hogy az akác egész jónak mondható. Ezen adatok öregbítés nélküliek.

15. táblázat: Gép beállítás

Iktatószám	20-2008
Beérkezés dátuma	2008.02.18
Vizsgálati hőmérséklet	22 °C
Vizsgálati páratartalom	39%
Minta megnevezése	20/2
Névleges vastagság	18mm
Alátamasztási hossz	360.00000 mm
Szélesség	50.00000 mm
Vastagság	12.00000 mm

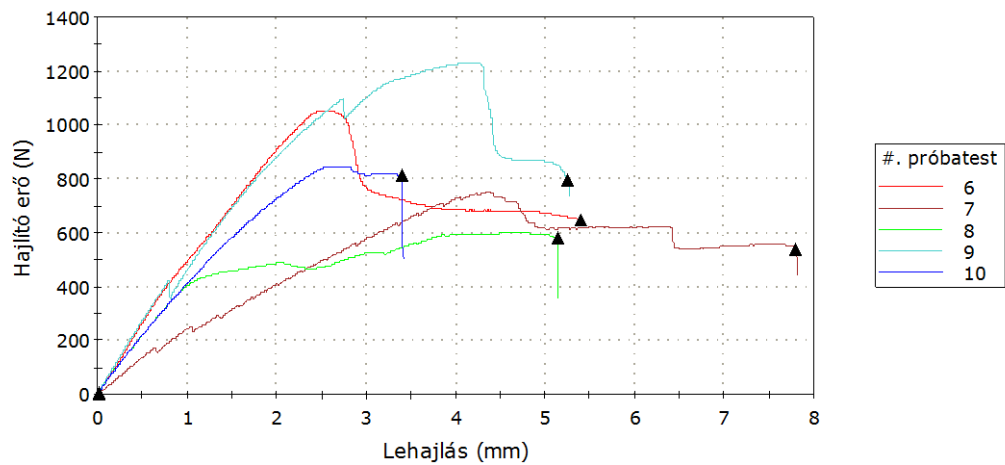


Próbatestek 1 - 5



6. diagram: 100 és 200 óra öregbítés utáni töréshez szükséges erők grafikonja

Próbatestek 6 - 10



7. diagram: 100 és 200 óra öregbítés utáni, töréshez szükséges erők grafikonja

16. táblázat: a töréshez szükséges erők

	<b>Maximális hajlító erő (N)</b>
1	551,2
2	515,6
3	816,6
4	744
5	519,4
6	1052,8
7	751,7
8	597,7
9	1230,1
10	846,1

Ezen grafikon az öregítési eljárás utáni törési mutatókat tartalmazza.

1. próbatest a barna akác 200 órás öregítés után
2. próbatest natúr akác
3. próbatest borovi fenyő 100 óra öregítés után
4. próbatest vörös fenyő 100 óra öregítés után
5. próbatest akác fehér 200 óra öregítés után
6. próbatest vörös fenyő 100 óra öregítés után
7. próbatest meranti 100 óra öregítés után
8. próbatest világos akác 200 óra öregítés után
9. próbatest borovi fenyő 100 óra után
10. próbatest meranti 100 óra öregítés után

Itt már látható eltérések tapasztalhatóak, az akác esetében. A fenyők mutatták a legjobb ragasztási tulajdonságot, de ezek csak 100 órát voltak öregítve, tehát teljes képet igazán csak akkor kaphatnánk, ha ezek a mintatestek is 200 órát lennek volna öregítve. Erre sajnos az idő rövideje és a berendezés hibás működése nem adott lehetőséget. De bizonyított, hogy az akác olyan tulajdonságokkal rendelkezik, mint a meranti.

A 25. képen látható az INTRON 5566 törő berendezés, aminek segítségével a ragasztási tulajdonságot mértem. A gép maximális törőereje 10kN. Az alátámasztás mértékét és a befogó fejeket is ki tudom választani. Automatikusan emelhető, süllyeszthető a nyomóléc. A mért értékeket számítógép segítségével diagramon szemlélteti.



25. kép: Törő berendezés mintatesttel

## 7. Következtetések, végeredmények

Végeredményekben azt a megállapítást tettem, hogy igen az akác, mint faanyag, felhasználható a nyílászárógyártásban. Ragasztása és felületkezelése nem okoz problémát. Öregbítés nélkül ragasztási tulajdonsága a legjobb volt a többi fafajhoz képest. A benne lévő járulékos anyagok miatt impregnálása elhagyható. Megmunkálhatósága a tölgykéhez hasonló. Elvárásainknak kitűzött céljainknak megfelelt. A ragasztás nem engedett el, nem vetemedett meg a próbatest, nem pattogott le a felületkezelő anyag a mintatest felületről. Összességében elmondhatom, hogy az akác alkalmazható a faiparban, mint nyílászáró. Öregbítés után a merantihoz hasonló tulajdonságokkal bír, csak sokkal tartósabb. A három akác mintatest (fehér, világos barna, barna) közül a világos barna mintatest színváltozása volt a leglátványosabb. Hivatkoznék a 23. képre, melyen már jól látható a színeltérés.

### 7.1. További vizsgálatok

Az eddigi eredmények biztatóak, de vannak lehetőségek, amelyek megfontolandóak. Esetleges további vizsgálatok elvégzése (a szakdolgozat lehetőségeit meghaladó vizsgálatok).

Javasolható egy valós körülmények között végzett homlokzatba beépített több éves tartóssági, illetve a hőkezelt fedőréteggel végzett kontroll vizsgálat. Gyakorlati adatokkal kell igazolni minden új terméket a rendszeresítés előtt. Amennyiben ez nem történik meg, sorozatgyártásra kerülne sor esetleg évek múltán derülnének ki a problémák, a garanciális hibák miatt az adott cég tönkre is mehet. Tehát mindenképpen javasolnám egy komplett ablak beépítését egy tetszőleges falkávába és annak folyamatos vizsgálatát. Ez az ellenőrzés több éves ciklust foglalna magába. Azoknak az eredményeknek a kiértékelése során lehetnénk teljesen biztosak abban, hogy az akáccal ki tudunk váltani más drága faanyagokat. A hőkezelt faanyag mostanra reneszánszát éli. Folyamatosan jönnek ki az újabbnál újabb hőkezelt tömbök. Ezt az akácnál is érdemes lenne vizsgálni, mint már említettem végeztem kísérleteket a hőkezelt akác faanyaggal. A deszka vastagságú anyag teljes egészében homogén lett. Nem voltak rajta láthatóak repedések, semmilyen hibát nem tapasztaltunk nála. Biztosan alkalmazható.

## **8. Köszönetnyilvánítás**

Szakedolgozatom elkészítésében nagy segítséget nyújtott Kocsis Lajos okleveles faipari mérnök, a Hofstädter Kft., ügyvezetője Hofstädter István, Vigh Károly okleveles faipari mérnök, Kiss János Győző okleveles faipari mérnök. Külön köszönet Dr. Dénes Levente tanár úrnak, hogy lehetővé tette számomra az egyetemen található vizsgálóberendezések használatát.

## **9. Felhasznált irodalom**

Dr. Molnár Sándor (2004): Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest p. 329, 332-334.

Kószó József (1988): Ablakok, Műszaki Könyvkiadó Budapest p. 7-30.

Szalay Lajos és dr. Hadnagy József (1997): Asztalos 2 p. 263, 287, 289.

## **Internetes hivatkozások**

<http://www.fatelep.ich.hu/erdei-feny%F5-pinus.html>

<http://www.fatelep.ich.hu/vorosfenyo-larix-decidua.html>

<http://sdt.sulinet.hu/Player/Default.aspx?g=7b1c7e54-4d34-40c7-aaee-64749b1356e3&cid=b1c3e50b-9e5f-4461-8285-69605aa7875c>

<http://www.fatelep.ich.hu/lucfenyo-picea-abies.html>

<http://faipar.hu/alapanyag/2934,hazai-fafajok-a-tolgyek.html>

<http://faipar.hu/hirek/alapanyag/2910,hazai-fafajok-az-akac.html>

[http://www.gres-massimo.hu/Kerakoll/pdf/kerakoll\\_fugabella.pdf](http://www.gres-massimo.hu/Kerakoll/pdf/kerakoll_fugabella.pdf)

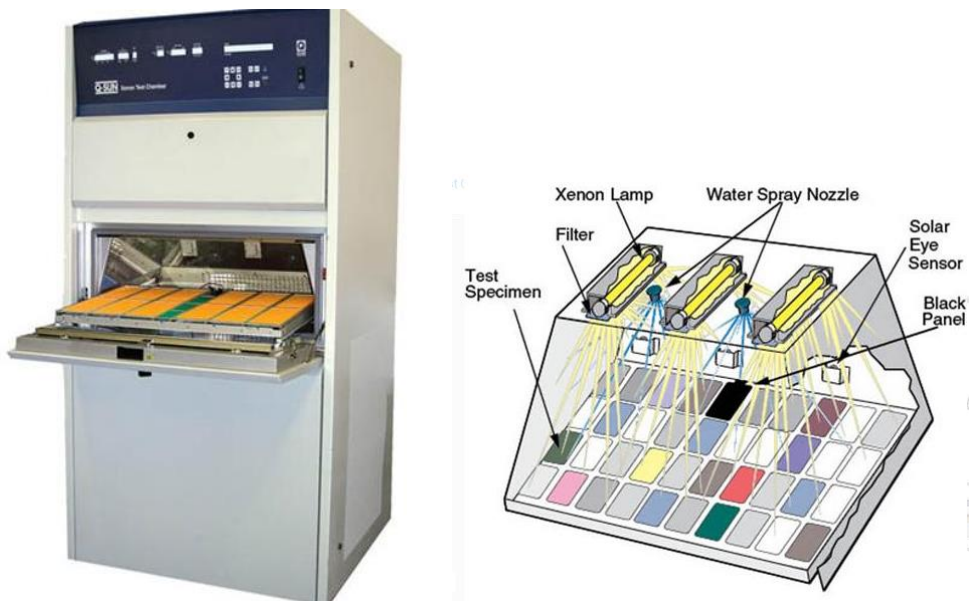
<http://www.q-lab.com>

## 10. Mellékletek

### 10.1. Az öregítő berendezés típusa és a mérés fontosabb paramétere

A felület gyorsított öregítésének műszereként, a Q-Lab Corporation által gyártott Q-Sun XENON Test Chamber Xe-3Hc/HSC-t használtuk.

A szín fakulását nagyrészt három tényező okozza: fény, hőmérséklet, nedvesség. Ezek együttesen szinergikusan tudnak hatni nagyobb kárt okozva, mint az egyes tényezők önállóan. A műszer 3 xenon lámpával reprodukálja a napfény teljes spektrumát, beleértve az ultraibolya sugárzást (UV), a látható fényt és az infravörös sugárzást (IR), pontosabban a 295 nm és 800 nm közötti spektrumot állítja elő. Ezen felül a gép vízporlasztó fúvókákkal esőt tud szimulálni, és magas hőmérsékleten is tud működni. Így a minta az áztatáson és a fény okozta öregedésen kívül termikus sokknak is ki van téve.



26.kép: A gép és működési elve

(Forrás: <http://www.q-lab.com>)

A tesztelendő anyag végső felhasználásától függően 3 különböző szűrő kategóriából lehet választani.

A Daylight Filter a földfelszínre érő közvetlen napfényvel ekvivalens fény spektrumot állít elő, és különösen ajánlott kültéri alkalmazáskor, a mérés során ezt a típusú filtert alkalmaztuk az ISO 4892-2 szabványnak megfelelően, melynek paraméterei:

1. **lépés:** Sugárzás

Az alkalmazott szűrő: Daylight

Levegő hőmérséklet 38°C

Black Panel hőmérséklet: 55°C

Sugárzás: 0.51 W/m<sup>2</sup>

Relatív nedvességtartalom 50%

Idő: 1:42 perc

2. **lépés:** Sugárzás és esőztetés

Az alkalmazott szűrő: Daylight

Levegő hőmérséklet 38°C

Black Panel hőmérséklet: 55°C

Sugárzás: 0.51 W/m<sup>2</sup>

Relatív nedvességtartalom: -

Idő: 0:18 perc

Folyamatos teszt ciklust folytatva 440 órán keresztül történt a mérés, az első 100 órában gyakori (90-120 perces), majd kb. 12 óránkénti méréssel.

## 10.2. CIELAB rendszer bemutatása

Színnek nevezzük az emberi szem által érzékelt 380-760 nm hullámhosszúságú elektromágneses sugárzást, amely a tudatunkban a szín érzetét kelti.

A színeknek három jellegzetes tulajdonsága van:

- színezet / színesség (hue): a szín azon jellege, amit a köznyelvi használatban sárga, kék, piros stb. nevezünk.
- telítettség / króma (chroma, intensity, weight): a szín élénkségét jelenti.
- világosság / tónus (tone, lightness, brightness): a szín világosságát jellemzi.

Két színt akkor nevezünk azonosnak, ha mindhárom tulajdonságuk megegyezik. Mivel a színek vizuális érzékelése, értékelése erősen szubjektív, a színt valamilyen módon mérhetővé kellett tenni, ezért a színeket különböző rendszerekbe foglalták, melyeknek kivétel nélkül legfontosabb tulajdonsága az általuk meghatározott színek reprodukálhatósága.

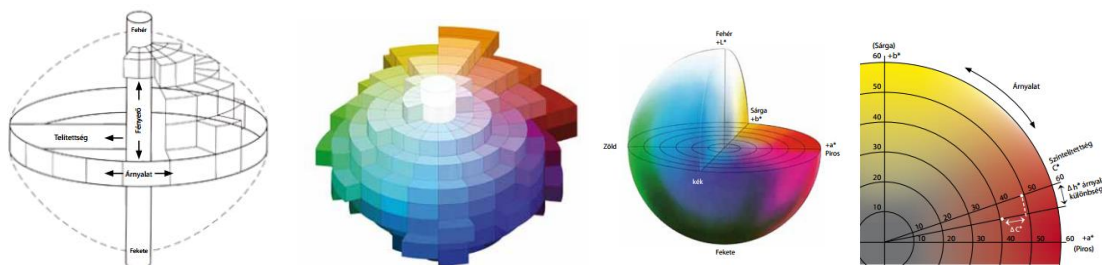
A színrendszereket a legfontosabb tulajdonságaik alapján két nagy csoportba lehet osztani. Az első csoportba az eszközfüggő színrendszerek tartoznak, ilyen például az RGB, amely az egyik legelterjedtebb színrendszer. A színinformációkat az R (red/vörös), G (green/zöld) valamint a B (blue/kék) jelekkel kódolja. Mindhárom jel 256 különböző értéket vehet fel, így ebben a rendszerben több mint 16 millió szín kódolható.

A második csoport az eszköz független színrendszerek csoportja. Ezek a rendszerek nem függenek az alkalmazott eszköz fizikai tulajdonságaitól. Ilyen rendszer például a CIE (Commission Internationale de la Éclairage) (Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) által létrehozott színinger mérésre is használt CIELAB rendszer.

A CIE által elsőként létrehozott színinger mérésre szolgáló rendszer a CIE XYZ (1932) volt, ez a rendszer azonban nem egyenlőközü színrendszer, ezért nem alkalmazható színmérésre. Az XYZ rendszert transzformáltja az 1976-ban létrehozott CIELAB rendszer. Ezt a rendszert használják manapság is színmérésre, habár a legújabb kutatások felfedték, hogy ez a rendszer sem teljesen egyenlőközü, de ebből a szempontból a legjobban használható rendszer lévén, megfelelően alkalmazható. A CIELAB rendszerben több mint 6 millió szín kódolható.

A vizsgálatok során a színmérést a CIELAB rendszerben végeztük, mely egy olyan módosított színingertér, melyben két színpont távolsága a színtartománytól függetlenül közelítőleg arányos az érzékelés szerinti színkülönbséggel. A színtest gömb alakú, kör alakú alapsíkja a színtér, ahol az azonos világosságú színek helyezkednek el, és ez vertikálisan változik a gömb felső pontját jelentő fehér-, és alsó pontját jelentő fekete között. E két pont között egy színek nélküli, szürke árnyalatokat tartalmazó skála keletkezik. Adott szín helyét az  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$  paraméterek jelölik ki.  $L^*$  a világosságot, az  $a^*$  a piros- vagy zöldsárga tartalmat, a  $b^*$  a sárga- vagy kéktartalmat jelöli.





(Forrás: [http://www.gres-massimo.hu/Kerakoll/pdf/kerakoll\\_fugabella.pdf](http://www.gres-massimo.hu/Kerakoll/pdf/kerakoll_fugabella.pdf))

### 10.3. Színmérés eredményei

17. táblázat: Öregbítés nélküli színmérések

Data Name	Target No.	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
10 1	vf. világos	0,52	2,57	0,73
10 2	vf. világos	2,6	11,76	4,32
10 3	vf. világos	0,63	3,17	0,93
21	ef. világos	0,25	1	0,27
22	ef.világos	1,97	8,93	3,24
23	ef.világos	0,39	1,84	0,52
31	ef. barna	2,97	13,18	4,97
32	ef. barna	2,17	10,31	3,59
33	ef. barna	2,93	13,17	4,9
41	a. barna	2,33	10,84	3,85
42	a. barna	3	13,48	5,01
43	a. barna	2,07	9,96	3,41
51	m. sárga	46,09	11,49	29,72
52	m. sárga	50,36	11,05	33,84
53	m. sárga	45,56	11,86	28,03
61	a. sárga	55,17	12,31	47,33
62	a. sárga	58,93	11,5	51,01
63	a. sárga	55,06	12,57	47,76
71	m. sárga	46,46	9,97	30,13
72	m. sárga	39,74	11,16	20,74
73	m. sárga	45,68	10,01	29,61
81	a. fehér	91,15	-1,03	8,51
82	a. fehér	91,29	-0,96	7,87
83	a. fehér	91,12	-1,01	8,61

vf.: vörös fenyő

ef.: erdei fenyő

a.: akác

m.: meranti

18. táblázat: 100 óra utáni öregítési színeredmények

Data Name	Target No.	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
10 1	vf. világos	58,13	15,01	47,86
10 2	vf. világos	59,36	14,62	48,97
10 3	vf. világos	57,96	14,82	47,79
31	ef. barna	3,45	14,85	5,79
32	ef. barna	3,22	13,94	5,39
33	ef. barna	3,42	14,92	5,73
41	a. barna	2,2	10,14	3,64
42	a. barna	3,48	15,35	5,85
43	a. barna	2,68	11,82	4,46
51	m. sárga	49,29	11,59	35,17
52	m. sárga	47,5	11,91	33,82
53	m. sárga	52,01	10,71	34,57
61	a. sárga	43,91	13,4	31,38
62	a. sárga	51,92	13,77	41,32
63	a. sárga	44,3	13,23	29,35
71	m. sárga	47,12	9,39	31,31
72	m. sárga	39,99	9,28	22,05
73	m. sárga	47,85	9,54	32,86
81	a. fehér	91,61	-0,75	5,78
82	a. fehér	91,38	-0,71	5,94
83	a. fehér	91,35	-0,74	5,89
91	ef. világos	62,41	13,98	50,85
92	ef. világos	65,63	13,05	52,95
93	ef. világos	62,94	13,98	52,06

19. táblázat: 100-200 óra utáni színeredmények

Data Name	Target No.	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)
10 1	vf. világos	54,67	16,46	44,1
10 2	vf. világos	55,84	16,33	46,21
10 3	vf. világos	53,7	16,48	42,96
4 1	a. barna	2,65	11,75	4,41
4 2	a. barna	3,47	15,19	5,83
4 3	a. barna	2,56	11,09	4,26
6/2 1	a. sárga	45,51	12,99	31,31
6/2 2	a. sárga	52,05	13,78	40,22
6/2 3	a. sárga	44,5	13,03	30,47
7 1	m. sárga	49,85	10,9	35,55
7 2	m. sárga	41,99	9,63	23,65
7 3	m. sárga	49,97	11,02	36,31
8/1 1	a. fehér	91,58	-0,68	5,65
8/1 2	a. fehér	91,61	-0,67	5,65
8/1 3	a. fehér	91,67	-0,7	5,63
9 1	ef. világos	57,01	15,89	47,25
9 2	ef. világos	56,28	15,82	46,08
9 3	ef. világos	59,81	15,42	49,46

## 10.4. Mintatestek színmérési grafikonjai

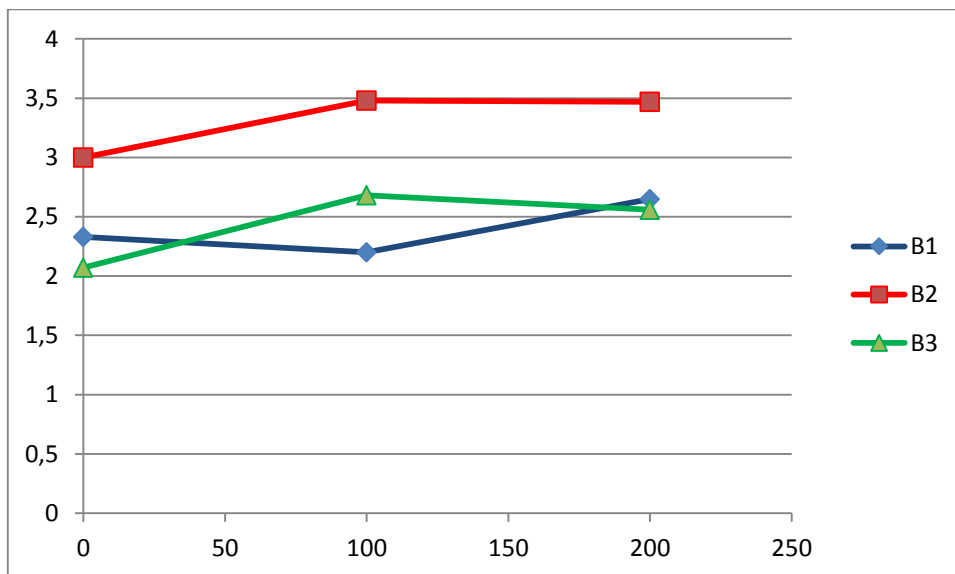
L\* világosságot jelöli

a\* piros vagy zöld tartalmat jelöli

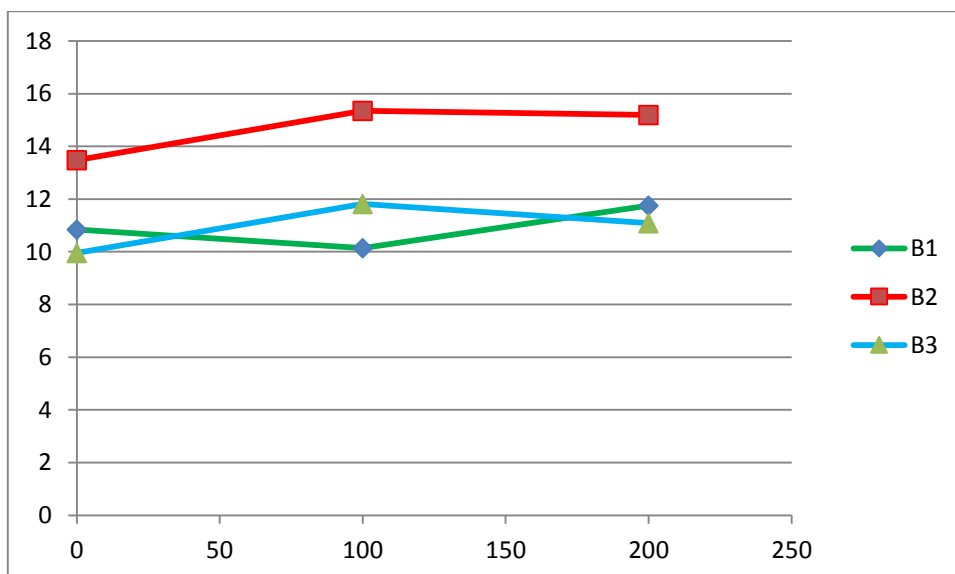
b\* kék vagy sárga tartalmat jelöli

### Akác barna

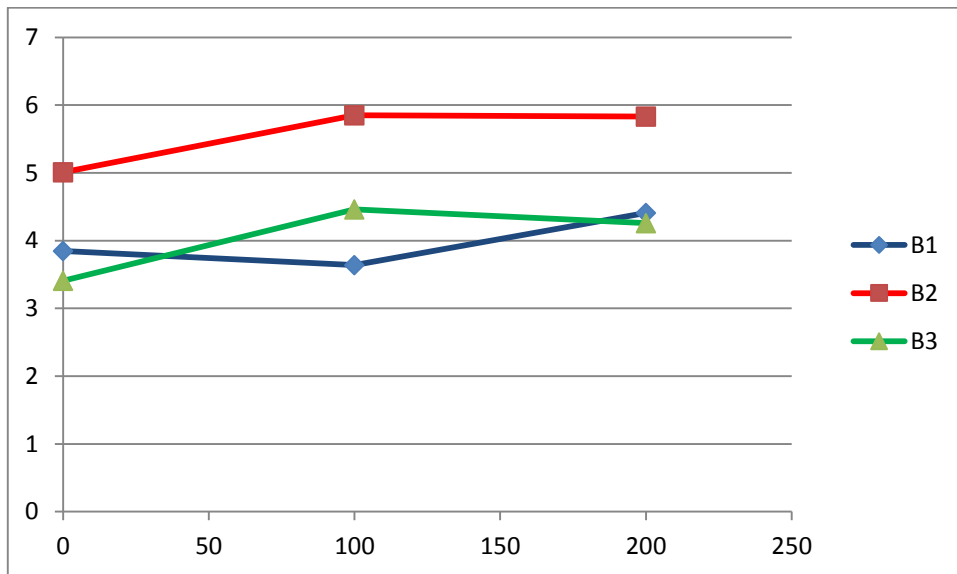
L\*



a\*

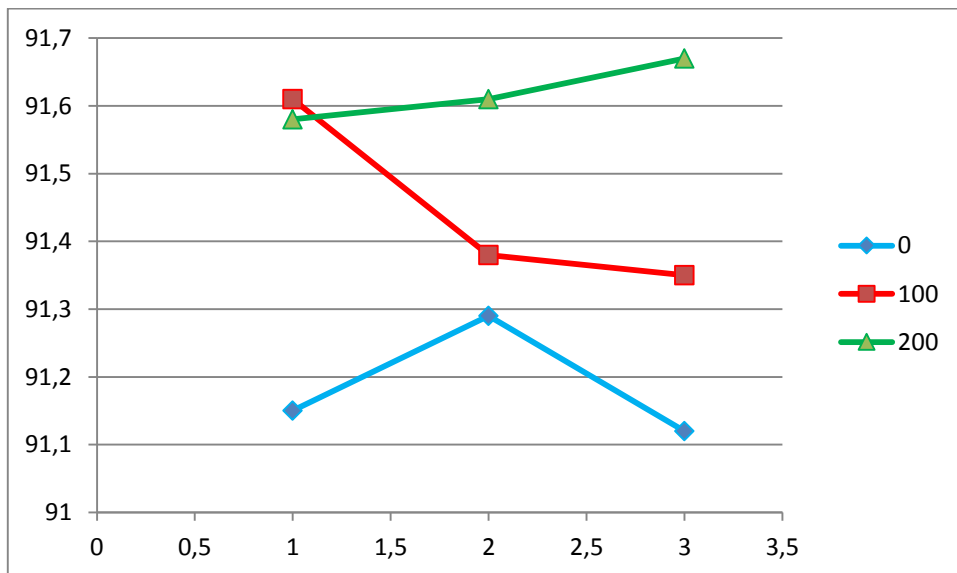


**b\***

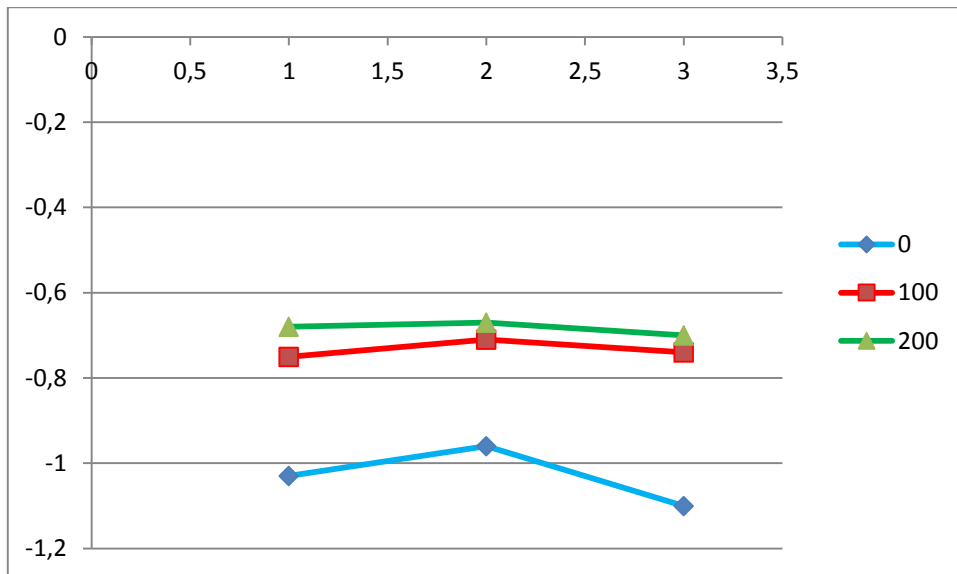


**Akác fehér**

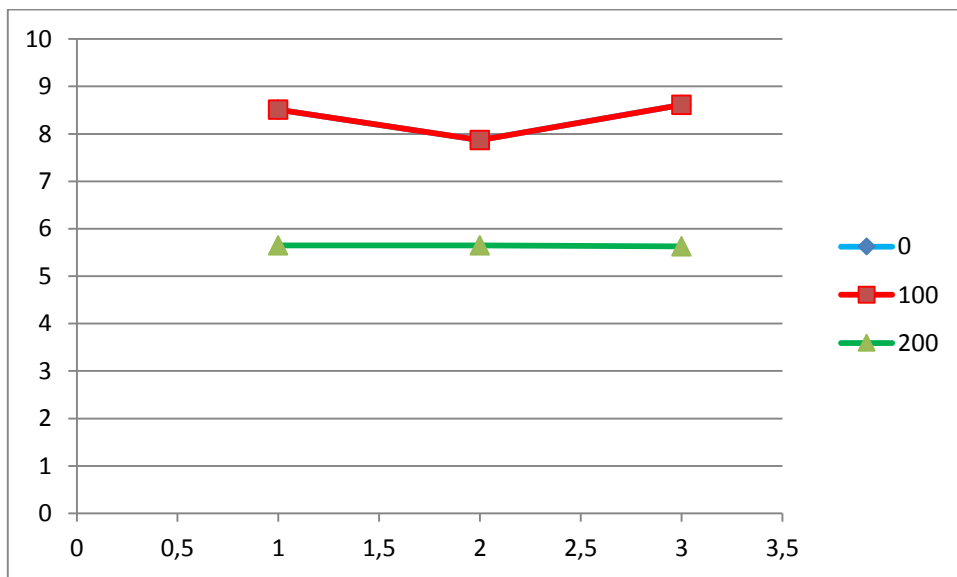
**L\***



**a\***

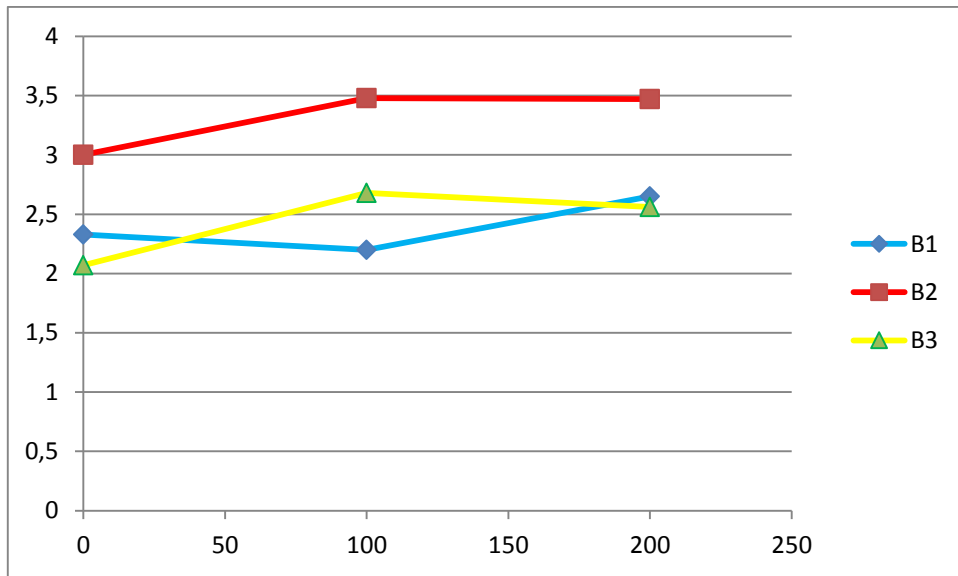


**b\***

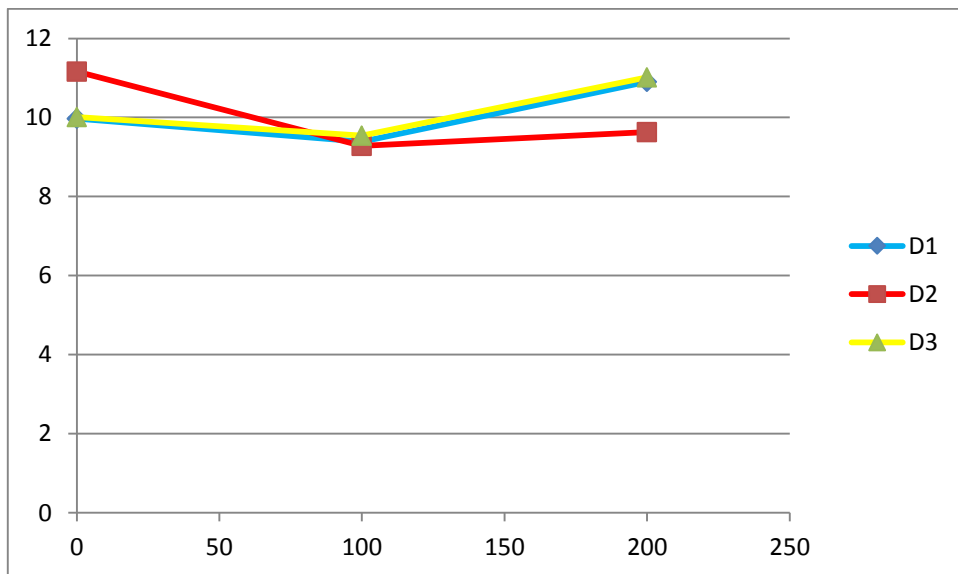


# Meranti sárga

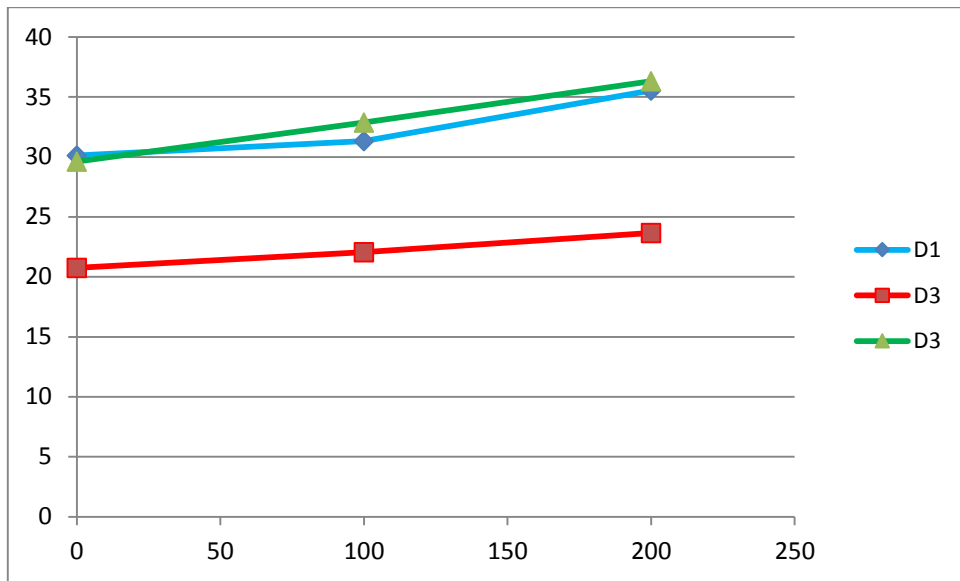
L\*



a\*

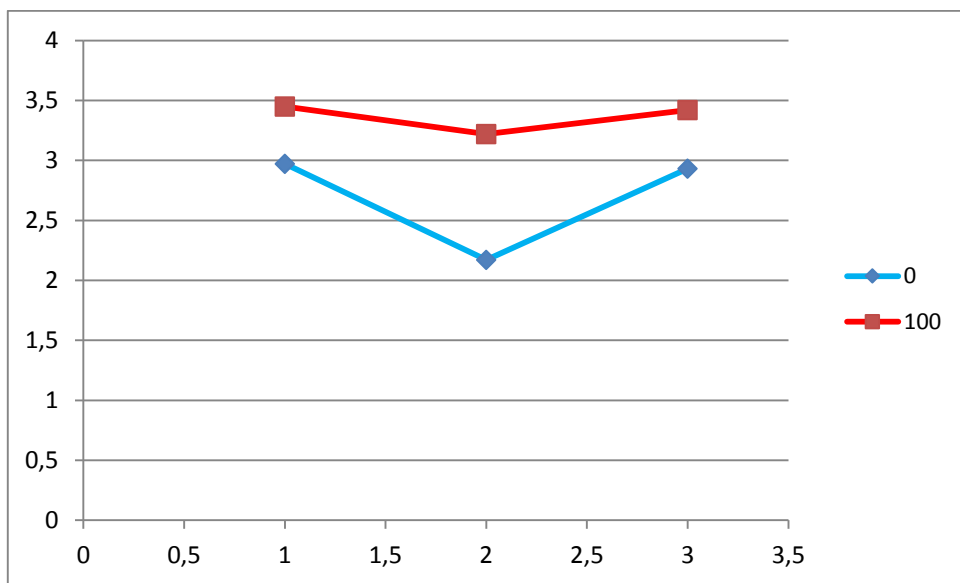


**b\***



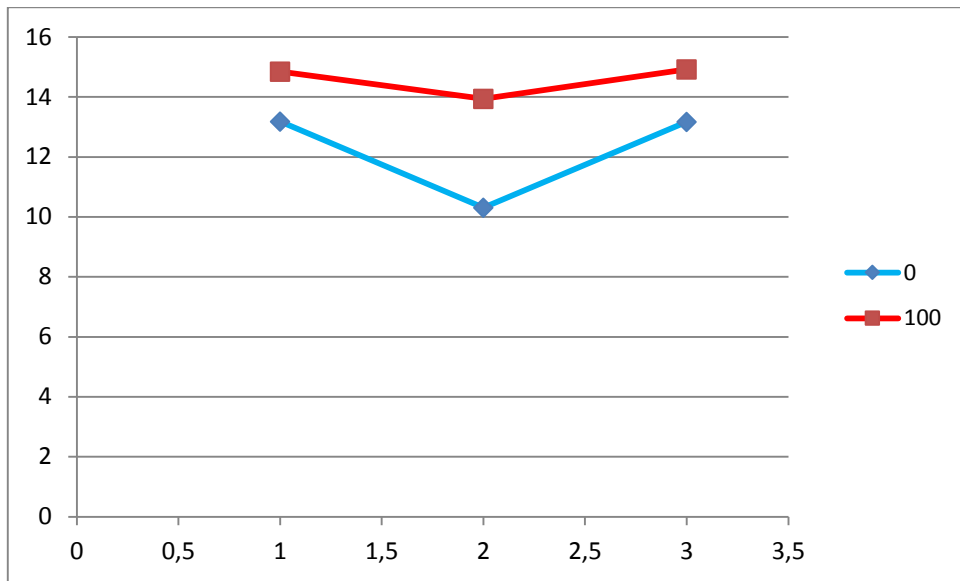
### Erdei fenyő barna

**L\***

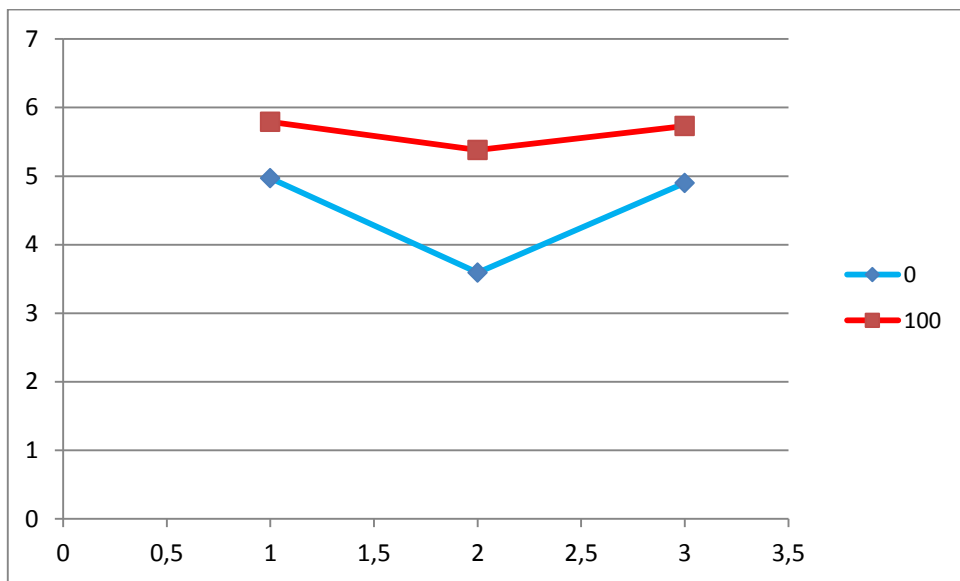




a\*

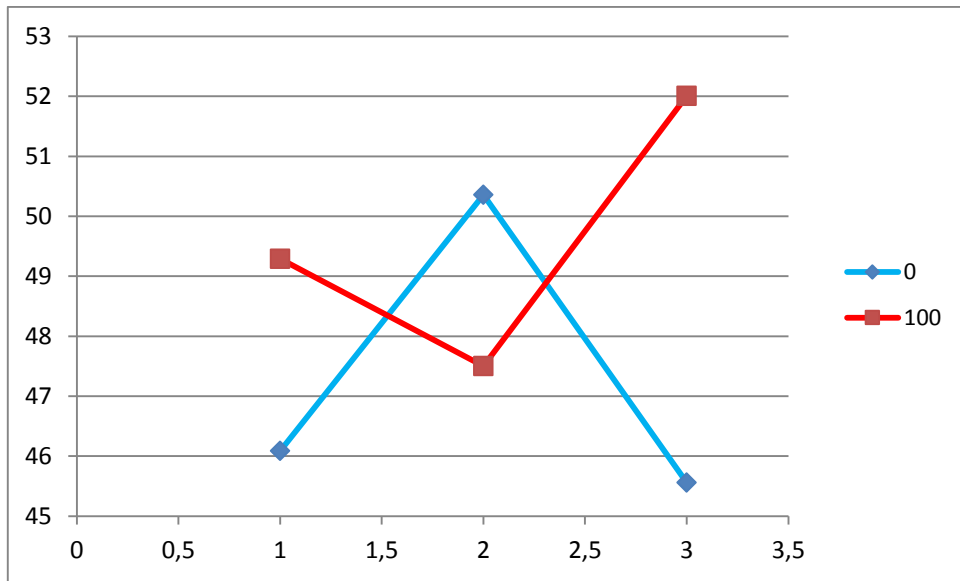


b\*

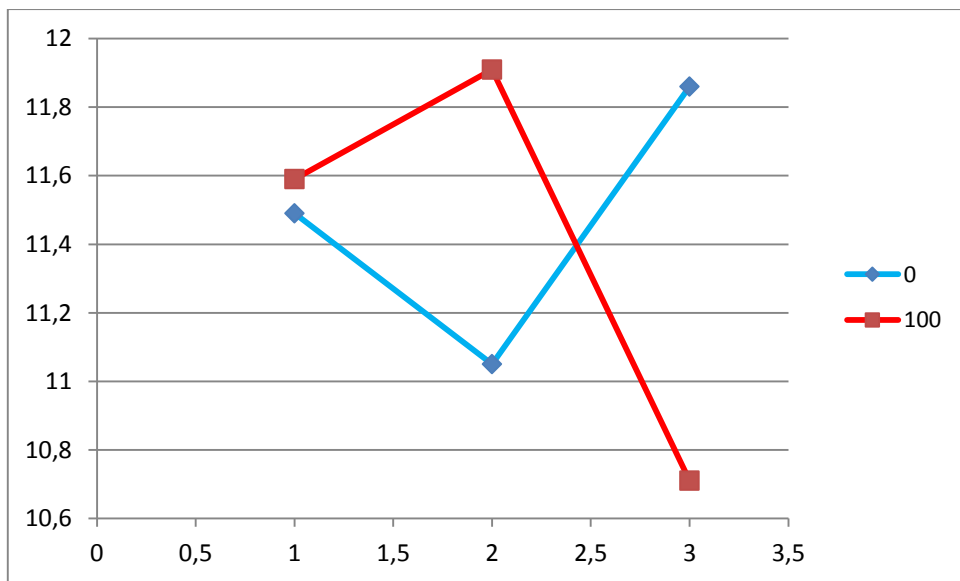


## Vörösfenyő világos

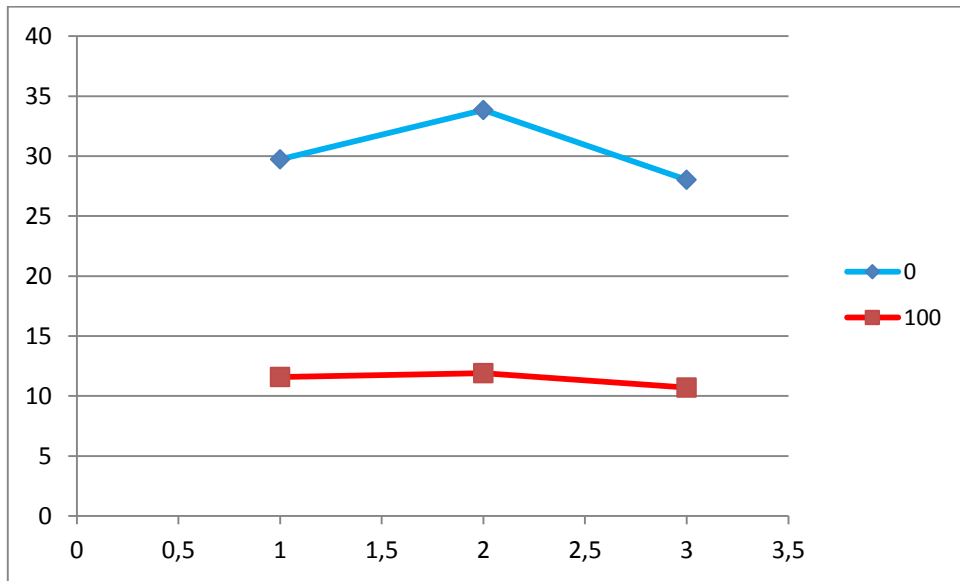
L\*



a\*

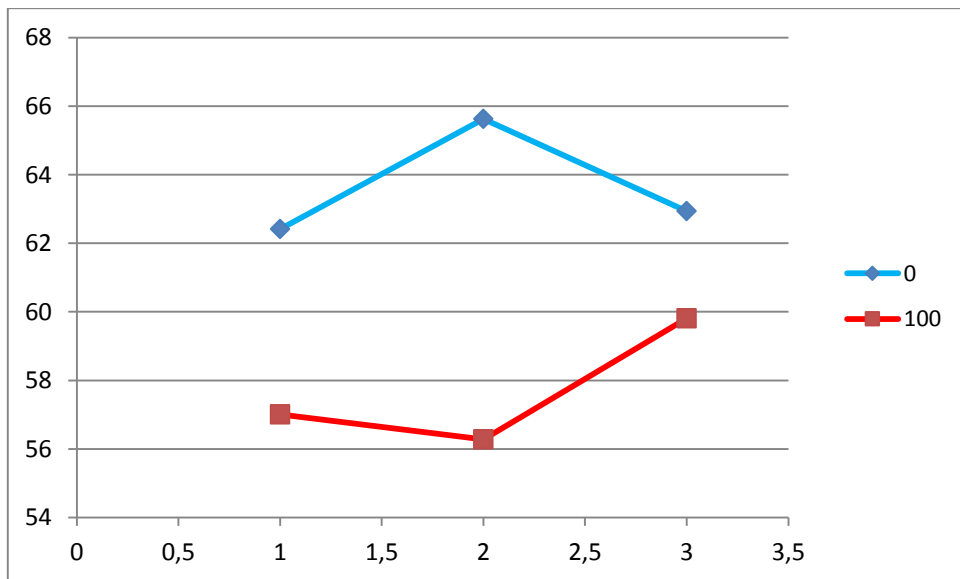


**b\***

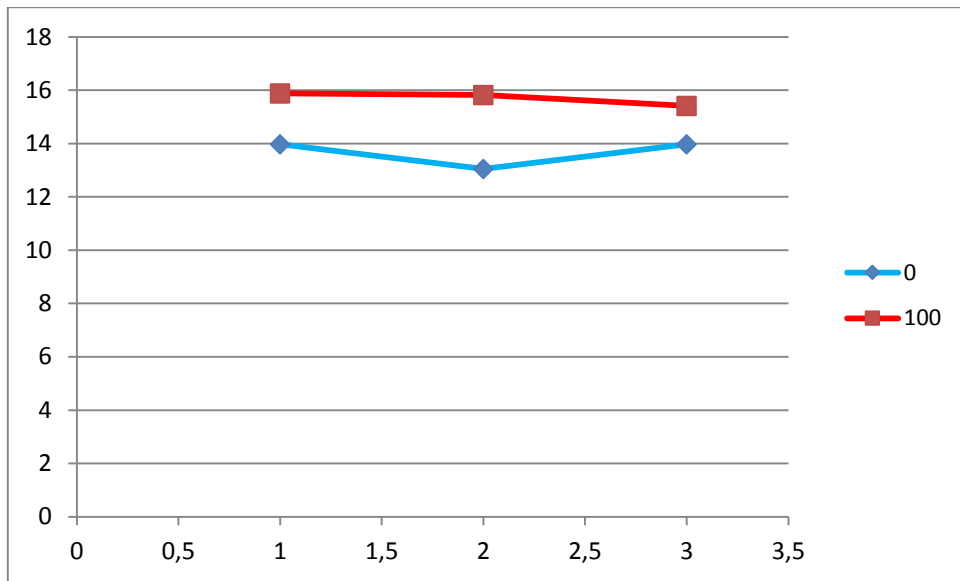


**Erdei fenyő világos**

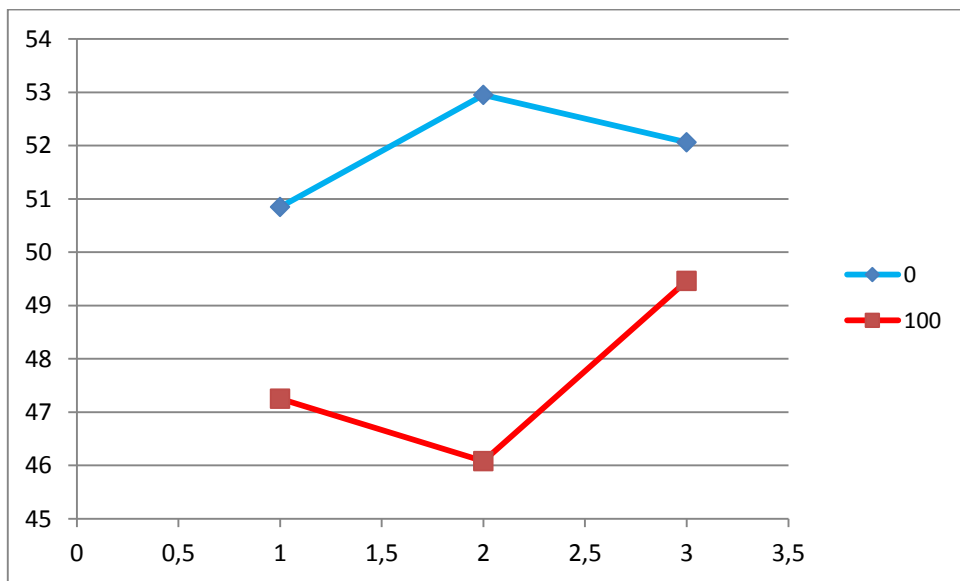
**L\***



**a\***

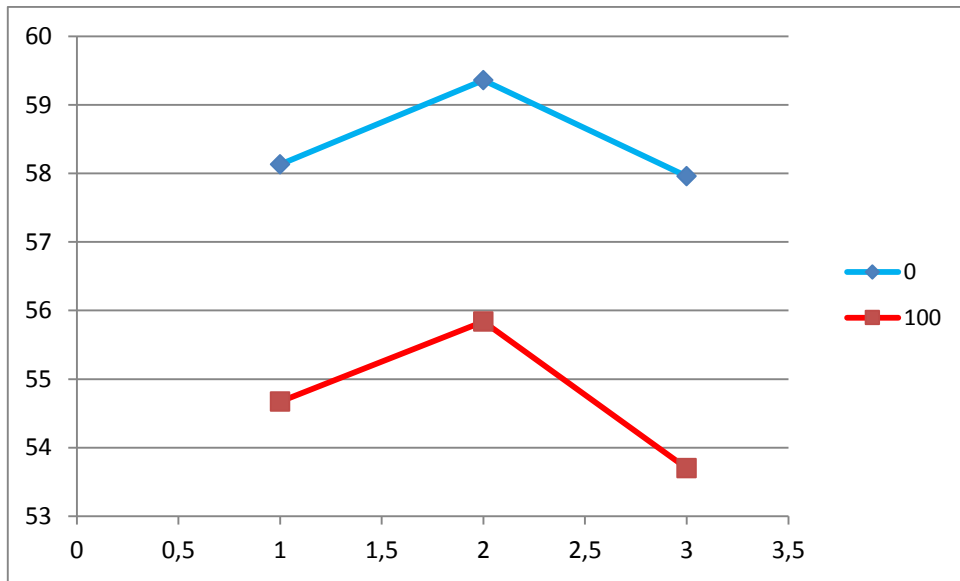


**b\***

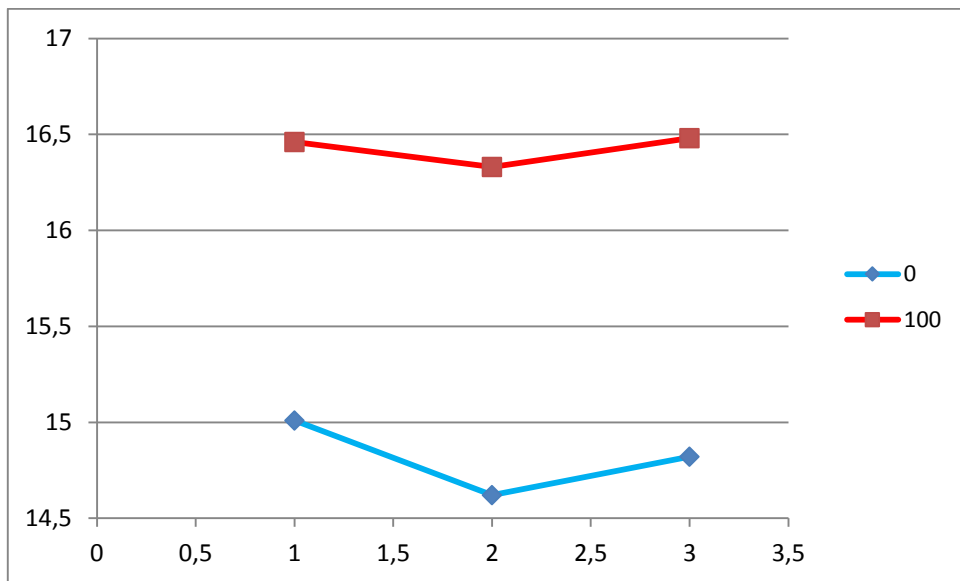


## Meranti barna

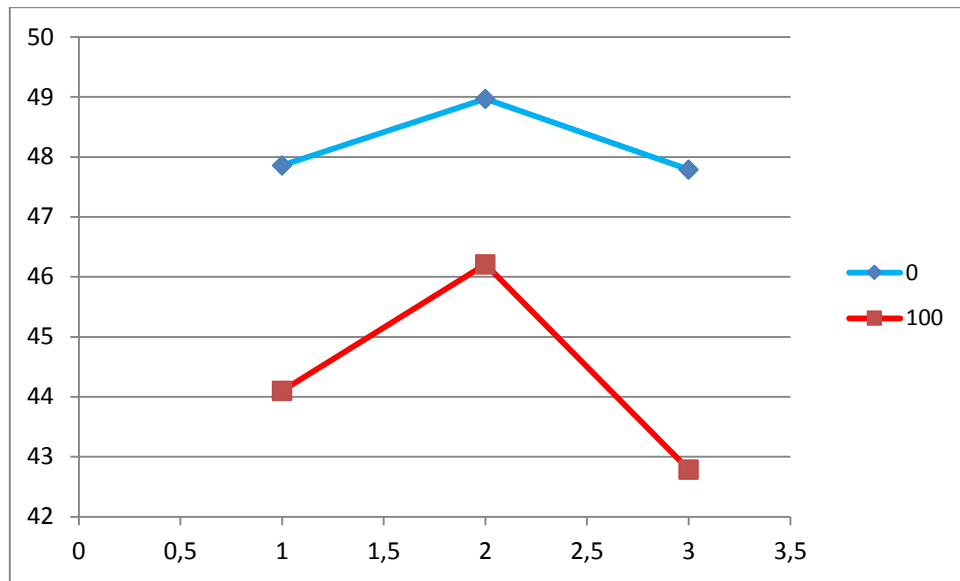
L\*



a\*



**b\***



### 10.5. A tervezett ablak műszaki rajza