

Horváth Norbert

A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra

Doktori (Ph.D.) értekezés

Témavezető:
Dr. Csupor Károly
egyetemi docens

Nyugat-magyarországi Egyetem
Faipari Mérnöki Kar
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori
Iskola

2008

**A TERMIKUS KEZELÉS HATÁSA A FAANYAG TULAJDONSÁGAIRA,
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A GOMBAÁLLÓSÁGRA**

Értekezés doktori (Ph.D.) fokozat elnyerése érdekében

Írta:
Horváth Norbert

Készült a Nyugat-magyarországi Egyetem Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák
Doktori Iskola

Faanyagtudomány (F1) programja keretében

Témavezető: Dr. Csupor Károly

Elfogadásra javaslom (igen / nem)
aláírás

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,
Sopron,
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló Dr. igen /nem
.....
aláírás

Második bíráló Dr. igen /nem
.....
aláírás

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el
Sopron,.....
.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (Ph.D.) oklevél minősítése.....
.....
Az EDT elnöke

Kivonat

A disszertáció legfőbb célja a hazai hőkezelt fa előállításához szükséges alap kutatás eredményeinek összefoglalásán túlmenően az ipari méretű gyártás előmozdítása volt. A kutatásba vont fafajok a hazai erdőgazdaság legfontosabb alapanyagai, a Csertölgy (*Quercus cerris* L.), Bükk (*Fagus sylvatica* L.) és a Pannónia nyár (*Populus × euramericana* Pannonia) voltak, melyek természetes állapotukban a farontó gombákkal szemben kevésbé ellenállóak. A 2008 márciusában lezárult kutató és fejlesztőmunka a GVOP- „Vegyszermentes faanyagvédelem” projekt keretében a Gazdasági és Közlekedési minisztérium támogatásával valósult meg. A laboratóriumi vizsgálatok a Nyugat-magyarországi Egyetem Faanyagtudományi Intézetében folytak és az itt prezentált tanulmánynak köszönhetően az ipari hasznosítás a közeljövőben a Sokon Kft.-nél fog megvalósulni. A kísérleti hőkezelések normál légköri levegőben 180-200°C hőmérsékleten és különféle hőntartási idők mellett folytak. A kifejlesztett kezelési menetrendek know-how-ja a projekt megvalósulásáért felelős konzorcium szellemi tulajdonát képezi. Az faanyagtudomány szempontjából legfontosabb faanyag tulajdonságok az európai szabványokra (EN) támaszkodva kerültek meghatározásra. A farontó gombákkal szembeni ellenálló-képességen kívül (vizsgálati gombafajok: *Daedalea quercina*, *Coriolus versicolor*) az ipari felhasználhatóság megítéléséhez elengedhetetlen volt a fizikai és mechanikai tulajdonságok feltárása is. A kutatási eredmények alapján a vizsgált faanyagok gombaállósága és a nedvesedéssel szembeni dimenzióstabilitása jelentősen növelhető volt. A hőkezelés alkalmasnak bizonyult a cser geszt és szíjácsa közötti, illetve az álgesztés bükk fáján belüli színeltérések csökkentésére. A vizsgált faanyagok világossága (L*), az egyéb faanyag tulajdonságokhoz viszonyított szoros korrelációja révén, nagy segítséget nyújt az azonos minőségű hőkezelt faanyag előállításában. A vizsgálati eredmények alapján így a CIE-Lab színmérés segítségével az egyéb faanyag tulajdonságok előrejelezhetőkké válnak.

Abstract

“The effect of thermal treatment on wood properties with special emphasis on wood resistance to fungal decay”

The primary aim of the presented study was to promote the production of thermal treated wood in Hungary. In the research, the most important wood species with low fungal decay resistance are Turkey oak (*Quercus cerris* L.), beech (*Fagus sylvatica* L.) and Pannonia poplar (*Populus × euramericana* Pannonia) were investigated at the Institute of Wood Sciences of the University of West Hungary in Sopron. This project called “Preservatives-free wood preservation” was supported by the Ministry of Economy and Transport and was completed in March 2008. Due to the success of this endeavour, the industrial production of the thermal treated wood will be started at the SOKON Ltd in the near future. The thermal treatments were carried out under atmospheric conditions. The temperature of the treatments ranged between 180-200°C and were combined with a wide range of durations. The know-how developed within the frame of this research is owned by the members of the consortium formed by the University of West Hungary, SOKON Ltd., and Apostol és Társai Ltd. The most important physical and mechanical properties were analysed using the European Norms (EN). The wood decay tests carried out with *Daedalea quercina* and *Coriolus versicolor*. Based on the results, the fungal decay resistance and the dimension stability of wood can be enhanced for the wood species studied. In addition, the heat treatment was found suitable for homogenizing the colour of white and red heartwood of beech and decreased the colour-difference between sapwood and heartwood of Turkey oak. Significant correlation was found between brightness (L*) and other tested properties. These findings can be utilised to produce thermal treated wood with required quality. According to these results, the CIE-Lab colour measurement can be used to predict physical and mechanical properties of thermal treated wood.

Tartalomjegyzék

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. Bevezetés, előzmények és célkitűzések | 1 |
| 2. A hőkezelés tudományos és ipari vonatkozásai | 3 |
| 2.1. A faanyag modifikálása..... | 3 |
| 2.2. Kémiai modifikáció..... | 3 |
| 2.3. Hőkezelés | 5 |
| 2.3.1. Szaktörténeti áttekintés | 5 |
| 2.3.2. A hőkezelés napjainkban..... | 8 |
| 2.3.3. A hő hatása a faalkotókra | 10 |
| 2.3.3.1. A cellulóz és a poliózok bomlása..... | 11 |
| 2.3.3.2. A lignin bomlása | 12 |
| 2.3.3.3. A járulékos anyagok bomlása | 14 |
| 2.3.4. A hőkezelés hatása a faanyag tulajdonságaira | 15 |
| 2.3.4.1. Gombaállóság, természetes tartósság..... | 17 |
| 2.3.4.2. Fizikai tulajdonságok | 19 |
| 2.3.4.3. Mechanikai tulajdonságok..... | 24 |
| 2.3.4.4. Kémiai tulajdonságok..... | 25 |
| 3. A vizsgálatokról | 27 |
| 3.1. Vizsgált faanyagok jellemzése | 27 |
| 3.1.1. Csertölgy (<i>Quercus cerris</i> L.) | 27 |
| 3.1.2. Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.)..... | 28 |
| 3.1.3. Nyáarak - Pannónia nyár (<i>Populus × euramericana</i> Pannónia) | 29 |
| 3.2. Hőkezelések berendezései, választott paraméterek..... | 31 |
| 3.3. Mintavételezés, statisztikai értékelés | 33 |
| 3.4. A vizsgálatok eszközei, a mérések módja | 35 |
| 3.4.1. Gombaállóság meghatározása | 35 |
| 3.4.2. Fizikai tulajdonságok | 36 |
| 3.4.2.1. Egyensúlyi fanedvesség meghatározása..... | 36 |
| 3.4.2.2. Sűrűség meghatározása | 37 |
| 3.4.2.3. Színmérés | 37 |
| 3.4.2.4. Dimenzióstabilitás | 39 |
| 3.4.2.5. Hőkezelési méret- és tömegcsökkenés | 40 |
| 3.4.3. Mechanikai tulajdonságok..... | 41 |
| 3.4.3.1. Hajlítószilárdság és hajlító-rugalmassági modulusz meghatározása | 41 |
| 3.4.3.2. Ütő-törő munka meghatározása | 42 |
| 3.4.3.3. Rostirányú nyomószilárdság meghatározása | 43 |
| 4. Vizsgálati eredmények értékelése | 44 |
| 4.1. Gombaállóság..... | 44 |
| 4.2. Fizikai tulajdonságok | 47 |
| 4.2.1. Egyensúlyi fanedvesség | 47 |
| 4.2.2. Sűrűség | 48 |
| 4.2.3. Szín..... | 50 |
| 4.2.3.1. Világosság | 50 |
| 4.2.3.2. Vörös színezet | 52 |
| 4.2.3.3. Sárga színezet..... | 53 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.3.4. A teljes színeltérés..... | 55 |
| 4.2.4. Dimenzióstabilitás..... | 57 |
| 4.2.4.1. Tangenciális dagadás..... | 57 |
| 4.2.4.2. Radiális dagadás..... | 58 |
| 4.2.4.3. Dagadási anizotrópia..... | 59 |
| 4.2.5. Hőkezelési méret- és tömegcsökkenés..... | 61 |
| 4.3. Mechanikai tulajdonságok..... | 64 |
| 4.3.1. Hajlítószilárdság és hajlító-rugalmassági modulusz..... | 64 |
| 4.3.2. Ütő-törő munka..... | 66 |
| 4.3.3. Rostirányú nyomószilárdság..... | 67 |
| 4.4. A vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolatok..... | 69 |
| 4.4.1. Korreláció vizsgálat..... | 69 |
| 4.4.2. Regresszió vizsgálat..... | 70 |
| 5. Összefoglalás..... | 75 |
| 5.1. Az új tudományos eredmények tézisszerű összegzése..... | 76 |
| 5.2. Gyakorlati hasznosítás lehetőségei..... | 79 |
| 5.3. A témához kapcsolódó tudományos közlemények..... | 80 |
| 6. Irodalomjegyzék..... | 81 |
| 6.1. Ábraforrás..... | 81 |
| 6.2. Hivatkozásjegyzék..... | 83 |
| 6.3. Szabványjegyzék..... | 91 |
| 7. Mellékletek..... | 92 |

1. Bevezetés, előzmények és célkitűzések

A Föld erőforrásaival történő bánásmód és gazdálkodás korunk mindnyájunkat érintő, s talán sokakat foglalkoztató kérdései. Erdeink ökológiailag és egyéb szempontok szerint jól definiált és fontos szerepein túlmenően a mindennapjainkban is oly nélkülözhetetlen, megújuló nyersanyagot biztosítanak számunkra. A faanyag életünk részévé vált, olyan mértékben, hogy az erdők jövőbeni sorsa mára már a mi sorsunk is egyben. A faanyagtudomány a fatestnek, mint a továbbfeldolgozás alapanyagának életútját hivatott szolgálni úgy, hogy környezetbarát eljárásokkal, tudományos érvekkel növeljék a felhasználás hatékonyságát és a beépített faanyag élettartamát. E törekvések velejárójaként az alapanyagok céltudatosabb és orientált alkalmazásával lehetőség nyílt a globális folyamatok, mint pl. az erdőfelületek csökkenése, kis mozgatórugójaként pozitív hatást gyakorolni arra. A faanyag-modifikációs kísérletek ilyen megfontolásokból a mindezidáig értéktelenebbnek tartott, nem túl attraktív színtónusú, károsítókkal szemben nem tartós faanyagok tulajdonságainak javítására irányultak. Mivel a javítani, újat alkotni vezérelvek nem mindig párosulnak komplex gondolkodásmóddal s néha évtizedek múltán zsákutcának is bizonyulnak a háttérben megbúvó másod-, vagy harmadlagos hatásaik miatt, ezért az egyes tudományágak összehangolt tevékenysége e téren is nélkülözhetetlen. Sajnálatos módon a tendencia az, hogy a tudomány, holott előbbre jár, mindig az ipar mögött kényszerül kullogni, elég csak a „kőolajlobby” vonatkozásaira gondolnunk.

Kéziratomban fő témáját faanyag-tudományi, ezen belül főként faanyagvédelmi szempontok alapján a hőkezelés, mint módosító eljárás képezi. Tárnyilagos eredményein túlmenően csak pár gondolat erejéig szeretnék e tudományág keretein kívül tekinteni, melyek szervesen kapcsolódnak a hőkezelési technológiához és talán újabb, más szakterületen is fontos kutatásokat motiválnak. Célul tűztem ki, hogy az elmúlt években folytatott kutatómunkám egy részét, melyet a Faanyagtudományi Intézetben a GVOP „Vegyszermentes faanyagvédelem” projekt keretein belül kutatómérnökként és azt megelőzően doktoranduszként végeztem, szakmailag egységes és hasznosítható formába öntsem. Ehhez kapcsolódóan szükségesnek látom, hogy pár sorban összegezzem mi is történt az értekezés megírását megelőzően.

Első kezeléseimet a Fizika és Elektrotechnika Intézet által a hidrotermikus kezelések során már alkalmazott autokláv segítségével végeztem. Nagy István technikus közreműködésével, a kezdeti sikertelenség és egyéb technikai módosítás ellenére, már 2004 végén sikerült minőségi hőkezelt faanyagot előállítanunk. Cser, tölgy, kőris, bükk, álgesztenye bükk, nyár, akác és erdeifenyő próbatesteket hőkezeltünk, melyek a következő évben folytatott gombaállósági vizsgálatok alapjául szolgáltak. A drezdai 2005-ös „Thermoholz Workshop”-konferencián elsőként sikerült részt vennünk e témában, s így az ott publikált kezdeti eredményeinkkel a nemzetközi kutatóintézetek (pl. ETH - Institut für Baustoffe - Zürich, IHD - Dresden) sorához csatlakoztunk. 2005-2007 között a „Vegyszermentes faanyagvédelem” kapcsán előbb a téma irodalmának feldolgozásával, majd a későbbiek során (2006) a hőkezelés céljára kifejlesztett berendezésben minőségi faanyagot biztosító menetrendek kidolgozásával foglalkoztam. Cser, tölgy, bükk, akác, erdeifenyő, nyár és a későbbiekben gyertyán fajokkal folytattam vizsgálatokat. A projektet tekintve a figyelem középpontjában a gombakárosítókkal szembeni ellenálló-képesség változása állt, de emellett természetesen a fizikai és mechanikai tulajdonságok jellemzésére, ill. a Kémia Intézettel karöltve a folyamatok során keletkező gázok, csapadékok kémiai elemzésére is sor került. A 2006-ban, Lipcsében rendezett soron következő „Thermoholz Workshop”-on már a cser, tölgy faanyagokkal végzett gombaállósági vizsgálatok eredményeit publikáltam, melyen ismét lehetőség nyílt az új eredményekkel, nemzetközi aktualitásokkal megismertetnem.

Az elmúlt időszakban egyetemünk Faanyagtudományi Intézetben két diplomamunka is született a témában, s további kettő pedig folyamatban van, melyeknél, mint belső konzulens segédkeztem, segédkezem a mai napig is. Vizsgálati eredményeimet a 2008 áprilisában megrendezésre került 5. Europäischer Thermoholz Workshop „Normung und Standardisierung von TMT” nemzetközi konferencián is publikáltam, ahol az aktuális téma a hőkezelt faanyagok szabványosítása volt. A „Vegyszermentes faanyagvédelem” projekt idén (2008 elején) került lezárásra, s így a hőkezelési menetrendre, mint „know-how”-ra vonatkozólag részleteket nem közölhetek a dolgozatomban. Az elmúlt évek kutatásainak köszönhetően, és e projekt új eredményeként idén Magyarországon is megindulhat a hőkezelt faanyagok ipari gyártása. Egyetemünkön egy megújult, felújított hőkezelő laboratórium is átadásra került, ahol külön számítógépes központ segítségével már jó körülmények között folyhatnak a további kísérletek.

Ezen előzményeken túlmenően a dolgozat első részében a modifikációk tudományos és ipari vonatkozásait tekintem át, melyben a hőkezelést érintő kérdésekkel kiemelt fontossággal és részletességgel kívántam foglalkozni. E fejezet megírásánál kettős cél vezérelt. Egyfelől, pótolva a hazai szakirodalom hiányosságait többé-kevésbé átfogó képet kívántam nyújtani a modifikációkról, másrészt az összegyűjtött ismeretanyag elemzése lehetővé tette számomra a kutatási irány megválasztását. A második részben a cser, bükk és nyár fafajokkal folytatott gombaállósági és egyéb vizsgálataim eredményeit értékelem azon tényeknek a tükrében, hogy e fafajok a hőkezelés következtében új tulajdonságokkal fognak rendelkezni és természetes állapotukban a gombakárosítókkal szemben kevésbé ellenállóak. Ezek alapján a kutatómunkám alapvető célkitűzései tömören összegezve következők voltak:

- a szakirodalom részletes áttekintésével a kezelési eljárásra és a kísérleti kezelő berendezés kivitelére vonatkozóan a kutató és fejlesztőmunka irányának meghatározása és a fejlesztés koordinálása

- a kialakított berendezés segítségével új, a gyakorlatban is alkalmazható technológia kísérleti megalapozása a hazai lombosok száraz termikus modifikálására

- a kidolgozott menetrendek hatásainak analitikus feltárása a nagy tömegben rendelkezésre álló, alacsony tartósságú bükk, nyár és cser faanyagok gombaállóságára és a felhasználás tekintetében fontos fizikai és mechanikai tulajdonságaira vonatkozóan

- a hőkezelés hatására megváltozott tulajdonságok figyelembevételével meghatározni az így modifikált vizsgálati faanyagok felhasználási területét

2. A hőkezelés tudományos és ipari vonatkozásai

2.1. A faanyag modifikálása

Napjainkban a faanyagtudomány sokat emlegetett és szinte külön szakterületként tárgyalt ága a faanyag-modifikáció. E fogalom alatt röviden és tömören BOSSHARD (1984) nyomán a következőket érthetjük:

„Olyan módosító eljárás, mely megváltoztatja a faanyag konstitúcióját azzal a céllal, hogy a felhasználás szempontjából a faanyag előnyös, új tulajdonságokra tegyen szert és ezzel alkalmazási területét szélesítse, új termékek előállítását biztosítsa.”

| Modifikációs eljárások | | | Hatásmechanizmusok | |
|--------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Eljárás vagy kezelőanyag | Forgalomban | Hatásmechanizmus | | |
| Hőkezelés | X | [Diagram: Cell wall modification] | | |
| Acetilezés | (X) | [Diagram: Acetylation] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Melamin műgyanta | (X) | [Diagram: Melamine resin] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Térhálósítás | (X) | [Diagram: Crosslinking] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Furfurilezés | X | [Diagram: Furfurylation] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Szilikon / Szilán | | [Diagram: Silane] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Olaj / vaksz | X | [Diagram: Oil] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |
| Citozán | | [Diagram: Cytozane] | [Diagram: Cell wall modification] | [Diagram: Cell wall modification] |

1. ábra Famodifikációs eljárások és hatásmechanizmusuk (KRAUSE A.)

Az eljárások között a szakirodalom külön tárgyalja a kémiai és az úgynevezett termikus modifikációt. Míg a kémiai modifikáció során különböző anyagokat juttatnak a faanyagba, addig hőkezeléskor a mérsékelt hőhatás következtében bekövetkező átalakulások járulnak hozzá, hogy új tulajdonságokkal ruházzuk fel alapanyagainkat. Természetesen e beavatkozásokat nem tehetjük meg kedvezőtlen következmények nélkül, azaz csak az egyes alaptulajdonságok rovására. Az érvek és ellenérvek, előnyök és hátrányok súlyozása az alkalmazási területektől függően változó. Itt szükséges megjegyezni, hogy a hőkezelés és a gőzölés technológiája a lezajló folyamatokat tekintve ugyan rokonok egymással, mégis különbséget kell tennünk e kettő között. A hőkezelés alapjait a gőzölési technológiák eredményei szolgáltatták így történetileg közös gyökerekkel rendelkeznek, de útjaik mégis különváltak. KRAUSE alapján a faanyag-modifikációs eljárásokat a hatásmechanizmusuk alapján az 1. ábra szemlélteti. A legtöbb eljárás abban egyezik, hogy a fa hidrophil -OH (hidroxil-) csoportjain keresztül történik a módosítás. Amíg pl. acetilezés esetén szubsztitúciós reakcióba hozzák őket, vagy furfurilezés esetén ún. blokádok jönnek létre közöttük, addig a termikus kezeléskor egész egyszerűen lehasadnak ezek az -OH csoportok.

2.2. Kémiai modifikáció

E témakör kapcsán az 1. ábrához kapcsolódóan fontosnak tartom, hogy röviden, néhány mondattal kitérjek a kémiai modifikációkra is. A kémiai módosítások az ágensek kovalens kötése szerint lehetnek éter, észter, acetálok. Az aromás, alifás ágensek éter, míg dikarbonsav jelenlétében észterként kötődnek a fa reakcióaktív OH- csoportjaihoz. Az ún. „Single site reaction” során egyoldali kötések képződnek melléktermékek lehasadásával a

hidroxil csoportok és a modifikáló reagensek között. Ilyen reagensek, pl. a karbonsav-halogenidek, lineáris és ciklikus anhidridek, izocianát, diizocianát, epoxid és az aldehidek is.

Dikarbonsav-anhidrides kezelés esetén első lépésben egy monoészter keletkezik, majd erre addícióval további epoxid kapcsolódásával jön létre az ún. „epoxide-adducted esterified wood”, illetve ehelyett dikarbonsav-anhidrid és epoxid keverékével kezelve a fát oligoészterizált faterméket kapunk (MATSUDA 1993,1988 és 1987).

Oxidatív modifikáció esetén (BACK 1991) a cél egyrészt, a kedvezőbb kovalens kötések létrehozása a hidrogén hidak helyett, pl. a fa és a ragasztóanyagok között, másrészt az oleofil anyagok eliminálásával (viaszok, zsírsavak) a fa ragasztási tulajdonságainak javítása. Egyéb oxidatív módosítás perecetsavval és hidrogén-peroxiddal (PHILLIPOU 1982), salétromsavval (BACK 1991), nátrium-dikromáttal (PHILLIPOU 1982), ózonnal (BACK 1991), plazmakezeléssel (PODGORSKI 2000), lángkezeléssel (NUSSBAUM 1993) történhet.

Az ammóniás kezelés (BOSSHARD 1984) nem a hidrofobizálásra irányul, hanem a plasztifikálásra, mely kihat a faanyag mechanikai alakváltozására. WIENHAUS (1978) írja le a vizes és cseppfolyós ammóniás -víz kizárása melletti- kezeléssel: „a vizes ammóniás kezelés teljes deacetileződést eredményez a hemicellulózokban, s egy időben a lignin és a hemicellulózok egy része is kioldódik (6-10%), míg a cellulóz kristályos része ezalatt érintetlen marad. Cseppfolyós ammóniában víz kizárásával a fa főként fizikai úton plasztifikálódik úgy, hogy az ammónia molekulák megkötése következtében (a sejtfal makromolekuláiban, ill. a cellulóz kristályos részeiben is) a hidrogénhidak felszakadnak, majd az ammónia elpárolgása következtében újra kialakulnak.”

Az acetilezés lényegében, az egyes fakomponensek -OH csoportjainak acetyl csoportra történő „kicserélése” folytán valósul meg. Az alkalmazott ecetsavanhidridek a fával különféle eljárások (normál légköri nyomáson, túlnyomáson, 110-120°C között, cseppfolyósan vagy nyomás-impregnációval stb.) során kerülnek reakcióba. A különféle eljárások következtében a fa tulajdonságai is változhatnak. ROWELL (1996) nyomán, aki erdeifenyő, juhar, tölgy, dió, cseresznye, teak faanyagokat vizsgált, a faanyag sűrűsége 5-20%-kal növekszik, a fa színe sötét fajoknál világosodik, világos tónusúaknál sötétedik, mindemellett a gázáteresztő-képesség és nyírószilárdság csökken. DREHER (1964) Duglászfenyő, Vöröstölgy, Cukorjuhar fajokat vizsgálva megállapította, hogy a hajlítórugalmassági-modulusz változása -6 és +2%, míg a hajlítószilárdság változása -8 és +17% közötti. LARSSON (1998) alapján a Brinell keménység lucfenyőt, erdeifenyőt és rezgőnyarat vizsgálva, tangenciálisan +25%-al, radiálisan +20%-al növekedett. Acetilezéssel megfelelően kézbentartott eljárásokat lehet kivitelezni. A megfelelő paraméterekkel (reakcióidő, reakcióhőmérséklet, nyomás, katalizátor) a kívánt kezelés végezhető el és a reprodukálhatósága is biztosított. Az acetilezett faanyag dimenzióstabilitása mellett megemlíthető a Pincegomba (*Coniophora puteana*), Keskeny lemezestapló (*Gloeophyllum trabeum*) és Házi kéreggomba (*Poria placenta*) farontó gombákra bevizsgált megnövekedett ellenálló-képesség is.

Furfurilezés során enyhén savas közegben, emelt hőmérsékleten furfuril-alkohollal kezelik a faanyagot. A kezelés hatására a szilárdsági mutatók enyhén növekedhetnek is, kivéve az ütő-törő munkát, mely csökkenést mutat. A kezelés velejárója a fa „barnulása”, dimenzióstabilitásának és a természetes, fűrókagylókkal szembeni ellenálló-képességének növekedése is. A piacon a "Visorwood" és "Kebony" néven forgalmaznak ilyen eljárással kezelt fatermékeket (KÜRSTEN).

A térhálósítás során bevitt DMDHEU (1,3-dimetilol-4,5-dihidroxi-etilénkarbamid) a rétegtelmez-gyártásban alkalmazott monomer, mely a préslapok között polikondenzációs reakció során térhálósodik. A sejtfalakban történő térhálósodása a dimenzióstabilitás és keménység növekedését eredményezi (KÜRSTEN).

2.3. Hőkezelés

2.3.1. Szaktörténeti áttekintés

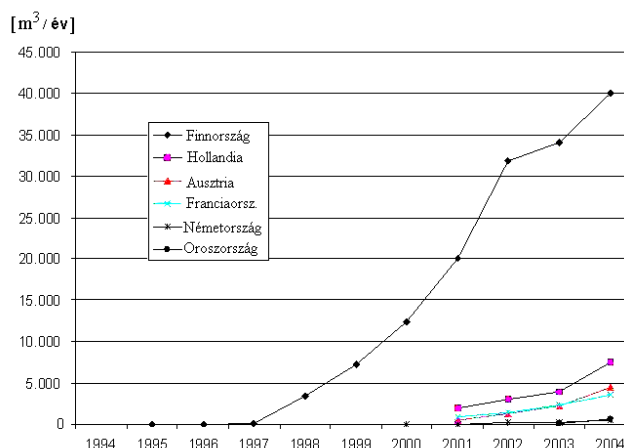
A szakirodalom e témakörnek a múlt századba visszanyúló történetét 1920-tól jegyzi mikor is TIEMANN (1920) megállapította, hogy megnövelt szárítási hőmérséklettel növelhető a faanyag dimenzióstabilitása. STAMM és HANSEN (1937) az első kutatók voltak, akik foglalkoztak a termikus modifikációval és megállapításaik szerint a fanedvesség befolyása jelentős a kezeléseknél, valamint az oxigén jelenléte drasztikus csökkentő hatással van a kezelt anyagok szilárdsági jellemzőire. STAMM, BURR és KLINE (1946) folyékony fémekben kísérleteztek 175-250°C-on és megállapították a vizsgált anyagokról, hogy a zsugorodás-dagadás értéke 40%-al, míg a hajlítószilárdság 20%-kal csökkent. A további kísérletek, melyeket levegőben 160-280°C között végeztek, 30- és 25%-os csökkenést mutattak ugyanezen tulajdonságokra. 1946-ban a kísérletek után STAMM és HANSEN "staywood" néven szabadalmaztatták a 240°C-on 15-120 percig tartó eljárással kezelt terméküket (US 22 96 3169 számmal). 1951-től megindultak a különféle vizsgálatok a faanyag viselkedésével, az eljárások gépesítésével és rentabilitásával kapcsolatban. Papírkromatográfiás vizsgálattal RUNKEL és WITT (1953) analizálták a hőkezelés során keletkező reakciótermékeket. Eredményeik kimutatták, hogy a hemicellulózok, különösen a pentozánok, erős változásokon mennek keresztül. BURO (1954) erdeifenyő és bükk esetében foglalkozott a téma faanyagvédelmi kérdéseivel, főként gombakárosítási szempontokat figyelembe véve. A 125-250°C között levegőben és nitrogéngázban kezelt anyagokról megállapította, hogy eltekintve a lecsökkent egyensúlyi fanedvességtől, ami a fertőzési valószínűséget is csökkenti, csekély mértékben ugyan, de mérgező anyagok is keletkeznek bennük, s így módon a gombák számára nem jelent potenciális táplálékot a továbbiakban. BURO 1955-ben megismételve STAMM -ék 1946-os kísérletét és fémfürdőben vizsgálta tovább e két fafajt. Az alkalmazott ötvözetéről, mint hőtáradó közegről erős toxikus hatása is kimutatható volt, melyet a gombák életfeltételeit kizáró tényezőként nevezett meg. KLAUDITZ és STEGMANN (1955) faforgácslap gyártás aspektusai nyomán foglalkoztak a termikus modifikációval. SANDERMANN és AUGUSTIN (1963 a,b, 1964) a Hamburg-Reinbeck Fakémiai Intézetben „Differential-Thermo Analyse” néven egy eljárást fejlesztettek ki, mellyel a faalkotók bomlása a különféle vizsgálati feltételek mellett nyomon követhetővé vált. KOLLMANN és munkatársai (1958, 1963, 1965) hőkezelt faanyagok szorpciós izotermáit vizsgálták és alapvető megállapításokat tettek a témában. Később tölgyvel és erdeifenyő-szíjjáccsal végeztek hőkezelést 180°C-on, 24 illetve 48 órán át. A tölgy esetén az alkotók 150°C-ig nem mutattak tömegcsökkenést, míg erdeifenyőnél a holocellulóz és az alfa-cellulóz már 100°C-tól. KÜRSCHNER és MELCEROVÁ (1965a) kémikusok bükk forgácsot 80-160°C között 1-28 napig kezeltek és a lignin bomlásáról tettek megállapításokat. BARLAI (1961) és ERDÉLYI (1966) az egykori Faipari Kutató Intézet-ben (FAKI) is végeztek fanemesítési kísérleteket főként az íróngyártás alapanyagainak hazai fajokkal történő helyettesítése céljából. TOMEK (1965) szintén a FAKI-ban a forgácslapok higroszkóposságának csökkentése kapcsán végzett 200-300°C-on füstgázban hőkezeléseket. Megállapította, hogy hőkezelt cser forgácsból készített forgácslapok vastagsági dagadása 45-50%-al csökkent, s emellett 20-25%-os hajlítószilárdság növekedés mutatkozott. TEICHGRÄBER (1966) bükkal kapcsolatosan vont le következtetéseket 100órás gőztérben való kezelés után, ahol a nyomást a telítettségi pontnak megfelelő érték körül tartotta. Csekély térfogatváltozást, csökkenő szilárdságot és tömegcsökkenést tapasztalt. NOACK (1969) ugyancsak bükköt kezelt 100-180°C között és fizikai és mechanikai vizsgálatokat végzett a próbatesteken. KOLLMANN, SCHMIDT, KUFNER, FENGEL és SCHNEIDER (1969) megállapították, hogy a poliszacharidok módosulása miatt a 120°C egy kritikus pont a

hőkezelés során. A lignin esetében 180°C-os hőmérsékletet jelölték meg, mint küszöbértéket, ahol észrevehetően megkezdődik a lignin módosulása is. TOPF (1971 a,b) az öngyulladásról és a fa termikus bomlásának kérdéseiről írt. A berlini BURMESTER (1973, 1974a, 1974b) volt minden bizonnyal a famodifikáció legkiemelkedőbb alakja, aki az eljárásokról és az egyéb vonatkozásokról is publikált. 1973-ban tölgy, bükk, luc- és erdeifenyőre dolgozta ki a FWD (nedvesség, hő, nyomás) eljárást, melynek a legnagyobb eredményei, hogy azonos hatásúak voltak a megismételt kezelések és a faanyag alkotóinak lebomlása is csökkent. A következő évek a technológia műszaki kivitelezésével, a tudományos alátámasztó vizsgálatok elvégzésével és az irányelvek kidolgozásával teltek. BURMESTER (1975a, b), Teak (*Tectona grandis* L.) és Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) fajokról publikált abban a vonatkozásban, hogy mindkét fajban csekély mennyiségű hidrolizálható hemicellulóz található (Teak kb. 5,6%, Fehér akác 8,2% az össz. hemicellulózra vonatkoztatva) és ezt a dimenzióstabilitásukkal hozta összefüggésbe. Erre vonatkozóan FWD eljárással a tölgy esetében a természetes 19,5%-ot, 6,4%-ra tudta lecsökkenteni, s így e módosított faanyagot a dimenzióstabilitás szempontjából a másik a kettőhöz hasonlatosnak találta. BURMESTER és WILLE (1976) a dagadási tulajdonságok kérdésével foglalkoztak a termikus kezelés és egyéb sejtfalba bejuttatott módosító anyagok kapcsán. A bevitt monomerek a sztírol, metilmetakrilát és polietilén-glikol voltak, melyek a szorpcióképes ágenseket blokkolják. A hőkezelést 160-220°C között végezték WD eljárással (hő, nyomás) és a kettő kiértékeléséből azt a következtetést vonták le, hogy egységesen alkalmazható eljárások azzal a különbséggel, hogy a monomerek csak telíthető faanyagoknál jöhetnek szóba, míg a termikus kezelés más esetekben is jól alkalmazható. BOBLETER és BINDER (1980) a kezelt faanyagok kapcsán szerkezeti, mechanikai és gazdasági kérdésekkel foglalkoztak. Amerikai rezgőnyarat (*Populus tremuloides*), Lucfenyőt (*Picea abies*) 150-től 360°C-ig és 230 bar nyomáson kezeltek. Ezzel az eljárással a faalkotók kb. 90%-át oldatba vitték és értékes bomlástermékeket, pl. cukrokat, furfurolt is ki tudtak nyerni. SCHMIDT (1982a, b) a dagadás csökkenését vizsgálta, 120°C-on különféle párafeltételek mellett kezelt bükknél (*Fagus sylvatica*). GIEBELER (1983) az eddigiek alapján végzett komplex elemzést a hatásosság, rentabilitás tekintetében. GERHARDS (1986) 116-130°C között végzett kísérleteket főként szárítási megfontolásokból. PECINA és PAPRZYCKI (1988) 130-210°C között kezelték faanyagokat és a térhálósításra kifejtett hatást vizsgálták. BOURGOIS és GUYONNET (1988) 260°C-on 0,25- 4 órán keresztül, nitrogén-gázban kezelt erdeifenyőn végeztek extrakciót, emellett gázkromatográfiával határozták meg a visszamaradó gázokat és abból a szerkezeti bomlás fokát. BOURGOIS, JANIN és GUYONNET (1991) egy egyszerű elmélettel próbáltak a bomlás fokáról információt szerezni, nevezetesen a színváltozás méréséből. Mindezülig nem született jobb eljárás a hőkezelt faanyag minősítését illetően, mely nem idő és költségigényes és mindemellett roncsolásmentes faanyagvizsgálatot tenne lehetővé. 100-310°C között és 30-60 perc reakcióidő mellett kezelt erdeifenyő próbatesteken a „CIELab” és a „Hunter L,a,b” elemzők segítségével mértek, de a paraméterek ingadozása miatt nehéz volt a jó korreláció felállítása. INOUE, NORIMOTO, TANAHASHI, ROWELL (1993) 180°C-os kezelési hőmérséklet mellett 2-8 percig gőzölték a próbatesteket majd 50%-kal komprimálták. Ezek után a komprimált próbatestek felét változó ideig 140-200°C-os gőzbe helyezték, a próbatestek másik felét szárítókamrában 160-220°C-on és ugyancsak változó ideig kezelték. A kiértékelt próbatestek keménysége egyértelműen megnőtt, míg a növekvő hőmérséklet hatására a hajlító-rugalmassági modulusz és a hajlítószilárdság pedig erősen lecsökkent, a próbatestek színe pedig sötétedett. TEISCHINGER (1992) a lucfenyő esetében megállapította, hogy a 100-110°C körüli, 145órás kezelésnek a zsugorodási és dagadási értékekre gyakorolt befolyása, illetve próbatestek színváltozása és savanykás szaga is markánsan érzékelhető. SEHLSTEDT-PERSSON (1995) erdeifenyőn végzett magas hőmérsékletű (115°C-ig) szárítási kísérleteket, illetve fizikai és mechanikai vizsgálatokat.

KATO, UMEHARA és AOYAMA (1997) Szahalini jegenyefenyő (*Abies sachalinensis* Mast.) rostjainál 200-500°C-között megállapították a hőmérséklet és reakcióidő hatásait a víz és olajadszorpcióra vonatkozóan. Víz esetén a hőmérséklet növekedésével csökkenő, olaj esetén viszont állandó értékű adszorpciót tapasztaltak. A reakcióidő befolyása nem volt jelentős. TJEERDSMA, BOONSTRA, PIZZI, TEKELY és MILITZ (1998) bükk és erdeifenyővel kísérleteztek, melynél a figyelem középpontjában a több lépcsős PLATO®-eljárással (Hollandia) kezelt faanyagok dimenzióstabilitásának kérdése volt. Az eljárás szakaszait elkülönítve vizsgálták és a kémiai folyamatokat specifikusan analizálták. Megállapították, hogy a faanyag megnövekedett dimenzióstabilitását és a lecsökkent higroszkóposágát a poliózokból való ecetsav felszabadulás, a formaldehid és más aldehidek keletkezése, illetve a ligninről lehasadt molekuláris részek is okozhatják. KACIK és KACIKOVA (1999), a Zólyomi Egyetem kutatói, végeztek Hegyjuhar (*Acer pseudoplatanus*) esetében 80-120°C-os 8-24-40 órás hidrotermikus kezeléseket, és vizsgálták a lignin változását. Megállapításaik szerint az első változások közvetlenül 100°C felett indulnak meg, s a kezelési idő is kulcsfontosságú szereppel bír. SANTOS (2000) az Eukaliptusz (*Eucalyptus globulus* Labill.) rossz száríthatóságával és dimenzióstabilitásával kapcsolatban végzett termikus kezeléseket jó eredményekkel. SAILER, RAPP, LEITHOFF (2000) luc- és erdeifenyő olajban és ezzel párhuzamosan levegőben történő kezelésével (180-220°C) foglalkoztak. PATZELT (2000) gyenge minőségű lucfenyő 110°C-on történő szárítása kapcsán szilárdságcsökkenésről és színváltozásról számolt be. SANDER és KOCH (2001) 250-400nm hullámhossz tartományban UV-spektroszkópiával követték nyomon a hőkezelt Lucfenyő (*Picea abies* L.) sejtfalának molekuláris változásait különös tekintettel a lignin viselkedésére. Lényegében a legaktívabb publikációs időszak a 2000-től napjainkig terjedő volt, Európa szerte megkezdődtek a beható vizsgálatok nemcsak külföldi kutatóintézetekben (ETH-Zürich, IHD-Drezda, BOKU-Bécs, Hamburgi Egyetem, Zólyomi Egyetem stb.) hanem hazánkban, a Nyugat-magyarországi Egyetemen is, ahol hazánk erdőültetésének adottságaiból eredően a hazai lombosokra alapozott kutatómunka vált szükségessé. A fontosabb, altémákhoz kapcsolódó eredményeket a későbbi fejezetek tartalmazzák.

2.3.2. A hőkezelés napjainkban

Térségünkben a hőkezelt fatermékek napjainkban élik virágkorukat. A finn „ThermoWood” nemzetközi sikereinek és az utóbbi tíz évben megnövekedett piaci forgalmának köszönhetően, e témakört a tudományos kutató- és fejlesztőmunka ismét a fókuszába helyezte.



2. ábra A hőkezelt fa előállítási volumenének alakulása a térségünkben (SCHEIDING 2004)

A kilencvenes évek második felétől kezdtek próbagyártásokat a főként fenyő alapanyagbázissal rendelkező Finnországban, melynek köszönhetően a mára már évi 60-65 ezer köbmétert is elérő előállított fatermékek Európa túlnyomó részén közismertté váltak. A finn hőkezelt faanyagok nemzetközi piacokon való megjelenést követően az ezredfordulón, az éves előállított volumen tekintve növekvő sorrendben, Oroszország, Németország, Ausztria, Franciaország és Hollandia is beszállt a „versenybe”. Az elmúlt években Svájc is csatlakozott a gyártók táborához és várhatóan 2008-ban hazánkban is megindulhatnak a hazai alapanyagbázison nyugvó hőkezelések. A teljesség igénye nélkül a legismertebb, túlnyomórészt szabadalmaztatott eljárásokat és oltalommal védett márkanéveket ismertetem.

A hőkezelési technológiák és rövid jellemzésük:

Plazma-felületkezelés: gázkiszülés révén valósul meg magas feszültség segítségével, ragasztási ill. felületkezelési eljárások hatékonyságának növelésére használják.

PLATO®-eljárás: Hollandiában kifejlesztett háromlépcsős kezelési eljárás, melynél először 150-200°C-on hidrottermolízist végeznek 8-10bar nyomáson autoklávban, majd nettó 10%-os fanedvességre szárítják a faanyagot vízfürdő felett és végezetül az ún. keményítés következik száraz levegőben 160-200°C-on, légköri nyomáson.

Nemesítés olajban: A hamburgi kutatásokra alapozva a német Menz-Holz GmbH. alkalmazza ezt a technológiát, melynél 2-4 órán át, növényi olajban (len, napraforgó, repce), 180-200°C hőmérsékleten és túlnyomásmentesen kezelik a faanyagot.

EDS: A japán-német, közös fejlesztésű eljárást főként frissen döntött, szinte élő nedves hengeres alapanyagok füstgázban történő kezelésére használják. A kezelési hőmérséklet 240°C.

Thermoholz®: A technológia a német FWD-eljárás alapjain nyugszik, a Mühlböck cég által speciálisan erre a célra készített 15m³-es kamrában 130-230°C-on, normál légköri nyomáson, 2-20 órán át kezelik a faanyagot.

Retified Wood®: A francia fejlesztésű eljárás során a 12%-ra előszárított faanyagot nitrogén-gázban 210-240°C-on kezelik.

Perdue®Wood: Az ugyancsak francia eljárás során a nedves fát 12-14%-ra szárítják majd 6-8 órás 230°C-os gőz-atmoszférában kezelik.

ThermoWood® (Finnország):

FinnForest ThermoWood®

Stellac® Wood

Lunawood

A finn viszonylatban az éves gyártáskapacitás szerint a következő cégek említhetők meg:

LunaWood: 40.000 m³/év

StellacWood: 16.000 m³/év

FinnForest (Ikipuu): 16.000 m³/év

FinnForest (Kaskinen): 25.000 m³/év

Ekosampo (Kerimäki): 5.000 m³/év

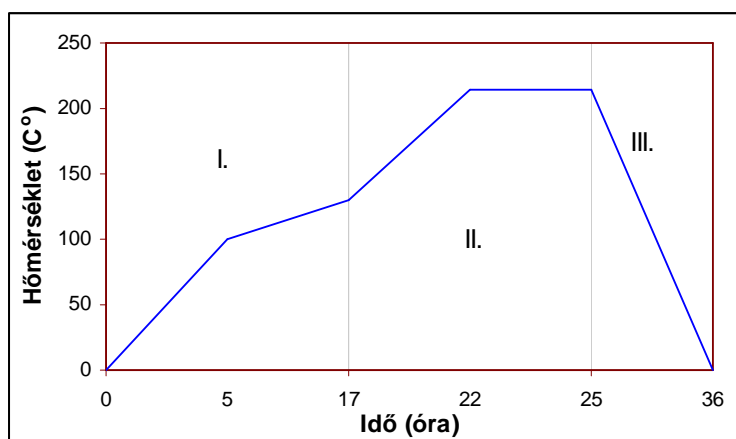
Suomen Lämpöpuu (Tueva): 8.000 m³/év

HJT (Vilppula): 3.000 m³/év

Suomen Ekopuu (Mänttä): 8.000 m³/év

Ruskopuu (Heinola): 3.000 m³/év

A „ThermoWood” technológia ugyancsak három fő részre tagolható (**3. ábra**), ahol az első fázisban a hőmérséklet növelése, majd magas hőmérsékleten való szárítás történik. Hőbevezetés alatt, gőzt felhasználva a szárítókamra hőmérsékletét relatív gyorsan kb. 5 óra alatt 100°C-ig, s ezek után további 12 óra alatt 130°C-ig fokozatosan növelik. Miután a magas hőfokú szárítás megtörtént, a második fázisban a hőmérsékletet 185-215°C közé növelik, majd 2-3 órán át szinten tartják, a kívánt végfelhasználói céloktól függően. A harmadik, egyben zárófázis az ún. klimatizálás során a hőmérséklet csökkenése mellett gőz segítségével újranedvesítik a faanyagot, melynek nettó nedvességtartalma kb. 4-7%-ot ér el a végső stádiumban.



3. ábra ThermoWood-menetrend
THERMO WOOD Handbuch (2004)

2.3.3. A hő hatása a faalkotókra

Az elmúlt években a faanyagok ipari hőkezelésére számos országban szabadalmaztattak eljárásokat, melyek tulajdonképpen a hő hatására történő bomlásfolyamatok kézbe tartására és új, módosított, minőségi faalapanyagok gyártására irányultak. Az eljárások a gazdasági érdekeknek megfelelően részben titkosak, de a kutatásoknak köszönhetően jól nyomon követhető a hatásuk.

A faanyag, mint komplex makromolekulás rendszer, hő hatására rendkívül bonyolult, összetett kémiai és fizikai-kémiai változásokon megy keresztül. A lejátszódó változások elsősorban az összetett rendszer kémiai, fizikai, anatómiai felépítésétől - mint belső tényezőktől -, valamint az alkalmazott hőmérséklettől és nyomástól, a hőhatás idejétől, a rendszert körülvevő atmoszférától, mint külső tényezőktől függnék. Jelentősen befolyásolhatják a lejátszódó folyamatokat a kis mennyiségben jelenlévő járulékos anyagok is, így iniciálhatnak vagy inhíbeálhatnak egyes folyamatokat. Hasonló hatásúak lehetnek a faanyagban eredetileg jelenlévő vagy kezelés során bevitt szerves anyagok is. Fontos szerepet játszik a hő okozta átalakulásokban, a faanyagban jelenlévő víz, nedvességtartalom is. Befolyásolja a folyamatokat a faanyag anatómiai felépítettsége, fajlagos felülete és szemcsemérete. A faanyag első közelítésben is három fő komponensből álló rendszer, melyből mindegyik komponens önmagában is összetett, vagy molekulatömeg eloszlását tekintve, vagy a kémiai összetételéből adódóan. Ebből következően a faanyag termikus bomlása számos egymást követő és versengő folyamatnak az eredője (NÉMETH K. 1998).

A degradációs folyamatokat csak az egyes komponensekre jellemző és a komplex rendszerrel lejátszódó átalakulások együttes ismeretében lehet helyesen értelmezni, a degradációt a kívánt irányba vinni, vagy meggátolni (CSONKÁNYÉ 2005).

A növényi eredetű anyagok e három fő alkotórésze a cellulóz, a hemicellulóz és a lignin. E természetes polimerek hő hatására igen eltérően viselkednek. A poliszacharidok viszonylag szűk hőmérséklettartományban bomlanak, a cellulóz termikusan stabilabb, mint a hemicellulóz. A lignin egy aromás gyűrűket tartalmazó térhálós polimer, bomlása szélesebb hőmérséklettartományban megy végbe, mint a poliszacharidoké. A lignocellulózok termikus sajátságainak vizsgálatakor figyelembe kell vennünk, hogy a növényi mintákban jelenlévő egyéb komponensek (szerves ionok, extrahálható vegyületek) befolyásolják a természetes polimerek hőbomlását. A szerves alkotók katalizátorként hatnak, jelenlétükben a növényi anyagok bomlása alacsonyabb hőmérsékleten megy végbe, és a folyamat során keletkező szerves maradék mennyisége megnő. Az extrahálható komponensek illékonyaságuknak köszönhetően a növényi anyag gyúlékonyságát befolyásolják (MÉSZÁROS E. 2005).

A kezelés közegeként az ipari alkalmazásban légköri levegőt több vagy kevesebb vízgőztartalommal, nitrogént és növényi olajokat (napraforgó-, repce-, lenolajat) használnak.

A faanyagot körülvevő közeg jellege határozza meg alapvetően a lejátszódó folyamatokat. Az inert gázatmoszféra (nitrogén) és a vákuum a termikus bomlásfolyamatoknak kedvez, míg az oxigén, illetve a levegő jelenlétében - különösen magasabb hőmérsékleten - az oxidációs reakciók a mérvadók. A hidrolitikus folyamatokat a vízgőz segíti elő, mind az oxidatív, mind inert gázatmoszférában. Bizonyos esetekben rövidebb idejű, magasabb hőmérsékletű, ill. hosszabb idejű, alacsonyabb hőmérsékletű kezelés azonos hatást eredményezhet. (NÉMETH K. 1998)

A hőhatás következtében lejátszódó változások jellegzetesen hőmérsékletfüggők, adott hőmérséklet-intervallumokhoz jellemző folyamatok kapcsolhatók (NÉMETH 1998, WHITE és DIETENBERGER 2001):

- 100°C-ig a fában levő vízzel összefüggő folyamatok játszódnak le, így elsősorban a fagyás, olvadás, szorpciós folyamatok, párolgás. Ebben a hőmérséklet tartományban található a hidrogénhidas kötésben bekövetkező változásokhoz kapcsolható átalakulások,

illetve az ezeket jelző másodlagos átalakulási hőmérsékletek is.

- 100-200°C között hasadnak a gyengébb kémiai kötések. Oxidatív atmoszféra esetében ebben a tartományban oxidálódnak jelentősebb mértékben a járulékos alkotórészek, a fa színének jelentős változását eredményezve. Már keletkeznek kisebb mennyiségben gázok, elsősorban szén-dioxid.

- 200-400°C között játszódik le a faanyag legintenzívebb átalakulása mind inert, mind oxidatív atmoszférában. Gyakorlatilag minden fakomponensben alapvető kémiai változások zajlanak le, jelentős mennyiségű gáz- és gőzalakú termék keletkezése közben.

- 400°C felett elsősorban szenesedési folyamatok zajlanak az eredeti kémiai struktúra teljes elbomlásával.

2.3.3.1. A cellulóz és a poliózok bomlása

A cellulóz termikusan stabilabb mind a kisebb polimerizációs fokú egyéb poliózok. FENGEL és WEGENER (1984) a cellulóz és egyéb poliszacharidok hő hatására történő lebomlását a következő reakciókategóriákkal jellemezték:

-levegőben történő melegítés a hidroxilcsoportok oxidációját okozza, mely a karbonil- és karboxilcsoportok számának növekedéséhez vezet. Mindkét reakció lefutása főként a hőmérséklettől függ

-a poliszacharidok depolimerizációja, melynek során kb. 300°C-nál levoglükozánt, monoszacharid származékokat és egy sor véletlenül összekapcsolódott oligoszacharidot tartalmazó kátrányfrakciót lehet elkülöníteni

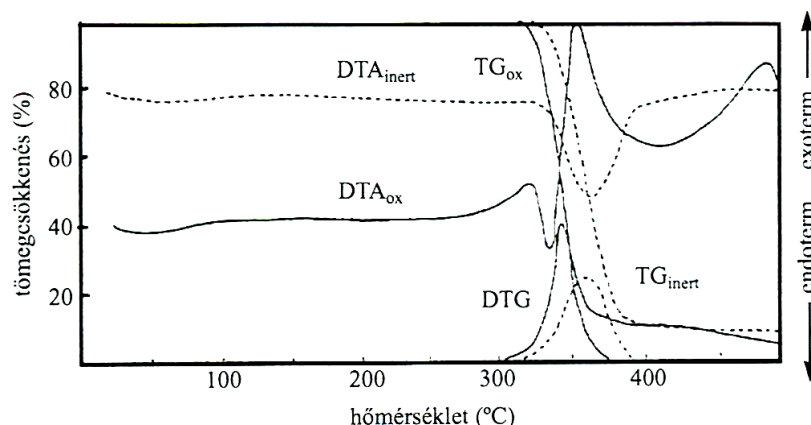
- e reakciók kísérője a cellulózban lévő cukoregységek dehidratációja, mely telítetlen vegyületeket eredményez, így pl. a furfurool a furánszármazékok stb. Ezek egy része illékony más részük a kátrányfrakcióban találhatóak meg.

- magasabb hőmérsékleten a cukoregységek bomlása egy sor, könnyen párolgó karbonil vegyületet eredményez, ilyen pl. az acet-aldehid, glioxál.

- a telítetlen vegyületek kondenzációja és az oldalláncok darabolódása, mely szabadgyökös mechanizmusok által rendkívül reakcióképes széntartalmú maradékok keletkezését eredményezi.

Természetesen a folyamatokat itt is különféle tényezők befolyásolják. Belső tényezőként szerepel a cellulóz jellege, kristályosságának mértéke, polimerizációs foka, tisztasága. Külső tényező a hőmérséklet, a környezeti atmoszféra, a nyomás és a hőmérséklet-idő profil.

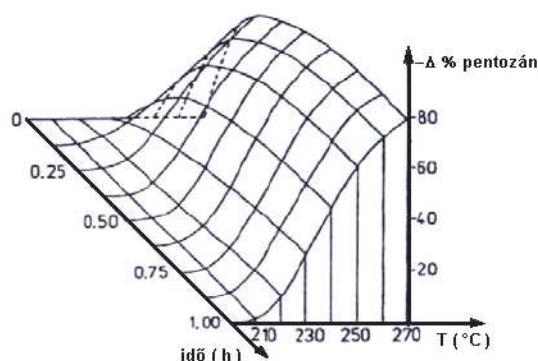
A cellulóz degradációja inert atmoszférában 300°C-ig lassú - bár számos egymással kapcsolatban lévő fizikai átalakulás játszódik le -, e hőmérséklet felett viszont a bomlás gyors. A gyors bomlás, a feltételektől függően, 300-320°C-nál indul, és közelítőleg 390°C-ig játszódik le teljes mértékben. A folyamat inert atmoszférában jelentősen endoterm, melynek végén azonban egy exoterm lépés is meghatározható. Az exoterm lépés a bomlástermékek polimerizációjából, ill. polikondenzációjából adódik. Az inert közegű bomlásfolyamat végén mintegy 12-15% szenesült termék marad vissza. Levegőben a folyamat korábban indul, és a nagy tömegcsökkenéssel járó fő bomlásfolyamat exoterm. A bomlás sebességének maximuma is alacsonyabb hőmérsékleten jelentkezik, 320-350°C között. A degradáció oxidatív atmoszférában a maradék teljes oxidációjával fejeződik be, a minta jellegétől és egyéb körülményektől függően 410-500°C közötti maximummal jelentkező exoterm lépésben. A visszamaradt anyag a hamutartalom (NÉMETH K. 1998). A **4. ábra** a cellulóz tömegcsökkenését (TG), ill. a lejátszódó folyamatok hőeffektusát (DTA) mutatja.



4. ábra A cellulóz termikus bomlása oxidatív és inert atmoszférában (NÉMETH K. 1998)

A poliózok részaránya ugyan a fában kisebb, mint a cellulózé, a termikus bomlásában mégis jelentős a szerepük. A poliózok termikus bomlásának követése a cellulóznál is nehezebb feladat, mivel a poliózok kémiai összetételük és molekulatömeg eloszlásuk következtében a cellulóznál összetettebb rendszerek. A polióz frakció bomlása a globálkinetika alapján két szakaszra bontható. Az összetételtől függően 190-227°C-ig tartó, kismérvű bomlással járó elsőrendű kinetika szerint leírható szakaszra, és az e feletti, nagymérvű hőbomlással járó második szakaszra. (NÉMETH K. 1998)

BOURGOIS és munkatársai (1989) nyomán az 5. ábra szemlélteti a pentozántartalom, hőmérséklet és kezelési idő összefüggéseit. A függőleges tengely az elbomlott pentozán változását jelöli százalékosan. Látható, hogy a hőtartási idő növelésével alacsonyabb hőmérséklet is azonos bomlási szintet idézhet elő.



5. ábra BURGOIS (1989) A pentozán bomlása hő hatására (-Δ%-az elbomlott pentozánt jelöli)

A hőmérséklet növelésével előtérbe kerül a pentózok depolimerizációja, mind nagyobb mennyiségű gáznemű és illékony termék keletkezése közben. A bomlástermékek egymás közötti reakciója következtében a keletkezett vegyületek száma igen nagy. A poliózok jellemző bomlásterméke a furfurool, ill. további furánszármazékok. A furánszármazékok mind dehidratációs, mind gyökös mechanizmusú depolimerizációs folyamatban keletkezhetnek. (NÉMETH K. 1998)

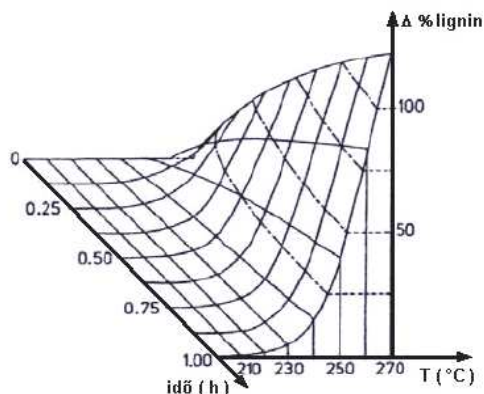
2.3.3.2. A lignin bomlása

A lignin is jelentősen befolyásolja a folyamatokat. A nagyobb lignintartalom a fa hővel szembeni ellenálló-képességét növeli. A lignin viszonylag nagyobb hőstabilitása mellett a homolitikus bomlásakor keletkező stabil gyökök gyökakceptor jellege is befolyással van a

termikus hatásra lejátszódó folyamatokra, elsősorban az oxidatív atmoszférában végbemenő reakciókra (NASSAR és MacKAY 1984; BOURGOIS 1989; SCHMIDT és mtsai 1995). A nagy szénhozammal szenesülő lignin a faanyag hővezető képességét is csökkenti, ezzel is növeli a faanyag hőstabilitását (CSONKÁNE 2005).

A lignin termikus hatásra bekövetkező degradációja a lignin molekuláris és molekulás felépítettségének bonyolultsága mellett jelentős mértékben a lignin izolálási módjától is függ. Egy kéméletes izolálási eljárással nyert lignin bomlása már 150-160°C-on elindul, míg egy kondenzáltabb állapotú lignin csak 200°C felett kezd el degradálódni. A lignin többször hangsúlyozott viszonylagos termikus stabilitását csak a hőmérséklet emelésével kisebb mértékben növekvő, lassú degradáció támasztja alá. (NÉMETH K. 1998)

BOURGOIS és munkatársai (1989) a **6. ábra** szerint határozták meg a hőmérséklet és a kezelési idő függvényében a lignin mennyiségét. A függőleges tengely a lignin részarányának változását ($\Delta\%$), azaz növekedését mutatja. KLAUDITZ és STEGMANN (1955) ezt a látszólagos növekedést annak tulajdonítják, hogy a pentozán nem hidrolizáló részei a kémiai meghatározásnál a ligninrészhez adódnak.



6. ábra A ligninrész változása hő hatására BOURGOIS (1989)

Habár a hődegradáció során a lignin tekinthető a legstabilabbnak a faalkotók közül, mégis megfigyelhetők 200°C-alatti változások is. Úgy vélik, hogy a bomlás során keletkező savak járulnak hozzá a lignin „korai” hidrolitikus bomlásához. További hevítés a benzolgyűrű oldalláncainak lehasadásához majd a reaktív benzolgyűrűk és a szabad aldehidek reakciójához, kondenzációs reakciókhoz (TJEERDSMA és mtsai. 1998) és a hidrofilitulajdonság csökkenéséhez vezet (FENGEL, WEGENER 1984).

Lignin esetében a hőmérséklet és a hőntartási idő komplex hatására KÜRSCHNER és MELCEROVA (1965b) is rámutattak. Bükk (*Fagus sylvatica*) hevítésénél már 100°C felett észlelték a lignintartalom csökkenését és 160°C-os, 14 napos kezelés után a savoldhatatlan lignintartalom már 1% alatti volt.

A tömegcsökkenés alapján meghatározott globálkinetikából kiindulva hő hatására a lignin első tömegcsökkenéssel járó szakasza 150-340°C között játszódik le, mintegy 10-15%-os tömegvesztéssel. A folyamat endoterm, rosszul determinálható csúccsal. A második lépés mintegy 500°C-ig tart. A visszamaradó szenesült rész 40-45% (NÉMETH K. 1989).

RUNKEL (1951) szerint a fa plaszticitásának változása a magasabb hőmérsékleten, hidrolízis által végbemenő lignin és szénhidrát kötések bomlásával magyarázható, mely folyamatok párhuzamosan futnak a nem szénhidrátokhoz kötött ligninrészek depolimerizációjával. Ezek a kapcsolatok egyrészt lehetnek éteres jellegűek, amikor vagy a fenolos, vagy az alifás hidroxilcsoportok reagálnak a szénhidrátok hidroxilcsoportjaival. Másrészt lehetnek acetál, illetve félacetál jellegűek, amikor a fenil-propán maradékok karbonilcsoportjai reagálnak a szénhidrátok hidroxilcsoportjaival. Ezért hőkezeléskor a víz

jelenléte a lignin bomlásánál fontos szerepet játszik. A szorpciós tulajdonságok megváltozását RUNKEL a hidroxilcsoportok csökkenésével illetve új, hidrofób vegyületek keletkezésével hozza összefüggésbe. Megjegyezhető, hogy a kémikusok a plaszticitás tekintetében nem a középlemezt, hanem a primér és szekundér sejtfalak közti részt tekintik kritikusnak az elválások szempontjából.

2.3.3.3. A járulékos anyagok bomlása

A makromolekulás anyagok mellett a faanyag kis molekulatömegű, rendszerint vízben vagy szerves oldószerben könnyen oldódó vegyületeket is tartalmaz, a főkomponensekhez képest viszonylag kis mennyiségben (száraz fára vonatkoztatva általában 2-10 tömegszázalék). A fából való kioldhatóságuk miatt ezeket az anyagokat összefoglaló néven extraktanyagoknak nevezik. A járulékos anyagok kémiai felépítésük alapján több csoportra oszthatók: alkoholok, mono-, di- és oligoszacharidok, alifás savak és származékaik, zsírok és olajok, fenolok, terpének és származékaik. Ezen anyagok hatása a fa tulajdonságaira más, mint a fő fakomponenseké, elsősorban nem a mechanikai tulajdonságokat befolyásolják, hanem olyan sajátságok kialakításában vesznek részt, mint a szín, szag és tartósság, így befolyásolják a fa olyan tulajdonságait, mint ragaszthatósága, felületkezelhetősége, száríthatósága és kémiai feldolgozhatósága (NÉMETH 1997).

Az extraktanyagok minősége jelentős mértékben függ a fa családjától, nemzetségétől, fajától és még fajtájától is (UCAR és FENGEL 1995), mivel bioszintézisük genetikailag meghatározott. A fa szerkezetében adott morfológiai helyeken található meg elsősorban, ezért az extraktanyagok egy törzsön belül is jelentős mennyiségi és minőségi különbségeket mutathatnak (HELM 2000). Általánosságban érvényes, hogy a szijács lényegesen kisebb mennyiségben tartalmaz extraktanyagokat, mint a geszt (BURTIN és munkatársai 1998). A gesztben a polifenolok nagyobb mennyiségben és magasabb molekulatömeggel találhatóak, mint a szijácsban. A szijács polifenoljai redukzív, a geszté oxidatív típusúak (CONDE és mtsai 1995). Az értékek függnnek továbbá az extraháló oldószer polaritásától (PASSIALIS és GRIGORIOU 1999), a kioldás módjától, időtartamától és a fa kivágásának időpontjától is (MONONEN, ALVILA és PEKKANEN 2002a, CSOKNÁNYI 2005).

A járulékos alkotórészek kémiai felépítésük alapján csoportosíthatóak (MOLNÁR 1999):

- fenolos gesztanyagok (fenolok, lignánok, flavonoidok, tanninok, sztilbénok),
- gyanták és terpének,
- egyéb járulékos anyagok (cukrok, zsírok, viaszok, ciklitek, alkaloidok, szuberin).

A járulékos alkotórészek közül az aromás szerkezetűek, elsősorban a tanninok mérsékelt hőmérsékleten (140-190°C) stabilizálják a fát a hőhatás ellen mind oxidatív, mind inert atmoszférában. E komponensek is a stabil gyökképződésen keresztül hatnak, mint antioxidánsok ill., mint a depolimerizációs folyamatok inhibitorai. A terpének, gyanták és olajok az előző vegyületcsoporttal ellentétesen viselkednek. Különösen oxidatív atmoszférában a belőlük keletkező gyökök iniciátorai az oxidatív bomlásfolyamatoknak. A fa gyulladáspontját 30-40%-kal is lecsökkenthetik (NÉMETH K. 1989).

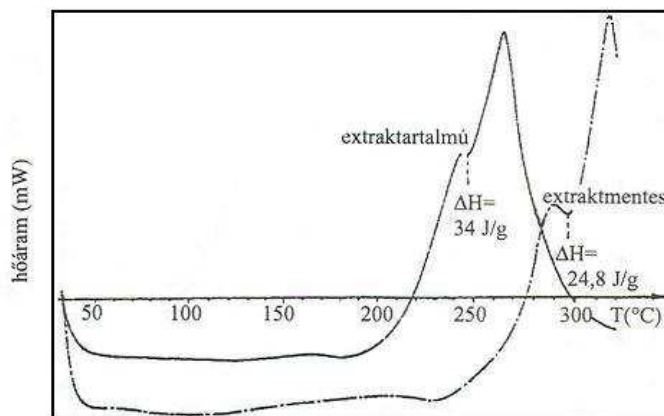
BURGOIS (1989) a természetes oldószerekkel kioldható extraktanyagokat a termikus bomlás során végbemenő reakciók iniciálójaként nevezi meg.

MELCEROVA SINDLER és MELCER (1993) különféle oldószerekkel akácból extrahált cserzőanyagokat vizsgáltak és hidrotermikus kezelések kapcsán megállapították, hogy a fellépő kondenzációs reakciókban aktívan részt vesznek és részint katalizáló hatásúak.

Ilyen járulékos anyagok az ún. flavonoidok is. A növényvilágban azonosított közel 6500 flavonoid között a flavonolok, valamint glikozidjaik a legáltalánosabbak és a

leelterjedtebbek. Képződésük kapcsolatban áll a levelekben és a fában végbemenő lignifikációs folyamatokkal is (MARKHAM 1989). A kvercetin és kempferol jelenléte egyaránt általános, mind a lombos fák (pl. *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*), mind a fenyőfélék (pl. *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*) faszöveti részeiben, a fizetin és a robinetin a fehérakác (*Robinia pseudoacacia*) jellegzetes flavonolja, a miricetin pedig a vörösfenyőben (*Larix decidua*) található jelentős mennyiségben. A glikozidok közül a rutin elsősorban a japánakácra (*Sophora japonica*) jellemző, míg a miricitrin a mogyoró (*Corylus avellana*) termésében fordul elő (DUKE)(CSONKÁNE 2005).

BURGIOS (1989) erdeifenyőt vizsgált (7. ábra) és megállapította, hogy az extraktanyagok hiánya az exoterm csúcsokat a magasabb hőmérséklet irányába tolja el.



7. ábra BURGIOS (1989) Dinamikus differenciálkalorimetriás vizsgálat (DSC) extrahált és „natúr” erdeifenyő esetén, oxidatív atmoszférában

WHITE (1987) az extraktanyagok két csoportját, a terpéneket és gyantákat nevezte meg, melyek szignifikánsan befolyásolják a fa égési tulajdonságait.

Számos flavonoid meghatározza egy-egy adott fafaj színét. Az ún. színes fák extraktanyagának zöme flavonoid, illetve azok származékai. Gyakran a flavonoidok a fában szintelen, leuko formában vannak jelen, a színt úgy kell kezeléssel (oxidáció, savak-lúgok, fémionok) kialakítani (SJÖSTRÖM 1993).

A színező anyagok kémiai sajátosságainak jobb megismerése hasznos tanácsot adhat abban is, hogy a fafeldolgozás során elkerülhetők legyenek a nemkívánatos színváltozások (IMAMURA 1989), mivel a fafelületet ért napfény, hőkezelés, illetve sav vagy bázis hatására csaknem valamennyi faanyag színváltozást mutat (CSONKÁNE 2005).

NÉMETH (1989b) a flavonoidok fotostabilizáló szerepét igazolta, rámutatva, hogy több kromofórcsoportot és -szerkezetet tartalmazó anyag alkalmazása esetében a fény hatására bekövetkező színváltozás is jelentős lesz.

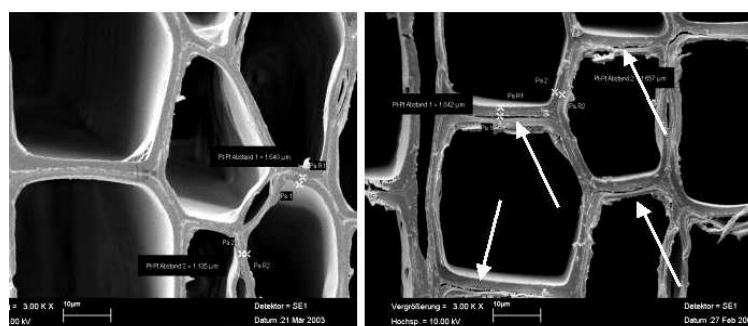
2.3.4. A hőkezelés hatása a faanyag tulajdonságaira

A hőkezelés tehát a faanyag hődegradációjának irányított befolyásolása a paraméterek kézbentartásával, ahol mind a külső, mind a belső tényezők megfelelő fontossággal bírnak. Általános érvénnyel megállapítható, hogy az iparban a 230°C-ot jelölik meg, mint legfelső kezelési hőmérsékletet. A kezelések közegét illetően a növényi olajban történő (MENZ Holz AG-Németország) ugyanúgy alkalmazott, mint a normál FWD- eljárás (pl. PLATO®-Hollandia) vagy az egyéb, száraz eljárások esetleges gőzbefúvással (Thermo Wood®-Finnország) vagy a nitrogénben történő kezelés (Retified Wood®-Franciaország). A 230°C feletti folyamatoknak már nincs jótékony hatásuk a végtermékek tulajdonságait és a rentabilitási szempontokat figyelembe véve, természetesen a kezelés körülményei (közeg,

időtartam) itt is döntő fontosságúak. Megemlíthető, hogy 200°C-ig kis mennyiségben széndioxid, majd a hőmérséklet emelésével éghető gázok, főként szén-monoxid, majd később metán is képződik a bomlás során. Nem egy esetben számoltak be a kutatók kisebb kezelési robbanásokról, melyeket az illóanyagok (gyanták) és esetleg a nem túl egyenletes felfűtés (túlszaladás) eredményeként keletkező éghető gázok megnövekedett koncentrációja idézhetett elő.

A mérsékelt hőmérsékletű kezelés (100-200°C) tartományában jelentősebb tömegcsökkenéssel, illetve gázképződéssel járó folyamatok nem játszódnak le, bár a faanyag egyes jellemzőit, így elsősorban a színét jelentősen megváltoztatják (NÉMETH K. 1998).

NIEMZ (2004) és munkatársai széleskörű vizsgálatokat folytattak az egyes kezelések faanyag-tulajdonságokat módosító hatásainak elemzésére. A svájci Balz AG. által kezelt lucfenyő elektormikroszkópos felvételeiről sejtfalaknál történt elválásokat állapítottak meg (8. ábra).



Egészséges sejtfallszerkezet

Sejtfaelválások a kezelés hatására

8. ábra Lucfenyő elektormikroszkópos felvételei, kezeletlen (bal), hőkezelt (jobb) (NIEMZ 2004)

A komplex rendszer szempontjából két átalakulás a legjelentősebb, egyrészt a járulékos anyagoké, amiben a környezeti atmoszféra szerepe meghatározó, valamint a gyengébb kémiai kötések (elsősorban a lignin-hemicellulóz, és a járulékos anyagok-szénhidrát kötések) bomlása. A gyenge kémiai kötések felhasadása, különösen vízgőz jelenlétében a fából kioldható anyagok mennyiségét növeli. Így jelentősen megnő a fából kioldható ecetsav mennyisége, mely döntően a hemicellulóz frakcióból származik. Növekszik a kioldható extraktanyagok mennyisége is, néhány szénhidrát mellett. A vízgőz hatására hidrolizálódó anyagok miatt új funkciós csoportok válnak szabaddá, ami azonban nem eredményezi a higroszkóposág növekedését, mivel a faanyag a folyamat közben zsugorodik, kompaktabb szerkezet alakul ki. A zsugorodás különösen az eredetileg géles struktúrájú részekben jelentősebb és a kompaktabb szerkezet miatt csaknem irreverzibilis. Az eredmény kisebb vízfelvétel, de ennek következtében ridegebb, a víz által kevésbé lágyított fa (NÉMETH K. 1998).

Lucfenyő esetében a pórustérfogat változásáról NIEMZ (2004) a következő megállapításokat tette:

- az 0,001-1µm közötti pórusok aránya levegőben történő 200°C-os kezelés hatására kb. 50%-os, ugyanígy olajban kezelve kb. 25%-os csökkenést mutatott,
- az 1-1000µm közötti pórusok arányánál, levegőben kezelve kb. 30%-os, míg olajban kezelve kb. 15%-os növekedését tapasztalt.
- a faanyag tömegére vonatkoztatott belső fajlagos felület az olaj esetén közel 75%-os míg levegőnél 40% csökkenést mutatott

Az átalakulásoknak megfelelően az ipar törekvése olyan eljárások kifejlesztése, mely mind a rentabilitás, mind a befolyásolni kívánt tulajdonságokra vonatkoztatott hatások

szempontjából optimálisnak vehetők. A hőkezeléssel, mint módosító eljárással kapcsolatosan a legfontosabb anyagismeretani alaptulajdonságok közül az alábbiak említhetők:

-Fizikai:

- szín
- tömeg- és térfogatcsökkenés, sűrűség alakulása
- porozitás
- dimenzióstabilitás
- fa és víz kapcsolata, egyensúlyi fanedvesség és szorpciós tulajdonságok
- hőtechnikai tulajdonságok

-Mechanikai:

- hajlítószilárdság
- ütőhajlító-szilárdság
- nyírószilárdság
- nyomószilárdság
- húzószilárdság
- keménység

-Kémiai:

- pH-érték
- szabad gyökök száma
- emissziós értékek

-Egyéb:

- gombaállóság
- természetes tartósság

2.3.4.1. Gombaállóság, természetes tartósság

Az MSZ EN 113-as szabvány alapján végeznek vizsgálatokat a hőkezelt faanyagok gombaállóságának meghatározására. A szabványnak megfelelő 16 hetes vizsgálat ún. Kolle-lombikban, táptalajon előtenyésztett gombafajok segítségével történik (**9. ábra**). A vizsgálatokhoz megfelelő gombafajokat is a fent említett szabvány írja elő. A mérés kiértékelése az abszolút száraz faanyag tömegére vonatkoztatott százalékos tömegcsökkenés által történik. A ThermoWood finn gyökereinek köszönhetően korábban főként a fenyőfélék kezelésére irányult a figyelem, napjainkban azonban a lombos faanyagok tekintetében is számottevő eredmények születtek.



9. ábra Hőkezelt erdeifenyő próbatestek gombaállósági vizsgálata , kezeletlen (bal oldali)
Vizsgálati gombafaj: Lepketapló (*Coriolus versicolor*)
(NYME 2006a)

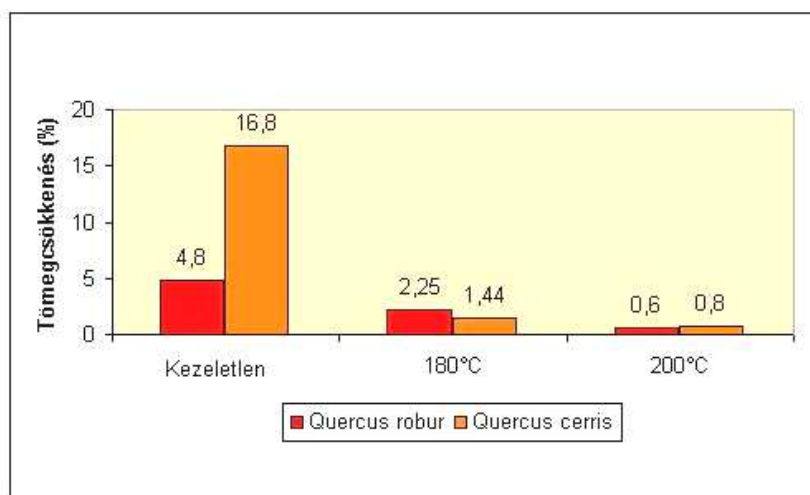
HANGER (2002) és munkatársai a szabványos vizsgálat során a Pincegomba (*Coniophora puteana*) általi gombabontás átlagos mértékét a kezeletlen fenyőfélék esetében 30-40% körüli értéken, míg lombosoknál 50% felettinek határozták meg. A hőkezelt próbatesteken végzett vizsgálataik 200°C kezelési hőmérséklet vonatkozásában átlagosan 10%-os, míg 220°C esetén csupán 3%-os tömegcsökkenést mutattak ki. A szabvány szerinti megnevezésben a Pincegomba károsítása a „kockás törést okozó vöröskorhadás” és mind a fenyők, mind a lombfák vizsgálatánál alkalmazható.

A bontás mértékét tekintve Lucfenyő esetében a barna és fehérkorhasztó gombáknál nagy különbségek mutatkoztak. Barnakorhasztók esetén az átlagos tömegcsökkenés kezeletlen fán mért 40%-os értékét 2%-alattira redukálta a hőkezelés, míg a fehérkorhasztóknál a csekélyebb 20%-ról 2% körüli értékre csökkent a bontás mértéke (KRAUS 2003).

Az MSZ EN 350-es szabvány a faanyagokat a gombakárosítókkal szembeni tartósság alapján 5 fokozatú skálával minősíti. LADNER, HALMSCHLAGNER (2002) szerint a FWD - eljárással a lucfenyő „gyengén tartós” 4. osztályú minősítését a „nagyon tartós” 1. osztályúvá lehet módosítani. Ezen kívül megkülönböztetünk még „tartós”-2. osztályú, „közepesen tartós” - 3. osztályú és 5. osztályú, azaz „nem tartós” kategóriákat. A szabvány szerint minden faanyag szijácsát az 5. osztályba kell sorolni.

NIEMZ (2004) szerint a kéküléssel szemben kevésbé hatásos a hőkezelés. Hőkezelt Radiátafenyőt (*Pinus radiata*) vizsgálva a kékfestő *Hormonema dermatoides* fonalai nemcsak a mikroszkópos felvételeken, hanem szabad szemmel látható felületi elszíneződések formájában is jelentkeztek. Mindemellett kimutatta, hogy a hőkezelt faanyagok mesterséges öregbítése után a korhasztó gombák általi bontás mértéke növekedett. Ez arra enged következtetni, hogy a hőkezelés során keletkezett fungicid bomlástermékek az esőztetés során kioldódnak a faanyagból.

Hőkezeléssel a lombosok tekintetében is jó eredmények születtek, pl. bükk vonatkozásában a hőkezeléssel akár két osztállyal történő tartósságjavulás is elérhető. Az egyetemünkön folytatott előkísérletek eredményei is egyértelműen alátámasztják a hőkezelés jótékony hatását a gombaállóságra. Csertölgly és tölgy vonatkozásában a Labirintustapló (*Daedalea quercina*) bontását szemlélteti a **10. ábra**. Cser esetében a próbatestek szijács részaránya 45-50%, míg a tölgy esetében csak 15-20 % volt.

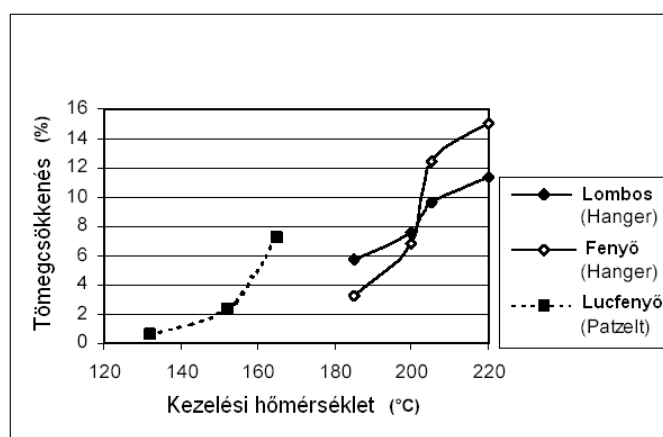


10. ábra Hőkezelt cser- és tölgyminták átlagos gombabontása 16hét után
Vizsgálati gombafaj: Labirintustapló (*Daedalea quercina*)
(NYME 2006b)

2.3.4.2. Fizikai tulajdonságok

a. Tömegcsökkenés

A korábbiakban vázolt összefüggéseknek megfelelően a hőkezelés során a faanyag tömege csökken, szerkezete zsugorodik. A tömegcsökkenés mértéke, ahogy az egyes alkotók esetén is a fentiekben láthattuk, a peremfeltételektől függően változhat. HANGER és munkatársainak (2002b) összefoglaló elemzése alapján az abszolút száraz állapotra vonatkoztatott tömegcsökkenés mértéke fenyők esetében 5-15%, lombosok esetén 5-10% között változhat. A változások együttes hatása a hőkezelt faanyagok sűrűségére vonatkozólag is csökkentő jellegű, ami már az egyéb tulajdonságok módosulását is előrevetíti.



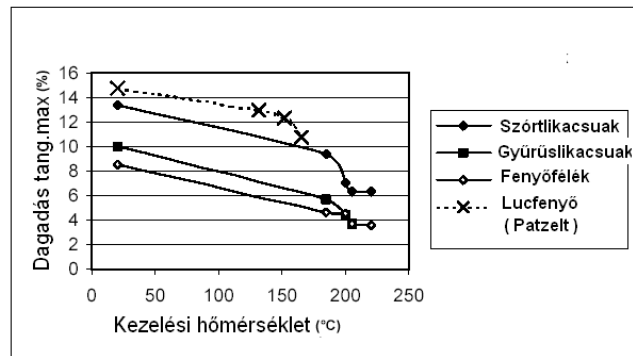
11. ábra Tömegcsökkenés mértéke a hőkezelés hőmérsékletének függvényében PATZELT és mtsai (2002), HANGER és mtsai (2002b)

A kezelések során fellépő elsődleges „tömegcsökkenés” természetesen a fában lévő kötött víz távozásával kezdődik, amely szoros összefüggésben áll a hőkezelt faanyagok végső minőségét illetően. A fában lévő kötött víz a hidrolitikus folyamatok segítségével a fő alkotók bomlását is elősegíti és a komplex hatások eredőjeként repedések keletkezéséhez is vezethet.

b. Dimenzióstabilitás

A dimenzióstabilitás megváltozása a fa-víz kapcsolatokkal áll szoros összefüggésben. Mint láthattuk, a hőkezelés során megváltozik a faanyag egyes alkotórészeinek hidrofil jellege és a sejtfalak zsugorodása következtében szférikus okok miatt is kevesebb lesz a kötött víz mennyisége.

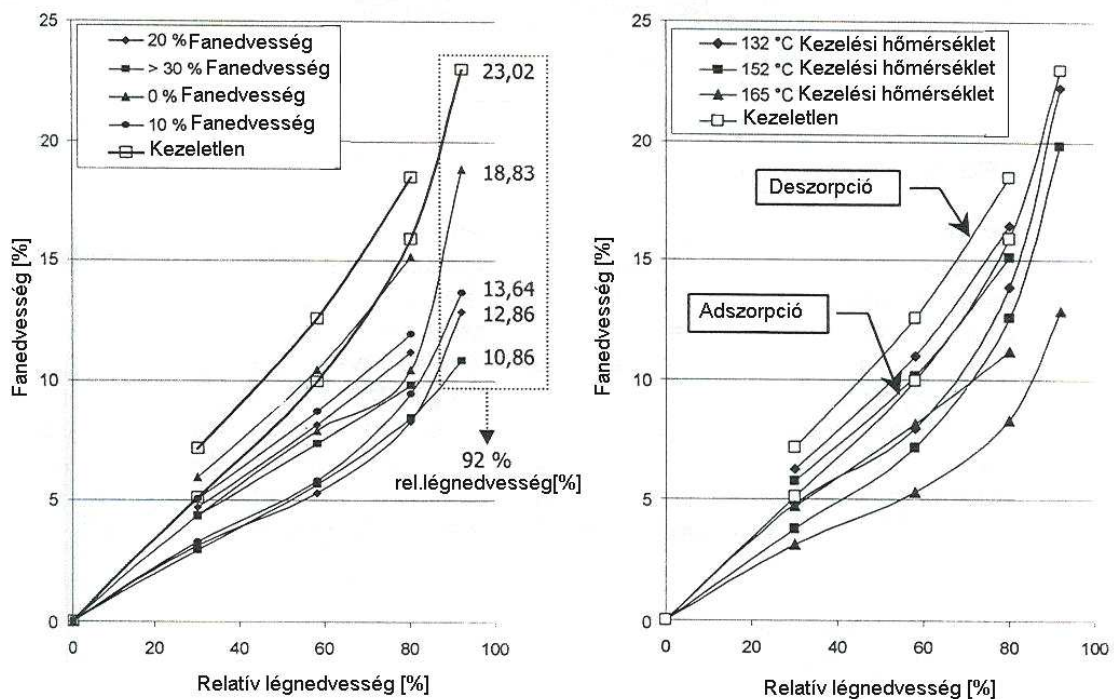
A mérési eredmények, mind a lombos, mind a fenyőfélék viszonyában azt mutatják, hogy a hőkezelés 200°C kezelési hőmérsékletig jótékony hatású a faanyag zsugorodási, dagadási értékeinek változására, majd 200-230°C között már nincs jelentős hatással. HANGER és munkatársai (2002a) ill. PATZELT és munkatársai (2002) alapján szórt-, gyűrűslikacsú lombfák és fenyőfélék maximális tangenciális dagadását követhetjük nyomon a kezelési hőmérséklet függvényében (**12. ábra**). Az ábrán látható, hogy a kezdeti dagadási értékekhez képest a 180°C-on kezelt faanyag átlagosan 5 %-pontos csökkenést mutatott. Mivel a három anatómiai főirány közül a tangenciális mozgások a legnagyobb mértékűek, ezért a szakirodalom főként erre hivatkozik.



12. ábra Dagadás maximális értéke tangenciális irányban (PATZELT és mtsai 2002, HANGER és mtsai 2002a)

c. Szorpciós tulajdonságok, egyensúlyi fanedvesség

A zsugorodás-dagadási viselkedéssel szoros összefüggésben lévő szorpciós tulajdonságok, egyensúlyi fanedvesség változása is előrevezethető. TEISCHINGER és munkatársai (2002) a kezelési hőmérsékletre és a kiinduló fanedvességre vonatkoztatva tettek általános érvényű megállapításokat. A szorpciós izotermák lefutása hasonló jellegű a kezeletlen fáéhoz, de a kezelési hőmérséklet, kiinduló fanedvesség függvényében változó az elhelyezkedés. A kezelt anyagok görbéi, mind az adszorpciót, mind a deszorpciót tekintve a kezeletlen anyagok görbéi alatt, és nem túl meredeken futnak. A kiinduló fanedvesség vonatkozásában kimutatható volt a víz jelenlétének a hőkezeléskor kifejtett jótékony hatása az egyensúlyi fanedvességre. Ez az ugyancsak a fent tárgyalt kémiai átalakulásokat támasztja alá. A 13. ábra bal oldali grafikonján a különféle kezdő nedvességtartalmú faanyagok (0, 10, 20, >30%) 165°C-os kezelés utáni izotermái láthatóak. Az abszolút száraz faanyagnál 92%-os relatív páratartalomhoz a kezelés után 18,83%-os, míg a 30% feletti kezdő fanedvességűnél csak 10,86%-os egyensúlyi fanedvesség tartozik.

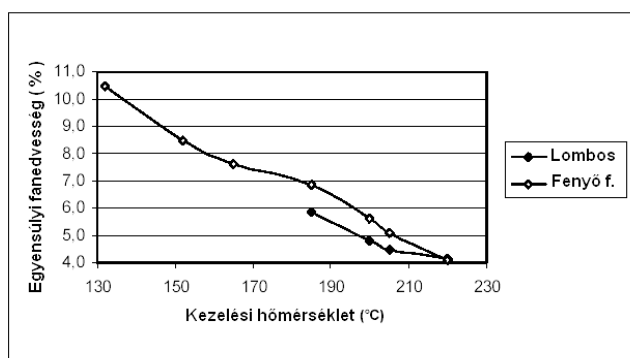


13. ábra Hőkezelt faanyagok szorpciós tulajdonságai 20°C-on (bal: 165°C-os kezelés) TEISCHINGER és munkatársai (2002)

A kezeletlen próbatetekhez képest egyértelműen kimutatható volt a kezelési hőmérséklet markáns hatása is az egyensúlyi fanedvességre vonatkoztatva. A jobb oldali ábrarészen a 132°C, 152°C és 165°C-os görbék pontjai rendre alacsonyabb értékeket vettek fel a kezeletlen faanyag izotermáinál.

NIEMZ (2004) az összehasonlító elemzés során a növényi olajban kezelt próbatetekeken észlelte a legkisebb nedvességfelvételt, ezt követték a levegőben, majd a vákuumban kezelt próbatetek értékei. A kezelési hőmérséklet mindhárom esetben 200°C volt.

A kezelési hőmérséklet általános érvényű összefüggéseit az egyensúlyi fanedvességgel a **14. ábra** mutatja (PATZELT és mtsai 2002, HANGER és mtsai 2002a). A méréseket, 65%-os relatív páratartalom mellett és 20°C-on történt klimatizálás után, lombos és fenyőfélék esetén végezték el. Megállapították, hogy hőkezelés által az egyensúlyi fanedvesség 10-12%-os értéke a felénél is nagyobb mértékben csökken.



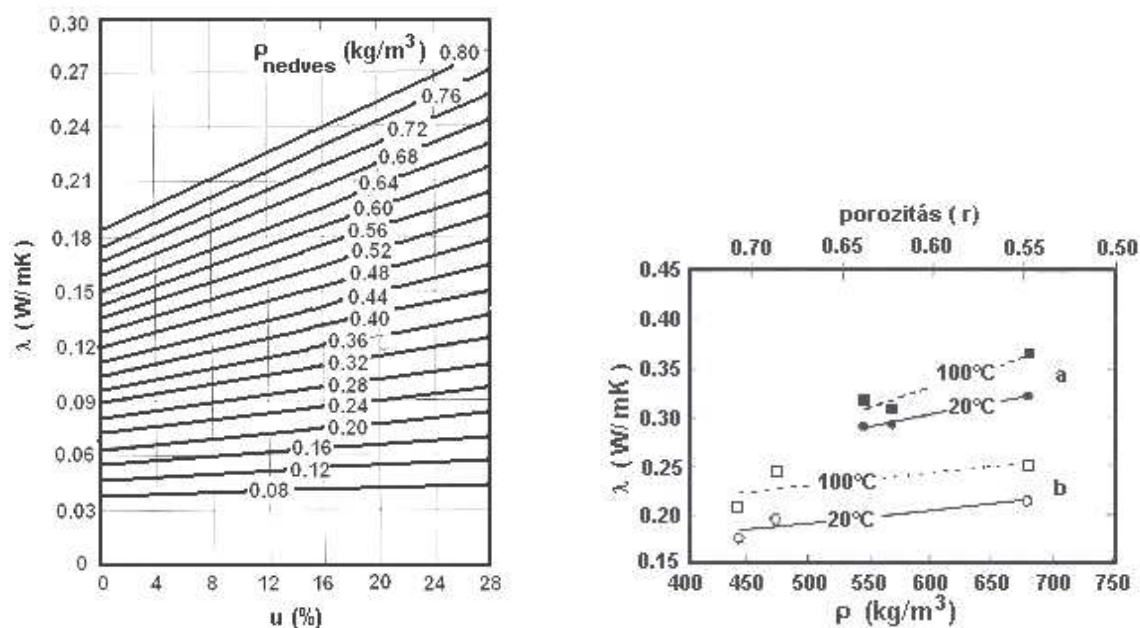
14. ábra Hőkezelt faanyagok egyensúlyi fanedvessége PATZELT és mtsai (2002), HANGER és mtsai (2002a)

d. Hővezető-képesség

Láthattuk, hogy a kezelési hőmérséklet növelésével nem csak az egyensúlyi fanedvesség, hanem a faanyag sűrűsége is változik. A hővezető-képesség alakulását e kettő tényezőtől kívül még az anatómiai irány és a faanyag hőmérséklete is befolyásolja. A hővezető-képességet a hővezetési tényezővel (λ) jellemezzük. A hővezetési tényező azt a hőmennyiséget mutatja, mely egységnyi idő alatt, az anyag egymástól egy méterre levő egy négyzetméteres felületein áramlik át, egy Kelvin hőmérséklet-különbség hatására.

NIEMZ (1993) a **15.-bal ábra** szerint határozta meg a faanyagok hővezető képességét a rostokra merőlegesen. Az ábráról megállapítható, hogy a faanyag nedves (nyers) sűrűségének és a nedvességének emelkedésével a lambda is emelkedik. A hőkezelés e két tulajdonságra vetett csökkentő hatása a hőkezelt faanyag hővezető-képességének csökkenését vetíti előre.

KRAUS (2003) lucfenyő 200°C-on történő kezelése kapcsán 15%-os hővezető képesség csökkenésről számol be. SULEIMAN és munkatársai (1999) a faanyag porozitását, sűrűségét, hőmérsékletét, és az anatómiai irányt, mint befolyásoló tényezőket vizsgálták a hővezetési tényező alakulásánál (**15.-jobb ábra**). Megállapították, hogy a 100°C-on mért értékek mind rost-, mind keresztirányban magasabbak, mint 20°C-os hőmérsékleten. Méréseik szerint a sűrűség növekedése és a porozitás csökkenése is növeli a hővezető-képességet.



15. ábra A fa hővezető képessége rostokra merőlegesen NIEMZ (1993) bal, A nedves sűrűség, hőmérséklet és a porozitás „r” befolyása a fa hővezető képességére SULEIMAN és mtsai (1999) jobb, a; rostirányban b; arra merőlegesen

e. A szín

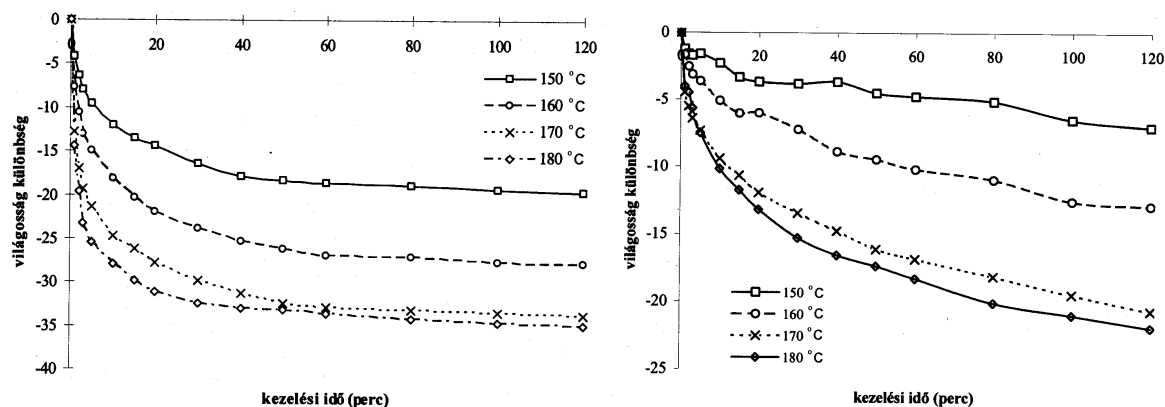
A faanyag hő hatására bekövetkező elszíneződését a 100-200°C hőmérsékleti tartományban döntően a járulékos anyagok kémiai átalakulása okozza. A színváltozás mértéke, mind inert, mind oxidatív atmoszférában 160-180°C között ugrásszerűen megnő. A szín-jellemzők a fafajtól és az alkalmazott atmoszférától függően a következők szerint változnak: a faanyag világossága jelentősen csökken, színezete a kevésbé telített, vöröses tartományok irányába tolódik el, a telítettség alig változik, a kezelés idejével a változás sebessége jelentősen csökken, és a szín a fafajra és kezelési időre jellemző határérték felé közelít. Igen hosszú kezelési idő azonban a magasabb hőmérsékleten kapott színjellemtípust adja. (NÉMETH K. 1998)

A fa termikus kezelésének hatására bekövetkező színváltozásáról KOLLMANN és munkatársai (1951) adtak először részletes információt. Az elszíneződés sebességét és mértékét az alkalmazott hőmérséklet határozza meg, hiszen magasabb hőmérsékleten a termikus folyamatok felgyorsulnak, így intenzívebb lesz a színváltozás. Megállapították, hogy a színváltozás mértéke a hőmérséklet növekedésével exponenciálisan nő.

BOURGOIS és munkatársai (1991) vizsgálatai szerint a hőkezelés (240-310°C) hatására bekövetkező világosság csökkenést és a színeltolódást a hemicellulóz, különösen a pentozán mennyiségének csökkenése okozza.

NÉMETH K. (1988, 1989a, 1998) vizsgálatai alapján megállapította, hogy termikus kezelés során is a világosságváltozás adja a faanyag szempontjából a legtöbb információt, és ez az érték közelít legjobban a szubjektív színmegítélés adataihoz is.

CSONKÁNÉ (2005) a magas extraktanyag tartalmú fehérakác és a kevésbé magas extraktanyag tartalmú feketenyár fajokat vizsgált és a 16. ábrán látható világosságváltozást tapasztalta. Rámutatott, hogy az extraktmentes akác termikus hatásra bekövetkező színváltozása jellegében a nyár színváltozását követi.



16. ábra Hő hatása az akác (bal) és nyár (jobb) fajok világosságára (CSONKÁNÉ, 2005)

A kvercetin és robinetin hasonló vizsgálatával megállapította, hogy a keményfák jellemző extraktanyaguk alapján e két modellvegyülethez hasonló változás valamelyikébe sorolhatók.

A kvercetin-típusú változást jól illusztrálja a nyár faanyagának a színváltozása, hiszen e fafaj extraktanyagot csak kis mennyiségben tartalmaz, így a színváltozást gyakorlatilag a ligninnek, illetve kromofor csoportot csak kismértékben tartalmazó extrakttartalmának köszönheti. Ugyancsak kvercetin-típusú színváltozást mutattak az extrahált akác minták is. Színképző vegyületek hiányában, extraktmentes fában viszonylag gyorsan megindul a hemicellulózok és a lignin, illetve ezek kapcsolatainak a bomlása, ami kromoforok képződéséhez vezet. Ez, az ilyen faanyag lassabb, de folyamatos színváltozásának a magyarázata. Robinetin-típusú változást mutat az akác faanyag, amely nagy mennyiségű, jórészt színes extraktanyaggal rendelkezik. (CSONKÁNÉ 2005)

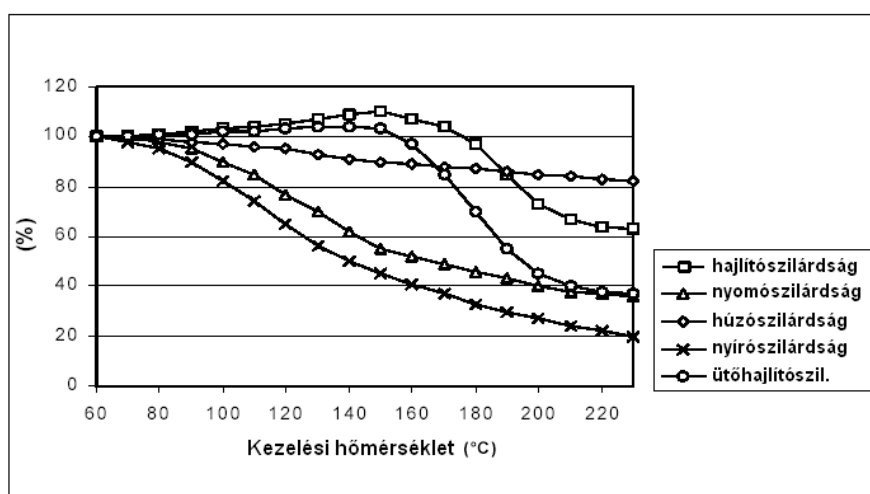
NIEMZ (2004) a különféle közegekben kezelt lucfenyő próbatestekről megállapította, hogy eltérő módon színeződnek el a 200°C-os kezelések során (17. ábra). Az így kezelt próbatesteket ezután kültéri vizsgálatoknak vetették alá, ahol a hőkezelt próbatestek csekélyebb repedezési hajlama mellett, mind a kezeletlen, és mind a kezelt próbatestek hasonló mérvű szürkülését tapasztalták. NIEMZ megállapítása alapján a faanyag módosított színe nem UV-stabil.



17. ábra Lucfenyő színének változása 200°C-os hőkezelések esetén NIEMZ (2004)

2.3.4.3. Mechanikai tulajdonságok

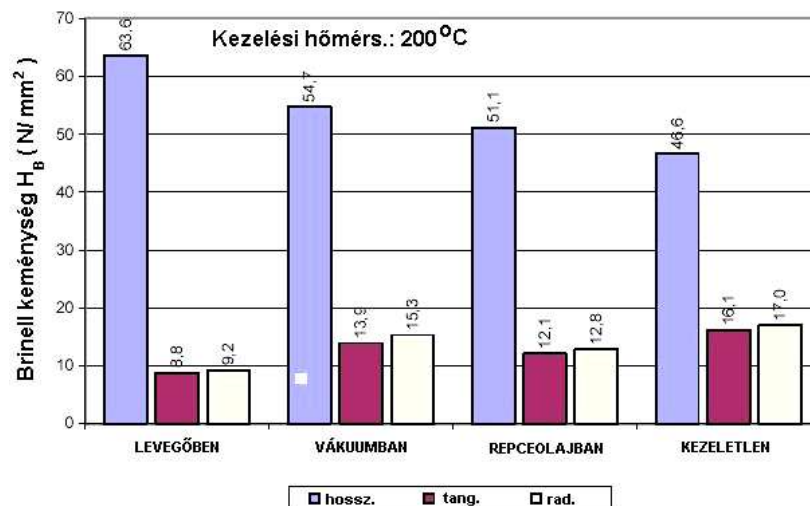
A hőkezelés okozta összetett változások a faanyag mechanikai viselkedését is befolyásolják. Az előzőekben már taglalt, módosult tulajdonságok, mint pl. a szorpciós tulajdonságok is előrevetítik a szilárdságmódosító hatást. Összegzésként elmondható, hogy a degradáció előrehaladtával a szilárdsági jellemzők csökkenése egyre erőteljesebb. A faanyag a kezelés során a paramétereiktől függően előbb, vagy utóbb abszolút száraz állapotba kerül és növekvő hőmérséklet hatására irreverzibilis folyamatok (kémiai bomlás, sejtfal elválások stb.) játszódnak le. Ezen folyamatok végbemenetele lényegében elkerülhetetlen a végtermék minőségét illetően igen fontos szereppel bírnak. A törési képek tompa jellege a hőbomlás mértékének növekedésével egyre erőteljesebben mutatkozik, azaz a faanyag ridegebbé válik. GLOS és HENRICI (1990), HANGER és munkatársai (2002a) alapján a **18. ábrán** a hőmérséklet függvényében látható az egyes szilárdságfajták értékeinek alakulása.



18. ábra A különféle szilárdságok változása a kezelési hőmérséklet hatására (GLOS és HENRICI 1990, HANGER és mtsai 2002a)

Látható, hogy míg a hajlító- és ütőhajlító-szilárdság kb. 150°C-ig csekély értékű növekedést mutat, addig a tangenciális irányú nyomó- és nyírószilárdság már drasztikusan lecsökken. A 150°C-ig történő csekély növekedés az egyensúlyi fanedvesség csökkenésével magyarázható, mindemellett a szilárdításért felelős fő alkotók bomlási folyamatai még csak kezdeti stádiumban lehetnek. A húzószilárdság tűnik a legérzékenyebbnek, 230°C elérésével is „csak” közel 20%-os értékcsökkenést állapítottak meg.

A keménység jellemzésére a Brinell-keménységet alkalmazzák, melynek a hőkezelés hatására történt változása ugyancsak szembevetendő. NIEMZ (2004) lucfenyő 200°C-on történő kezelése során a radiális és tangenciális irányban mért keménység csökkenő, míg a rostirányú növekvő tendenciát mutatott (**19. ábra**). Az ábrán jól látható, hogy amíg a levegőben történt kezelés keménységcsökkentő hatása a legmarkánsabb radiális és tangenciális irányban, addig a vákuumos kezelés esetén csak kis mértékben marad el a keménység a kezeletlen mintától. A repceolajban történt kezelés a húr és radiális anatómiai főirányokat tekintve ugyancsak csökkentő hatású a keménységet illetően, mértéke pedig a vákuumos és a levegős kezeléseket között helyezkedik el. A rostirányú keménység mindhárom kezelőközeg tekintetében növekedést mutat. A legnagyobb (20%-feletti) keménységnövekedést a levegőben kezelt minták mutattak, majd ezt követték a vákuumban és végül repceolajban kezelték.

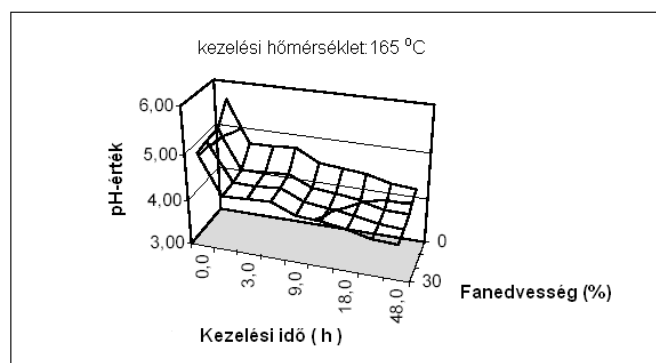


19. ábra A Brinell-keménység alakulása lucfenyőnél (NIEMZ 2004)

2.3.4.4. Kémiai tulajdonságok

A hőkezelés során végbement kémiai átalakulások a faanyag pH-értékét is megváltoztatják. A bomlásfolyamatok során keletkező ecetsav mennyisége a fafaj, hőmérséklet stb. függvényében eltérő lehet.

PATZELT és munkatársai (2002) 165°C-os hőkezelés kapcsán a 20. ábra szerint határozták meg a kezelési idő és a kezdeti fanedvesség hatását a pH-érték alakulására. Megállapították, hogy azonos kezelési hőmérséklet mellett a növekvő kezelési idő és a kezdeti magasabb fanedvesség is kedvezően hat a faanyag pH-értékének csökkenésére.



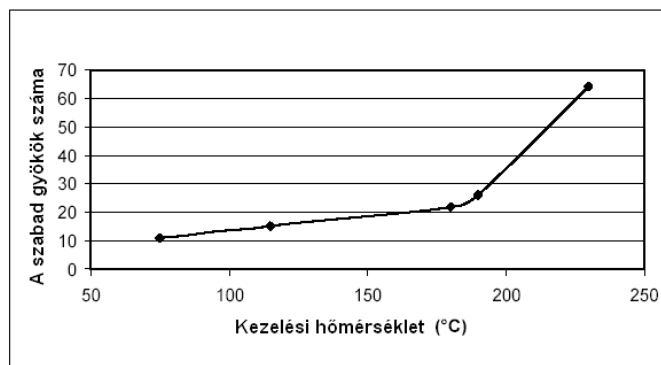
20. ábra A fa pH-értékének alakulása 165°C-os kezelés esetén PATZELT és mtsai (2002)

A méréseket elektronikus pH-mérővel, 100ml desztillált vízbe történt 2g faliszt bekeverésével, egy óra hideg extrakció után végezték. A hőkezelt faanyagok így kimutatott pH-értékei meglehetősen nagy szórást mutattak. (KRAUS 2003)

A pH-érték csökkenése a csavarozott, szegezett kötések esetében jelent problémát akkor, ha a kötőelemek korrózió hatásúak (NIEMZ 2004). Ilyen esetben a szürke korróziós foltok elsősorban a kültéri fafelületeken jelentkeznek és a fa esztétikai megjelenését rontják.

A WO 01/53812 jelöléssel Finnországban szabadalmaztatott eljárás kapcsán említésre méltó a szabadgyökök számának meghatározása, mellyel az egyes fatermékek modifikációs foka jól jellemezhetővé válik. Az alkalmazott eljárás az ún. ESR- alapján (elektron-spin rezonancia) történik és a mérés a keletkező szabadgyökök számával arányos modifikációs fok

meghatározásán alapul. Ennek megfelelően minél nagyobb a szabadgyökök száma annál, előrehaladottabb a hőbomlás (**21. ábra**). Az ESR meghatározása NMR (nukleáris mágnesrezonancia) segítségével történik. Az eljárás gyors de a berendezés rendkívül költséges (KRAUS 2003).



21. ábra. A szabad gyökök számának alakulása a kezelési hőmérséklet függvényében VIITANIEMI (2002)

E fejezetben kell említést tennem a hőkezelés során keletkező kémiai vegyületekről, melyek a hőkezelt fa, mint végtermék teljes megítéléséhez szervesen kapcsolódnak. A már sokat emlegetett ecetsav elég erőteljes korrozív hatást okoz a hőkezelő berendezés fém alkatrészeire, mely a beruházási költségeket, s ezzel együtt a végtermék árát is megnöveli. A fafajtól független második legfontosabb vegyület a furfurool, melynek jellegzetes szaga még hetekig érezhető a hőkezelt faanyagokon. Természetesen a hőkezelés során egyéb bomlástermékek is keletkeznek, pl. szén-dioxid, szén-monoxid stb., melyeket a kutatásom során a Kémia Intézettel karöltve analizáltunk. Általánosságban elmondható, hogy a keletkező anyagok minősége, mennyisége jól meghatározható, s ezen anyagoknak a megfelelő kezeléséről is gondoskodni kell.

A fentiekben áttekintett tudományos és ipari előzményeket értékelve megállapítható, hogy a hőkezelés napjaink „újra felfedezett” technológiája, mellyel az alacsonyabb tartósságú faanyagok egyes tulajdonságai kedvezően javíthatók, s ezáltal a egy megemelt használati és esztétikai értékszintre hozhatók. A jelenlegi energiaárak mellett a kezelés által a végtermékre ráakódó költségek is korlátokat szabnak az ipar számára, s a kutatási és fejlesztési irányok is a minden szempontból (pl. környezetkímélés, rentabilitás stb.) leoptimálisabb technológiákat célozzák. A kezelések közegére vonatkozólag a többletköltségeket nem jelentő normál légköri levegős (oxidatív közegű) eljárást választottam, mely lényegében a legelterjedtebben alkalmazott technológia és a kutatási tervet is ennek megfelelően jelöltem ki. Hazánk erdőhanyagának nagy részét lombosok alkotják és a hazai bükk és csertölgy alapanyagainkat kiválóan alkalmasnak találtam a termikus modifikációk elvégzésére. A hazai nagytömegű ültetvényes fatelepítéseknek köszönhetően napjainkban a nyárfélék, főleg a hazánkban keresztezett pannónia nyár szerepe is felértékelődhet ezen a téren. A cser és pannónia nyár vonatkozásában a szakirodalomban nem találtam utalásokat a hőkezeléssel kapcsolatosan, így e két fontos fafajunk vizsgálatát ebből a szempontból is szükségszerűnek láttam elvégezni.

3. A vizsgálatokról

3.1. Vizsgált faanyagok jellemzése

3.1.1. Csertölgy (*Quercus cerris* L.)

„Hazánkban a tölgyek két csoportját különítik el: nemes tölgyek (kocsányos, kocsánytalan, molyhos) és a cser tölgy (vagy egyszerűen: tölgy és cser). A cser tölgy fáját a nemzetközi fakereskedelemben a vörös tölgyek közé sorolják. A nemes tölgyektől eltérően a cser tölgy igen széles világos szürke (esetleg sárgás) szíjácscsal rendelkezik. A csernél rendkívül gyakori a barnás-vörös álgeszt. Innen ered, hogy a gyakorlatban (fakereskedelemben) megkülönböztetnek ún. vörös (egészséges álgesztes) és fehér csert. A csernél a bélkörűli „juvenilis fa” általában húsz évgyűrűt foglal magába. Az évgyűrűk szélessége rendkívül inhomogén (20-25 éves korig viszonylag erőteljes a vastagsági növekedés, szélesek az évgyűrűk). A cser tipikus gyűrűs likacsú fafaj: a korai pászta nagy méretű edényei ("likacsai") több sorosak szabad szemmel is jól láthatók. A széles bélsugarak a sugár metszeten feltűnő "tükrök", a húrmetszeten orsó alakú barna foltok formájában figyelhetők meg. A frissen döntött csertölgy gesztének savanykás szaga van. A korai pászta nagy átmérőjű (200-400 μ m) edényei 2-3 sorban helyezkednek el. A késői pásztákban a szűkebb (30-100 μ m) edények "lángnyelvszerű" nyúlványokat alkotnak. Az edények mennyisége a keresztmetszet arányában: 11-16-35%. Gyakori a tiliszekkel való eltömődés. Fájában viszonylag nagy mennyiségű (20%), vékonyfalú hosszparenchima található, rendezetlenül (apotracheálisan). A bélsugarak mennyisége: 15-20%, melyekben gyakran kristályos, mézga-szerű anyagok is találhatóak. A fatest alapállományát a libriform rostok és a rosttracheidák (együttesen: farostok) adják. A mikroszkopikus sajátosságok közül kiemelhető a vékonyfalú parenchimatikus sejtek (hosszparenchimák, bélsugarak) nagy mennyisége (35-40%). Szöveti szempontból ezek szolgálnak alapul a repedéseknek, korhadásoknak, álgesztesedésnek, fagylécesedésnek. A csernek három alapvető hibája van: a fagyléc, az álgesztesedés és a gyűrűs repedések. E fahibák miatt korábban a cserből csak tűzifát választékoltak. A Kárpát-medence a csertölgy természetes elterjedésének az északi zónájában van. Ezzel állhat összefüggésben az a tény, hogy a hazai fajok közül a cser a leghajlamosabb a fagyrepedésre.” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

„A csernél rendkívül gyakori az álgesztesedés. Ez a külső mechanikai sérülésekkel és a termőhellyel is kapcsolatban áll. Az inhomogén évgyűrű szerkezettel és az ehhez kapcsolódó sűrűségi, szilárdsági változásokkal áll összefüggésben a gyűrűsrepedések kialakulása. A cser nagy számú rovar és gombakárosítóval rendelkezik. Már az élő, legyengült fáknál is megfigyelhető a különböző cincérek, szúk, díszbogarak, farontó lepkék károsítása. A cser nagyszámú fahibáinak, a kedvezőtlen alakú tulajdonságainak tudható be az alacsony rönkkihozatal is. A cser az alacsony tartóságú fajok közé tartozik.” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

A modifikációk szempontjából a geszt-szíjács színbeli különbségeinek csökkentése és a fatest tartósságának, dimenzióstabilitásának növelése lehet fontos feladat.

Fizikai, mechanikai tulajdonságok (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006):

Sűrűsége (kg/m³):

| | |
|----------------------|-------------|
| abszolút szárazon: | 570-690-850 |
| légszárazon (u=12%): | 720-750-810 |
| élőnedvesen: | 1000-1100 |

Zsugorodás (%):

| | |
|--------------------------------------------------|------------|
| rostirányú: | 0,3-0,4 |
| húrirányú: | 8,5-9,8 |
| sugárirányú: | 4,4-4,9 |
| térfogati: | 12,9-14,6 |
| Hajlítószilárdság (N/mm ²): | 94-128-136 |
| Rostirányú nyomószilárdság (N/mm ²): | 44-62-71 |
| Ütő-törő munka (J/cm ²): | 10 |
| Brinell keménység (N/mm ²): | |
| bütü: | 57 |

Tulajdonságai ellenére a régi épületekben gyakran találkozunk cser parkettákkal, mindemellett a jó fűtőértéke miatt hazánk egyik legértékesebb tűzifája.

3.1.2. Bükk (*Fagus sylvatica* L.)

„A bükkök nemzetségének mintegy 13 faja az északi mérsékelt égövben őshonos. Európában kiemelkedően fontos szerepe van az egyszerűen „bükk”-nek nevezett „közönséges bükknek” (*Fagus sylvatica*). Zárt állásban egyenes, hengeres óriás törzseket fejleszt. A fák magassága 35-40m is lehet, melynek ágtszta törzshossza a 15-20m-t is elérheti. Véghasználati korban (100-120 év) 0,4-0,7m mellmagassági átmérővel rendelkeznek, de az öregebb példányok (200-300év) elérhetik az 1,5-1,8m-t is. Vékony, 1-2cm vastag sima kérge sérülékeny. A bükk fája világos halványsárgás vagy vöröses tónusú, világosszürke (vöröses-fehér). Az egészséges geszt és a szijács nem különülnek el egymástól, de idősebb korban gyakori a vörösbarna álgeszt. A fatest szórt likacsú, tehát a korai és késői pászta edényeinek átmérői között nem nagyok a különbségek. A szórt elrendezésű edények általában magányosak, ritkán iker elhelyezkedésűek. Átmérőjük 30-100µm közötti, a késői pásztában a kisebb méretűek jellemzők. Az egészséges fatest jól telíthető, ellentétben a tiliszes, gesztesítő anyagokkal berakott álgesztes faanyaggal. A farostok típusa elsősorban libriformrost, de előfordulnak rost- és edénytracheidák is. A rostkötegek általában egyenes lefutásúak, de a bükknél is előfordul csavarodottság. A bükk kiváló szilárdsága és keménysége a farostok kiemelkedően nagy sejtfalvastagságával áll kapcsolatban (a kettős falvastagság 7,5 µm, a tölgnél 4,2 µm). A kettős sejtfal és a lumen aránya: 1:1” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

„A bükk fahibái közül első helyen az álgesztesedést kell említeni. Az idősebb törzseknél ez rendkívül gyakori. Az egészséges (gombafertőzés nélküli) barna álgesztes bükköt a gyakorlatban "vörösbükk"-nek is nevezik. Az álgeszt határa nem követi az évgyűrű vonalát, tehát szabálytalan. Az ún. szürke vagy "csillagos álgeszt" már gombafertőzött, korhadó faanyag, iparilag nem hasznosítható. A bükk egészséges álgesztjeinek kialakulása fiziológiai okokra (pl. öregedés, vízellátási zavarok), vagy mechanikai sérülésekre vezethető vissza. Tehát az álgesztesedés (tiliszesedés, gesztesítő anyagok berakódása) valójában egy preventív védekezési reakciója az élőfáknak.” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

Tartóssága különböző kitettségeknél, években (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006):

| | |
|------------------------------------------|-----------|
| védő kezelés nélkül, földdel érintkezve: | 10-35-40 |
| tető alatt: | 20-40-80 |
| víz alatt: | 30-70-120 |
| állandóan száraz állapotban: | 200-700 |

Figyelemmel az alacsony gombaállóságra, és az erős vetemedési hajlamára is, az álgeszt nélküli bükk kültéri beépítésre felhasználása csak teljes telítés esetén javasolható (pl. vasúti talpfák). A rönk, fűrészáru és a nedves furnér gyártás közbeni tárolásakor, készletezésekor ismételt ki kell emelni a fülledés és a penészesedés veszélyét.

Fizikai, mechanikai tulajdonságok (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006):

| | | |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Sűrűsége (kg/m ³): | abszolút szárazon: | 490-680-880 |
| | légszárazon (u=12%): | 540-720-910 |
| | élőnedvesen: | 820-1070-1270 |
| Zsugorodás (%): | rostirányú: | 0,3 |
| | húrirányú: | 11,8 |
| | sugárirányú: | 5,8 |
| | térfogati: | 14,0-17,9-21,0 |
| Hajlítószilárdság (N/mm ²): | | 74-123-210 |
| Hajlító-rugalmassági modulusz (N/mm ²): | | 10000-16000-18000 |
| Rostirányú nyomószilárdság (N/mm ²): | | 41-62-99 |
| Ütő-törő munka (J/cm ²): | | 3-10-19 |
| Brinell keménység (N/mm ²): | bütü: | 72 |
| | oldal: | 34 |

„A bükk fája sűrű, zsugorodásra, vetemedésre erősen hajlamos. A geszt és a szijács nedvessége közötti különbség nem jelentős. A rosttelítettségi pontja 32-35% nedvességtartalom körüli, zsugorodási anizotrópiája magas (2,04), ezért hajlamos a vetemedésre, a széles bélsugarak mentén pedig a repedésre.

Kémiai tulajdonságok:

Elemi összetétel (%): szén 48,9; hidrogén 5,9; oxigén 44,5; nitrogén 0,2; egyéb 0,5. A fatest fontosabb vegyületei (%): Cellulóz 45,4; lignin 22,7; pentozán 17,8; hexozán 4,4; hamu 1,6; extrakt anyagok (alkohol-benzolos extrakció): 0,7. Megemlíthető, hogy a bükk fája enyhén savas (pH=5,1-5,4) és a hamualkotók tekintetében igazán alkalmas a hamuzsír (K₂CO₃) kinyerésére. „(MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

A modifikációk szempontjából fontos az álgesztes rész színhomogenizálása és az egész faanyag tartósságának növelése.

3.1.3. Nyárok - Pannonia nyár (*Populus × euramericana* Pannonia)

„A geszten belül a bélközeli juvenilisfa csak néhány évgyűrűt foglal magában, gyakorlatilag nem különül el. Az olasz, francia furnérhámozási tapasztalatok azt bizonyítják, hogy a nyárfajtáknál nagy jelentősége van a gesztenben lejátszódó utólagos elváltozásoknak. Általában a 15 évnél idősebb törzseket már nehezebb hámozni, és gyakoribbak a repedések (ez összefügg a gesztesedéssel, álgesztesedéssel).

A „geszt-szijács” néhány fajnál, fajtánál szintén határozottan elválik (pl. fehér, szürke nyár, óriás nyár), másoknál nem (pl. rezgő nyár, I 214). Mindemellert a 30-40%-nyi (térfogati részarány) szijács rész nedvessége lényegesen kisebb mint a geszté. Vizsgálataink szerint a frissen döntött törzseknél a gesztrész 180-200%, a szijácsrész 110-130% nettó nedvességtartalmú.” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

A Pannonia nyár (*Populus × euramericana* Pannonia) Kopecky F. erdész kutató által előállított hibrid, már 1980-ban bekerült a fafajok névjegyzékébe. Hasonlóan gyorsan nő, mint az I 214, és fája hasonlóan sűrű, mint az óriás nyaré. A kilencvenes évek elejétől a leggyakrabban telepített nyárfajta, így ipari jelentősége is nagy. ” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006) Mivel a nyár törzsek öregebb korban gyakran álgesztesednek, így ezek az állományok is kb. 25évesen kitermelésre kerülnek. Ebben a korban a törzsek többsége már 30cm feletti mellmagassági átmérővel rendelkezik.

„A nyárak tipikus szórt likacsú fafajok, de az edények átmérője (50-100 μm) az évgyűrű szélessége mentén némileg csökken. Az egyes nyárfajták mikroszkóposan sem különíthetők el egymástól. A 0,5 mm hosszú edénytagok közötti áttörések egyszerűek. Tiliszésedés (különösen álgesztesedés) a nyáraknál is előfordul. A keresztmetszeten az edények részaránya 24-44%, a bélsugaraké 10-14%, a farostoké (libriformrostoké) 56-63%. A nyárak többnyire egyenes, hengeres törzset növesztenek. Az erdei választékoknál a legnagyobb gondot a göcsösség okozza. Gyakori jelentős fahiba a fagyrepedés (fagyléc). Ez fajtától és termőhelytől is függ. Az ilyen anyag nem alkalmas furnér- és fűrészipari célokra. Előforduló fahiba a külponosság és a részben ehhez kapcsolódó reakciófa (húzott fa) jelenléte. Az ilyen faanyagot jellemzik a géles rostok. Az álgesztesedés különösen a furnérgyártásnál kedvezőtlen minőségromtó fahiba. Ennek mértéke a kitermelés korától is függ. Külön ki kell emelnünk a fehér (szürke) nyárak szurkos álgesztjét, ez kevésbé szárítható, ragasztható. Ugyanezen fajokra jellemző a gyűrűs repedés, kártyásodás.” (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

A Pannónia nyár fizikai, mechanikai tulajdonságai (MOLNÁR S, BARISKA M; 2006):

Sűrűsége (kg/m^3):

| | |
|---------------------------|---------|
| abszolút szárazon: | - |
| légszárazon ($u=12\%$): | 406 |
| élőnedvesen: | 700-800 |

| | |
|--------------------------------------------------------|---------|
| Hajlítószilárdság (N/mm^2): | 67,4 |
| Hajlító rug. modulusz (N/mm^2): | 6510 |
| Rostirányú nyomószilárdság (N/mm^2): | 32,6 |
| Ütő-törő munka (J/cm^2): | 4,0-5,0 |
| Brinell keménység (N/mm^2): | |
| bütü: | 20,6 |
| oldal: | 10,8 |

„A fizikai tulajdonságok közül kiemelkedő jelentősége van a faanyag sűrűségének, mivel ez közvetlenül meghatározza a szárazanyag termelését, és ismeretében következtethetünk az egyéb fizikai (szilárdsági, rugalmassági) jellemzőkre. Vizsgálataink szerint a nyáraknál a sűrűség jól öröklődik (fajta jelleg). A különböző termékszabványoknál helytelen a megengedett évgyűrűszélesség előírása (pl. rakodólapok), mivel a sűrűség és szilárdság elsősorban a fajtától függ.

Kémiai tulajdonságok (nyárak):

Extrakt tartalom (alkohol-benzol) 2,3-3,2%, lignin 23,2-25,2%, cellulóz 52,4-54,0%, pentozán 17,8%, hamu: 0,41-0,89 %, pH érték: 5,8. „(MOLNÁR S, BARISKA M; 2006)

A modifikációk szempontjából fontos kérdés ugyancsak a tartósság növelése és a színváltoztatás.

3.2. Hőkezelések berendezései, választott paraméterek

Ahogy azt már a bevezetőmben is említettem, a kezdeti kísérleteimet egy kb. 35cm belső átmérőjű és 85cm belső hosszúságú elektromos fűtésű autoklávban (**22. ábra**), normál légköri nyomáson és normál levegőben végeztem. A belső tér hőmérsékletének mérését egy PT100 típusú ellenállásmérővel oldottuk meg úgy, hogy a fémhenger falához rögzítettük a probatestek elhelyezkedési magasságában. Az innen származó elektromos jel szabályozta a fűtést egy Omron típusú léptető közbeiktatásával. A kezelések alapjául a „ThermoWood” menetrendet tekintettük, miszerint egy relatív gyors felfűtést követően 100-130°C-on szárítottuk a probatesteket, majd a kívánt hőmérsékletre emelve a kamra hőmérsékletét hön tartottuk, és ezt követően a rendszert hagytuk lehűlni. A belső hőmérséklet és az elektromos jelből számolt hőmérséklet egyezőségét higanyos hőmérő segítségével ellenőriztük. A kezdeti kísérletek sikertelensége a menetrendek finomítását, a probatestek induló nedvességtartalmának csökkentését és a fűtőteljesítmény változtatását vonta maga után. A hirtelen hőhatásnak kitett faanyagban kollapszusok léptek fel, s ennek köszönhetően a bütün sugárirányú, lencseszerű repedések jelentkeztek, melyek a probatest teljes hossza mentén váltakozó hosszúságú sávokban képződtek (**22. ábra** jobb oldal).



22. ábra Hőkezelő autokláv (bal), Repedések képződése a hőkezelt csertölgyben (jobb)

A hőntartás szakaszában a hőmérsékletet az irodalmi adatok alapján 180, 200 és 220°C-ban határoztuk meg. Ezek a kezdeti kísérletek nem adtak lehetőséget nagyobb mennyiségű faanyag egyidejű, homogén kezelésére, így erre a célra egy speciális, kb. 0,4 m³ belső térfogatú, szigetelt berendezést fejlesztettünk ki (**23. ábra-jobb**). A fejlesztéseknek köszönhetően pár hónappal ezelőtt költöztethettük végső helyére, az ún. új hőkezelő laborba, a több mint egy éve üzemelő kezelőkamrát (**23. ábra-bal**).

A berendezésben belső légfűtést alkalmaztunk, bordázott 2 pár U-alakú egyenként 750W teljesítményű elektromos fűtőszállal, melyeket a hátsó faltól kb. 10-15cm re lévő acéllemez választ el a kezelőtértől. A levegő keringetését, a kaloriferek felett elhelyezett, 23cm átmérőjű alumínium ventilátorok (2db.) biztosítják. A hőfokszabályzást egy PT100-as hőmérővel és egy új Siemens szabályzóegységgel oldottuk meg. Tekintve a projektünk méretét és a fafajok széles skáláját a keletkező gázok, csapadékok elvezetéséről is gondoskodni kellett. A gázok egy része a szerkezet tetején lévő 5cm átmérőjű nyíláson és flexibilis alumíniumcsövön keresztül jut a kémény kürtőjébe. A csapadékok elvezetését és a védőgáz bejuttatását egy kettős járatú alsó csőrendszer biztosítja. A tűzbiztonsági okokból felszerelt hőkorlát egy kritikus hőmérséklet felett leállítja a programot, s az e célból felszerelt nitrogénpalackból egy

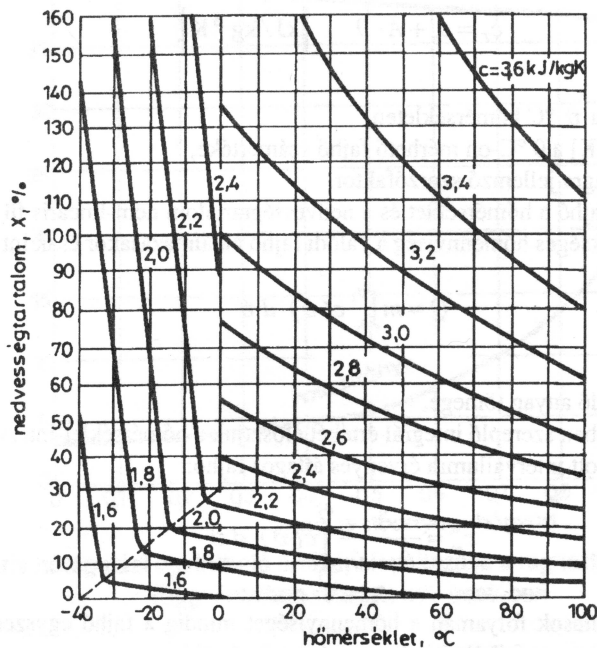
elektromágneses szelepen át védőgázzal árasztja el a kamrát, ami csökkenti az éghető komponensek koncentrációját. Erre szerencsénkre nem volt szükség az eddig elvégzett kezelések során, de a kezdetekben elégtelen szabályozásnak köszönhetően az autoklávban sikerült egy kisebb robbanást előidézni. Ezt a műszaki meghibásodások is okozhatják, melyek jövőbeni bekövetkezésére fel kellett készülnünk. Az esetleges robbanás hatásának csökkentése érdekében a kamra ajtaja 4 ponton rugózott pántolással szerelt.

A külön helységben elhelyezett számítógép segítségével, vagy manuálisan is történhet a programozás. Az elmúlt hónapok fejlesztésének köszönhetően egy ADAM típusú hatcsatornás mérésadatgyűjtőt szereltünk fel, melynek segítségével várhatóan a következő évben már egyéb vizsgálatokat is végezhetünk.



23. ábra Az új hőkezelő labor-bal, Az új hőkezelő berendezés –jobb

A kezdeti kísérletek eredményeinek megfelelően a kezelési hőmérsékleteket csökkentettem és a dolgozatban szereplő fafajok tekintetében 220°C -hőmérséklet alatt végeztem az új hőkezeléseket. Itt fontosnak tartom megjegyezni, hogy a faanyag hőbomlásának kémiai analízisét nem deszka méretű mintákon, hanem faporokon, forgácson végzik, melyeknek a fajlagos felülete sokszorosa és fizikai viselkedése (hővezető-képesség, felmelegedés sebessége) eltér az általam vizsgált dimenziójú minták viselkedésétől. A hőbomlás mértékét az általam végzett kezelések után lenne célszerű vizsgálni, hiszen a forgács méretű farészek száradása és a bomlása is előbb valósul meg ugyanabban a kezelőtérben, mint a deszka méretűeké. A mérésadatgyűjtésnek köszönhetően a közeljövőben lehetőség nyílik a különféle dimenziójú (deszka, palló stb.) faanyagok felmelegedésének, tényleges belső hőmérsékletének megfigyelésére. Így arra is választ kaphatunk majd, hogy a kezelőközeg hőmérsékletének változására miként reagál a módosult faanyag hőmérséklete. Irodalmi adatok alapján a faanyag fajhője csökkenő fanedvesség esetén ugyan csökken, de növekvő hőmérsékletre viszont növekszik. Természetesen e két hatás a kezelés során egyszerre van jelen mindamelllett, hogy a faanyag belső szerkezete is megváltozik. A fajhő tehát, mind a fanedvesség, mind a hőmérséklet és fafaji jellemzők függvényében változik, így a hőkezelés során időben sem állandó. A „Faipari műveletek elmélete” című könyvben (1994) a fa fajhőjét -40°C - 100°C közötti hőmérséklet és 0-160% közötti nettó fanedvesség tartományban a **24. ábrával** jellemzik.



24. ábra A faanyag fajhője
Faipari műveletek elmélete (1994)

Az ábra szerint, ameddig 10% fanedvesség esetén 20°C-on a 1,8-2,0 [kJ/ kgK]-es, addig 100°C-on már a 2,0-2,2-es görbék tűnnek mértékadónak. Ezen megfontolások alapján a faanyag száradása nem csak a kémiai, hidrolitikus folyamatokat, hanem fizikai hatásokat és így a végtermék minőségét illetően is kulcskérdés. Mindemellett megjegyezhető, hogy a keletkező gőz jelenléte a folyamat során a levegő hőátadó képességét is növeli. Tapasztalataim alapján a kezdeti fanedvesség, természetesen a menetrendektől függően elég nagy befolyással bír a hőkezelt faanyag minőségére. A kezelések során a kezelendő faanyagokat közel azonos, a menetrendekhez megfelelő fanedvességre szárítottam.

A kezelések során a berendezésben változtatható paraméterek a hőfok és a kezelési idő voltak. A hőfok tekintetében így 180 és 200°C-os kezeléseket végeztem és a hőtartási időt, mint a kezelés második fő paraméterét, három különböző szintre állítottam be. Ennek megfelelően a dolgozatban 1. (egyes), 2. (kettes), ill. 3. (hármás) jelölésekkel illett a különböző menetrendeket, melyek rendre egy-, két- és háromszoros hosszúságú hőtartási időket jelölnek.

3.3. Mintavételezés, statisztikai értékelés

A hőkezelés „újdonság” jellegéből adódóan a céltom az volt, hogy a lehető leghomogénebb alapanyagból válasszam le a próbatetek készítéséhez megfelelő részeket. A minőségi, repedésmentes hőkezelt faanyag előállításához szükséges előfeltételeket (induló fanedvesség, menetrendek paraméterei stb.) természetesen előzőleg kikísérleteztük.

A különféle tényezőkből eredő szórás minimalizálása érdekében az egy termőhelyről származó törzsek mellmagassági szintje (kb. 130cm-re a föld színétől mérve) a kivágások közepére estek, így ezek 100-120cm hosszúságú hengeres rönkdarabok voltak. A szalagfűrészten történt hasítást követően a hibáktól mentes minőségi alapanyagokat különválogattam. A bélkörüli, ún. juvenilis fa teljesen eltávolításra nem került, de részarányát a bél körüli kb. 5-10 évgyűrű eltávolításával minimalizáltuk. Az így kialakult szelvényárak a

szárítást követően kb. 35mm vastagságúak és kb. 100mm szélességűek lettek. Általánosságban elmondható, hogy a mechanikai vizsgálatok alapanyagai a geszt ill. érett fa részekből kerültek ki. A gombaállóság és szín meghatározása során a cser szijácsot is megvizsgáltam. Míg a próbatestek méretére az egyes vizsgálatok leírásánál térek ki, addig itt elmondható, hogy a mintaszámot a hőkezelési tömeg- és méretcsökkenés meghatározásának kivételével 25db-ban állapítottam meg. A nagyméretű minták ugyancsak hozzájárultak a szórás csökkenéséhez. A vizsgálatoknak megfelelően határoztam meg a szelvények mennyiségét és az egy ütemben hőkezelt faanyag köbtartalmát. Ez ugyancsak fontos szempont a hőkezelések összehasonlíthatósága miatt. A különféle kivágásokból származó szelvényárakat összekevertem ezzel is a biztosítva a minták nagyobb homogenitását. A kezdeti mintavételezés során a bekerült szelvények mindegyikéből kontroll próbatesteket választottam le, de három sorozat kezelés után a sűrűségi, nedvességtartalmi és színbeli eltérések mértéke olyan csekélynek bizonyult minden fafaj esetében, hogy ezeket egy mintaátlaggal és szórással közelítettem. Az így kialakult kutatási terv adattömbje a három fafajra, két kezelési hőmérsékletre, hőmérsékletenként három különböző menetrendi és egy kontrollcsoportra, tizenkét mért tulajdonság-paraméterre és a 25db-os mintákra vonatkoztatva 7200 cellából áll. A mérési adatok statisztikai értékelését SPSS programmal végeztem. A minták szórás-elemzés vizsgálatánál az ún. ANOVA esetén azt vizsgáljuk, hogy egy bizonyos faktornak (pl. hőmérséklet és menetrend) van-e hatása a kimeneti változó, azaz a faanyag tulajdonságainak várható értékére. Esetünkben többváltozós ún. Multivariate ANOVA-ról azaz MANOVA-ról beszélhetünk, ahol a mért tulajdonságok egy mátrixot alkotnak. A vizsgálat nullhipotézise az, hogy a faktornak nincs hatása, azaz a várható értékek egyenlők, melyet a mérési adatok alapján megpróbálunk megcáfolni. A modell szerint a mért érték az elméleti érték és a megfigyelési zaj összegeként adódik, ahol a zaj független értékű, normális eloszlású. Az elméleti érték nem más, mint a kezeletlen alapsokaság várható értéke, melynek a becslése a kezeletlen próbatestek mintáiból történik.

$$Y_{i,j,k} = m_{i,j} + e_{i,j,k}$$

$$H_o : m_{i,j} = m_{1,1} = m_{1,2} = \dots m_{2,3} = m_{2,4}$$

ahol: $Y_{i,j,k}$ a mért értékek, fafajonként
i- a kezelés hőfokkódja: 1-180, 2-200°C;
j- a kezelések fajtakódja: 1-kezeletlen, 2-1. , 3-2., és 4-3. menetrend;
k- a mintaszámnak megfelelő mérési kód, 1-25-ig
 $m_{i,j}$ a minták várható értéke
 $e_{i,j}$ a ún. zaj, mely normális eloszlású és független értékű
 H_o nullhipotézis- feltesszük, hogy a várható értékek azonosak

A nullhipotézis (H_o) elutasítása a szignifikáns eredmény, azaz ekkor a faktor hatása nem semleges a vizsgált tulajdonságra. A varianciaanalízis során megválasztott szignifikancia szint $\alpha=0,05$.

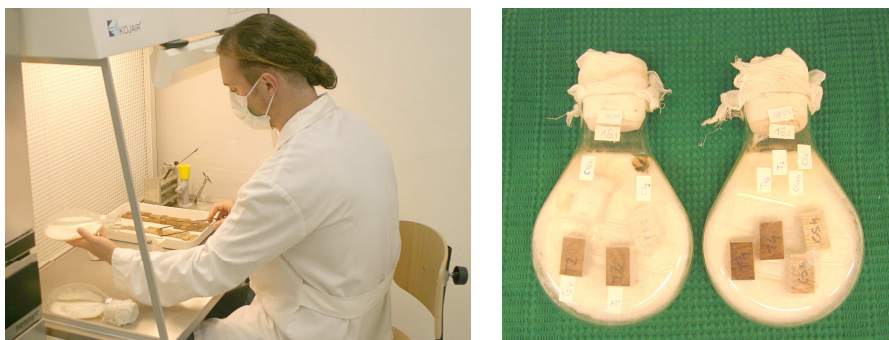
A kiértékelés során a vizsgált tulajdonságok egymáshoz viszonyított korrelációs együtthatóit is meghatároztam. A korreláció és a gyakorlat szempontjából releváns tulajdonság kapcsolatát lineáris regresszió segítségével modelleztem.

3.4. A vizsgálatok eszközei, a mérések módja

3.4.1. Gombaállóság meghatározása

Laborkörülmények között a módosított faanyagok ellenálló-képességét a korhasztó gombákkal szemben az MSZ EN 113 szabvány alapján vizsgálják. A módszer speciálisan a faanyagvédőszer, mint kezelőanyag hatékonyságát hivatott kimutatni a farontó bazídiumos gombákkal szembeni telítéses védelem esetén. Esetünkben ugyan kezelőanyagról, vegyszerről nem beszélhetünk, a külföldi tudományos kutatások mégis ezen előírások alapján értékelik a hőkezelés hatásosságát. A hőkezelés a faanyag teljes keresztmetszetét érintő modifikáció, s így e vizsgálat eredménye a vegyszeres telítés hatékonyságához is hasonlíthatóvá válik. Vizsgálataimban én is erre a szabványra támaszkodtam, de néhány dologban eltértem az előírásaitól. A szabványtól való eltérést az indokolja, hogy nem a módosított faanyagok vizsgálatára lett kidolgozva, így pl. a vizsgálati faanyag is előírás.

A gombatenyészet előneveléséhez előírt agar táptalajt a vizsgálataim során maláta kivonat agar (Scharlau Chemie -MALT EXTRACT AGAR 01-573) kivonattal helyettesítettem, mely a korábbi gyakorlat során alkalmasabbnak bizonyult. A táptalaj elkészítése, a maláta agar por feloldása a szabványnak megfelelően desztillált vízben történt. Egy liter desztillált vízben feloldott szárazanyag-tartalom 48g, melyből maláta kivonat 30g, szójapepton 3g és agar 15g volt. A oldódást követően a tápoldatok sterilizálása Kollembikokba töltve autoklávban, 120°C-on történik (25. ábra). Az egy lombikra eső tápoldat mennyisége 100ml, és a lombikok száját steril pólyával dugózzuk le. Az autoklávból kikerülő lombikokat a megfelelő oldalukra fektetve, szobahőmérsékleten kell tárolni mindaddig, míg a tápoldat géles állagúvá válik. A nyár és bükk fafajok esetében Lepketapló (*Coriolus versicolor*, törzsszám: CTB 863 A) gombafonalait oltottuk az így előkészített táptalajokra. A Lepketapló a szabványban szereplő vizsgálati gombafaj, mely erőteljes fehérkorhadást okoz. A károsítása nemcsak erdőkben, tuskókon, fetelepeken, hanem nedves helyre beépített faanyagoknál is jelentkezik. Igen gyakori az előfordulása és szinte minden lombfán megtalálható. Gesztes fákon főleg a szijácsot, de szijácsfákon az érett farészt is bontja. A korhasztott faanyag sárgás színűvé válik, és ekkor már kézben könnyen szétmorzsolható állagú. Cser esetében Labirintustapló (*Daedalea quercina*) gombafonalakat oltottunk a táptalajokra. E faj barnakorhadást okoz és a tölgyfélék gyakori károsítója. Az erdők tuskóin kívül a frissen döntött tölgyek gesztjét is megtámadja. A cseresekben ritkábban figyelhető meg, de a beépített cserfában ugyancsak károsít. A Labirintustapló a szabványban nem szerepel, így a vizsgálatra való alkalmasságát előzőleg teszteltem. Három hónap elteltével a kezeletlen cser próbatetek gombabontása a tölgyhöz képest háromszor nagyobb mértékűnek mutatkozott (25. ábra).



25. ábra. Gombatenyésztetre helyezés oltófülkében (bal), Tölgy és cser próbatetek gombaállósági vizsgálata Labirintustapló tenyészetben (jobb) (NYME 2006b),

A kezdeti kis mintaszámú (10 db.) vizsgálatoknál szabványos, 50×25×15 mm (hossz.×tang.×rad.) próbateteket alkalmaztam, melyektől a kutatási terv második szakaszában

eltértem. Ekkor a vizsgálat során a próbatestek méreteit a hőkezelési paraméterek (hőmérséklet, idő), fafajok, a nagy mintaszám (25 db./fafaj/menetrend/hőfok) és a laboratóriumban rendelkezésre álló adottságok (lombikmennyiség, termosztát mérete) figyelembevételével csökkenteni kellett. A vizsgálataim eredményei nem hasonlíthatók össze más szabványos módon végrehajtott vizsgálatok eredményeivel, kizárólag a kezelések relatív hatásosságát hivatottak kimutatni. A próbatestek így kialakult, végső mérete $20 \times 20 \times 6$ mm-re csökkent. Az egy lombikban elhelyezett maximális mennyiségük 13 db. volt úgy, hogy a kezeletlenekkel vegyesen, keverve lettek kiadagolva. A lombikba történő behelyezést csíramentes környezetben kell végezni. Ezt a műveletet a faanyagvédelmi laborunk oltófülkéjében, a felülfertőzés veszélyét a minimálisra csökkentve, úgy végeztem el, hogy a próbatesteket közvetlenül a behelyezést megelőzően borszeszégő lángjában sterilizáltam. A behelyezést követően a visszadugózott lombikok egy termosztátba kerültek, mely a vizsgálat ideje alatt állandó, 23°C -os belső hőmérsékletet biztosít az optimális fejlődéshez. A szabványos vizsgálat 16 hétig tart, melyet a próbatest-méret, és az egy lombikba elhelyezett faanyagtömeg csökkentése miatt ugyancsak csökkentettem. A vizsgálati idő így 12 hetes lett, mely után a próbatestek még egészben, elporlás nélkül mérhetőek. A mérés alapját az abszolút száraz tömeghez viszonyított gombabontás, azaz tömegcsökkenés mértékének meghatározása adja. Az előzőleg, $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hőmérsékletű szárítószekrényben kiszárított és $0,01\text{g}$ pontossággal lemerített próbatesteket 12 hét elteltével a gombafonalaktól óvatosan megtisztítva kell visszamérni az ismételt szárítást követően. A gombabontás mértéke így a következő képlettel számítható:

$$m_{g-cs} = \frac{m_o - m_{o,g}}{m_o} \cdot 100$$

ahol: m_{g-cs} tömegcsökkenés, a gombabontás mértéke, %-ban
 m_o az abszolút száraz, kezdeti tömeg, g-ban
 $m_{o,g}$ az abszolút száraz tömeg a gombabontás után, g-ban

3.4.2. Fizikai tulajdonságok

3.4.2.1. Egyensúlyi fanedvesség meghatározása

A kezelt és kezeletlen próbatesteket laboratóriumi körülmények között Binder típusú berendezésben klimatizáltam (**26. ábra**). Az alkalmazott levegő relatív páratartalma 65% és hőmérséklete 20°C volt (normál klíma). A próbatesteket az MSZ 6786-2 szabvány szerint sugár és tangenciális irányban 20×20 mm-es, míg rostirányban 30 mm-es méretűre alakítottam ki. A mérésnél század gramm pontosságú digitális mérleget alkalmaztam. A nettó egyensúlyi nedvességtartalom az abszolút száraz tömeg és a klimatizálás végén, azaz a tömegállandóság beálltakor mért nedves tömeg különbségéből határozható meg az alábbi képlet segítségével:

$$u = \frac{m_x - m_o}{m_o} \cdot 100$$

ahol: u nettó nedvességtartalom, %-ban
 m_x a nedves tömeg, g-ban
 m_o az abszolút száraz tömeg, g-ban

3.4.2.2. Sűrűség meghatározása

A sűrűség meghatározásánál az MSZ 6786-3 szabványra támaszkodva hasáb alakú, sugár és tangenciális irányban 20×20mm-es, míg rostirányban 30mm-es, klimatizált (65% rel.p. / 20°C) próbatesteket használtam. A próbatest rost-, húr- és sugárirányú méreteit százmilliméteres pontossággal, digitális tolómérővel határoztam meg. A méretekből és a század gramm pontosságú, digitális mérlegen mért tömegekből az alábbi képlet segítségével számítható a próbatestek sűrűsége:

$$\rho = \frac{m}{l \cdot r \cdot t} \cdot 10^6 [\text{kg/m}^3]$$

ahol: ρ a klimatizált próbatest sűrűsége, kg/m^3 -ben
 l a klimatizált próbatest rostirányú mérete, mm-ben
 r a klimatizált próbatest sugárirányú mérete, mm-ben
 t a klimatizált próbatest húrirányú mérete, mm-ben
 m a klimatizált próbatest tömege, g-ban



26. ábra A próbatestek kondicionálása Binder típusú klímasekrényben

3.4.2.3. Színmérés

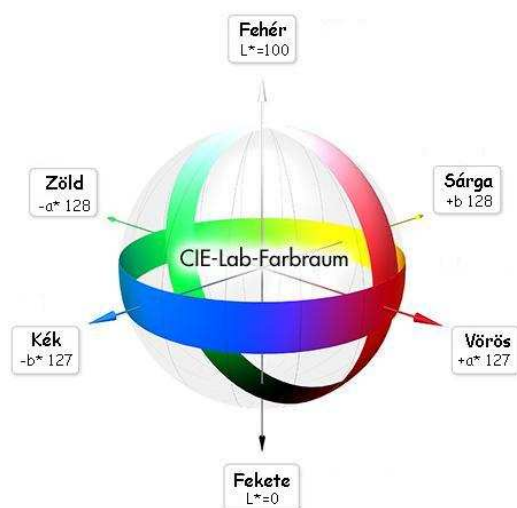
A színméréshez egy számítógépes háttérrel is rendelkező KONICA-MINOLTA CM-2600d típusú színmérő készüléket használtam, melynek a mérőnyílása 8mm átmérőjű volt. A mérés irányítása SpectraMagic NX számítógépes program segítségével történt (27. ábra), melynek során a CIELab- mérőrendszer minden egyes színingerhez egy pontot rendel az L^* , a^* , b^* térbeli derékszögű koordináta-rendszerben, melyeket színkoordinátáknak nevezünk. 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 (27. ábra).

A próbatetek színének különbözőségét az ún. teljes színeltéréssel (ΔE) határozhatjuk meg, mely a színkoordinátákból számítható a következő képlet alapján:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

ahol: ΔE próbatest teljes színeltérése
 ΔL^* a kezelt és kontroll próbatetek világosság különbsége ($L^*_{kezelt} - L^*_{kontroll}$)
 Δa^* a kezelt és kontroll próbatetek vörös színezet-különbsége ($a^*_{kezelt} - a^*_{kontroll}$)
 Δb^* a kezelt és kontroll próbatetek sárga színezet-különbsége ($b^*_{kezelt} - b^*_{kontroll}$)

A minták teljes színeltéréseinek értékelésekor a ΔE alapján öt kategóriába sorolják az eredményeket. Amennyiben a ΔE értéke 0-1 közé esik akkor nincs, ha 1-2 közötti akkor csekély mértékű, ha 2-4 közötti akkor jelentős, ha 4-5 közötti akkor erős és 5 feletti értéknél már nagyon erős színeltérésről beszélhetünk. A mintákat a vizsgálatot megelőzően normálklimán klimatizáltam.



27. ábra CIE-Lab színinger tér (bal), Színmérés spektrofotométerrel (jobb)

A színeltérések hőkezeléssel történő homogenizálása a cser illetve az álgesztes bükk esetében lényeges kérdés. Míg csernél a geszt és szijács közötti eltérést egyszerű kimutatni, addig az álgesztes bükk esetén fellépő vékony, néha vonalszerű elszíneződések vizsgálata problematikusabb. A 3mm átmérőjű mérőnyílás alkalmazása sem hoz mindig kielégítő eredményt a rendkívül változó színű, struktúrájú álgeszteknel. Mindkét fajnál a mintákon belüli színeltérést (ΔE) határoztam meg a két kezelési hőfokhoz tartozó leghosszabb, azaz a harmadik menetrend alkalmazásával (180/3.; 200/3.). A kezeletlen próbatetekhez képest így meghatározható a hőkezelés színeltérésekre kifejtett hatása. E vizsgálat nem kapcsolódik szervesen a teljes analízishez és a minták száma csernél tíz, álgesztes bükk esetében pedig öt volt. Mind a kontroll, mind a kezelt próbatetek egymás melletti faszövetből kerültek kivágásra. Álgesztes bükk esetében célszerű a szabad szemmel legvilágosabbnak és legsötétebbnek ítélt területek összehasonlítása.

3.4.2.4. Dimenzióstabilitás

A dimenzióstabilitás, vagy méretstabilitás fogalma a faanyag nedvességgel kapcsolatos méretváltozásához köthető. A fatestben kötött víz változása a faanyag zsugorodását, dagadását eredményezi. A kötött víz maximális értéke, ún. rosttelítettségi pont, feletti nedvesedés, vagy száradás nem jár méretváltozással. A rosttelítettség alatti méretváltozások tangenciális, azaz hűrirányban a legnagyobbak ezt követik, a radiális-, más néven sugár- és végül a longitudinális-, avagy rostirányban mért értékek. Ennek megfelelően beszélhetünk e három anatómiai főirányban vett vonalas zsugorodási, ill. dagadási értékekről. A vizsgálataimban az abszolút száraz próbatestek vízben történő áztatása után a maximális dagadás értékét határoztam meg. Természetesen a maximális térfogati dagadás is meghatározható a három főirányban vett abszolút száraz és a rosttelítettségi méretekből számított térfogatok különbségéből. A dagadás mértékét az abszolút száraz állapothoz viszonyítva százalékosan fejezzük ki. Ennek megfelelően a dagadással kapcsolatosan a következő számítási képleteket alkalmaztam:

$$d_{t,r,l} = \frac{x_{rostt.} - x_o}{x_o} \cdot 100 \quad d_V = \frac{V_{rostt.} - V_o}{V_o} \cdot 100 \quad a_d = \frac{d_t}{d_r}$$

ahol: $d_{t,r,l}$ a próbatest vonalas dagadási értéke, %-ban
 t - tangenciális, r - radiális, vagy l - longitudinális anatómiai főirányokban
 d_V a próbatest térfogati dagadásának értéke, %-ban
 $x_{rostt.}$ a próbatest rosttelített méretei az adott anatómiai irányban, mm-ben
 x_o a próbatest abszolút száraz méretei az adott anatómiai irányban, mm-ben
 $V_{rostt.}$ a próbatest rosttelítettségi térfogata, mm³-ben
 V_o a próbatest abszolút száraz térfogata, mm³-ben
a térfogat a vonalas méretek (x_r ; x_t ; x_l) szorzataként adódik mindkét esetben
 a_d a faanyag dagadási anizotrópiája, dimenzió nélküli szám

Mivel a faanyag a hőkezelés során abszolút száraz állapotba kerül, ezért a visszanedvesedés hatására fellépő dagadás és az azzal kapcsolatos viszonyszámok alakulását vizsgáltam. Ilyen viszonyszám a dagadási anizotrópia (a_d), mely a hűrirányban mért maximális dagadás (d_t) és a maximális radiális dagadás (d_r) hányadosaként határozható meg. Itt megemlíthető, hogy a zsugorodási anizotrópia (a_{zs}) is hasonlóan számítható a megfelelő radiális és tangenciális zsugorodási értékek hányadosaként. Zsugorodás esetében viszont a rosttelített méretekhez képest adjuk meg a vonalas eltéréseket, s így a zsugorodási anizotrópia értéke elmarad a dagadási anizotrópiától. Ez sok esetben elhanyagolható különbség, de egyes fafajok esetében 5%-feletti is lehet.

A méret-, vagy dimenzióstabilitás javulását ($DS_{zs,d}$) a kezelés által lecsökkent zsugorodás, ill. dagadás eredményezi. A fent említett okból itt is a dagadással kapcsolatos értékek változását követtem nyomon és így a következő képlet alkalmazható a különféle anatómiai főirányokban:

$$DS_d = \frac{d_{kontroll} - d_{kezelt}}{d_{kontroll}} \cdot 100$$

ahol: DS_d a kezelés hatása a méretstabilitás értékére, %-ban (+/javul, -/romlik)
 d - dagadás esetén
 $d_{kontroll}$ a kezeletlen faanyag dagadása az adott anatómiai irányban, %-ban
 d_{kezelt} a kezelt faanyag dagadása az adott anatómiai irányban, %-ban

Amennyiben az érték pozitív, úgy a kezelés növeli, ha negatív akkor csökkenti a méretstabilitást. A vizsgálatokat az MSZ 6786-9 szabványra támaszkodva 20×20×30 mm-es, hasáb alakú próbatesteken végeztem, melyeknek a hosszabb éle a rostirányban értendő. Itt fontos megjegyezni, hogy az anatómiai főirányoknak a hasáb éleivel közel azonos futásúaknak kell lenniük.

3.4.2.5. Hőkezelési méret- és tömegcsökkenés

Ahogy azt az előző fejezetekben is láthattuk a faanyag hőkezelésének velejárója a faalkotók bomlása és a faanyag zsugorodása. Faanyagismerettani szempontból ugyanúgy fontos kérdés lehet a hőkezelés hatására elbomlott összes anyag mennyisége, mint a hőbomlás következtében fellépő, maradandó zsugorodás mértéke is. A faanyag nedves tömegének csökkenése a technológia finomítása miatt lényeges fontosságú, míg az abszolút száraz fa tömegcsökkenése az egyes menetrendek során végbement bomlás mértéke felől is információt nyújt. A végtermék szempontjából ez utóbbi kulcsfontossággal bír. A vizsgálat során arra voltam kíváncsi, vajon a hőkezelés után mért tömegcsökkenés és a gombabontás mértéke összefüggnek-e egymással. A vizsgálatot előkísérletek előzték meg, melyek során a kisméretű 35×20×15mm-es (hossz. ×radiális × tangenciális) próbatesteket (5db) a kezelőkamrába lógatva kezeltem. A menetrendek utolsó fázisa előtt kivettem őket és 0,01-os pontossággal lemértem a tömegüket és a méreteiket. A mérés maximum 10-15 percet vett igénybe, s próbatestek már 1-1,5 perc elteltével kézzel fogható hőmérsékletűre hűltek. Ezt követően visszahelyeztem őket a kezelőtérbe és a 15 perccel módosított menetrend utolsó fázisát indítottam el, mely a hűtési fázis. Ez a fázis nem más, mint az egyes menetrendek esetén a 180 ill. 200°C-os belső hőmérsékletnek az idő függvényében történő lineáris csökkentése 20°C-ig. A kezeléseket végeztével a már lehűlt, némileg visszanedvesedett próbatesteket abszolút száraz állapotig szárítottam, majd exikátorban 20°C-ra hűlve újból lemértem őket. A kísérletek azt bizonyították, hogy a próbatestek tömege és méretei megegyeztek az utolsó fázis előtt mért értékekkel, tehát ebben a szakaszban már további degradáció nem lépett fel. Ez a faanyag hőhatására történő csekély dilatációját is alátámasztotta, mely a századmilliméteres tolómérővel nem érzékelhető. Ezekre az előkísérletekre alapozva végeztem a méréseimet úgy, hogy a minták nedvességét a mindenkori rakatok átlagnedvességére állítottam be. Ez a próbatestek abszolút száraz tömegének lemérése miatt volt szükséges, s így a visszanedvesítéssel a rakattal azonos kiinduló állapotú faanyagot kaptam. A technológiai idők határán történő mintavétel alapján a tömeg- és méretcsökkenést az alábbi képletekkel számítottam:

$$m_{h-cs} = \frac{m_o - m_{o,h}}{m_o} \cdot 100 \qquad \Delta l_{t,r,l} = \frac{l_o - l_{o,h}}{l_o} \cdot 100$$

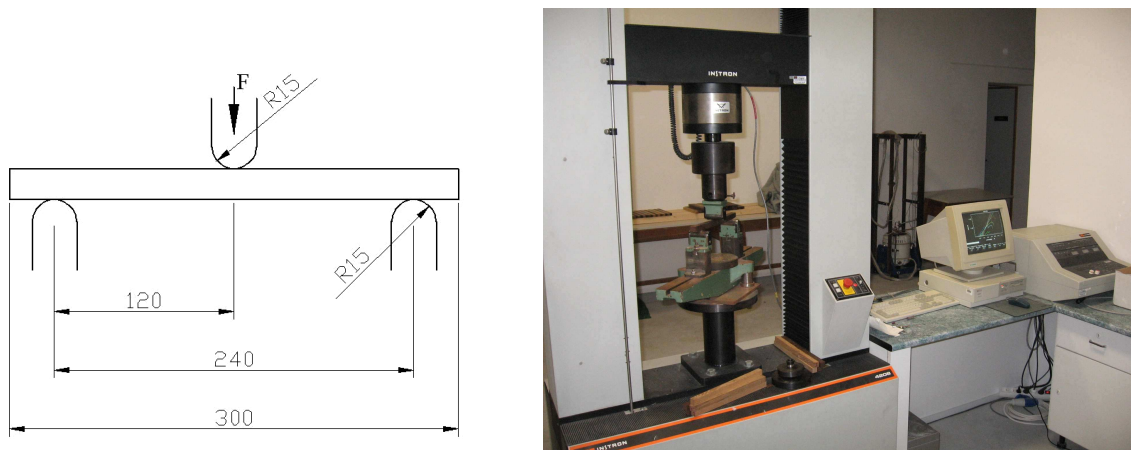
ahol: m_{h-cs} tömegcsökkenés, a hőbomlás mértéke, %-ban
 m_o az abszolút száraz tömeg, g-ban
 $m_{o,h}$ az abszolút száraz tömeg a hőbomlás után, g-ban
 $\Delta l_{t,r,l}$ a próbatestek vonalas méretcsökkenése, %-ban
 t - tangenciális, r - radiális, vagy l - longitudinális anatómiai főirányokban
 $l_{o,h}$ a próbatestek hőbomlás utáni, abszolút száraz méretei az adott főirányban, mm-ben
 l_o a próbatestek abszolút száraz, kezdeti méretei az adott anatómiai irányban, mm-ben

3.4.3. Mechanikai tulajdonságok

3.4.3.1. Hajlítószilárdság és hajlító-rugalmassági modulusz meghatározása

A faanyag statikus hajlítószilárdságán a faanyagnak a külső hajlítóerővel szemben kifejtett ellenállását értjük, amely a hajlítási sebesség növelésével adott határértéken belül nem változik. Ezen a terhelési sebességhatáron túl már dinamikus hajlítószilárdságról beszélünk. A próbatest eltöréséhez szükséges maximális hajlítóerőt határozzuk meg, és az ennek megfelelő feszültséget számítjuk. A vizsgálathoz az MSZ EN 6786/5 szabvány alapján 20×20 mm keresztmetszetű, négyzet alapú hasáb próbatestet készítettem, amelynek hosszúsága 300 mm, a rostokkal párhuzamosan kialakítva. A szabvány szerint megengedett a statikus hajlítószilárdság vizsgálata a hajlító rugalmassági modulusz meghatározására használt próbatesteken, így e vizsgálatokat egy és ugyanazon próbatesteken végeztem el.

A próbatest szélességét és magasságát a hosszúság felezővonalában 0,01 mm pontossággal lemérjük, majd a próbatestet sugársíkkal felfelé a vizsgálókészülékbe helyezzük és az **28. ábrán** szemléltetett módon terheljük.



28. ábra A statikus hajlító vizsgálat sematikus ábrája (bal oldal, méretek mm-ben), Instron anyagvizsgáló központ (jobb oldal)

A próbatestet állandó terhelési sebesség vagy a terhelőfej állandó haladási sebessége mellett egyenletesen terheljük. A sebességet úgy kell megválasztani, hogy a próbatest törése a terhelés kezdetétől számított 1,0 ±0,5 percen belül bekövetkezzék. A maximális terhelést (F_{max}) 1 % pontossággal mérjük. A faanyag hajlítószilárdságát (σ_{h-u}) a vizsgálat időpontjában meghatározott nedvességtartalomra (u) vonatkoztatva MPa-ban (N/mm^2) a következő képlet segítségével számítjuk ki:

$$\sigma_{h-u} = \frac{3 \cdot F_{max} \cdot l}{2 \cdot a \cdot b^2}$$

ahol:

- σ_{h-u} statikus hajlítószilárdság, N/mm^2 -ben
- F_{max} a törőerő, N-ban;
- l alátámasztási távolság, 240mm;
- b a próbatest magassága, mm-ben;
- a a próbatest szélessége, mm-ben.

Az egyes próbatestek hajlító-rugalmassági moduluszát (E_u), N/mm²-ben adjuk meg, és a következő képlettel számíthatjuk a statikus hajlítószilárdság jelleggörbéjének lineáris szakaszán vett összetartozó lehajlások és terhelőerők értékeiből.

$$E_u = \frac{\Delta F \cdot l^3}{4 \cdot a \cdot b^3 \cdot \Delta y}$$

ahol:

| | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------|
| E_u | hajlító rugalmassági modulusz, N/mm ² -ben |
| ΔF | F_1, F_2 terhelőerők különbsége a lineáris szakaszon, 400N; |
| l | az alátámasztási távolság, 240 mm; |
| Δy | a próbatest F_1, F_2 erőkhöz tartozó lehajlásainak különbsége, mm-ben; |
| a, b | a próbatest keresztmetszeti méretei, sugár- és húr irányban, mm-ben |

A hajlító vizsgálatokat ugyancsak klimatizált próbatesteken, Instron típusú vizsgálógépen végeztem.

3.4.3.2. Ütő-törő munka meghatározása

A mért mennyiségre használatos fogalom az ütő-hajlító szilárdság megnevezés is, de a mértékegység „fajlagos munka” jellege miatt inkább az ütő-törő munka a megfelelőbb. A próbatestet lengőkalapács (29. ábra) segítségével dinamikusan terhelve, rostirányra merőleges dinamikus hajlításra vizsgáljuk. A kalapács energiatartaléka 3-5-ször nagyobb a próbatest töréséhez szükséges munkánál, és az energia legalább 1 Joule pontossággal mérhető. Az alátámasztási és ütőfelületek lekerekítési sugara 15 mm. Az alátámasztó részek magassága 20 mm-nél kevesebb nem lehet, az alátámasztási távolság, a középpontok között mérve, 240 ± 1 mm. A vizsgálathoz 20×20 mm keresztmetszetű, rostirányban kialakított 300 mm hosszúságú derékszögű próbatesteket készítünk. A próbatest egyik élét sugár-, másikat érintő irányban kell kialakítani. A vizsgálatokat az MSZ EN 6786/7-75 szabványnak megfelelően végeztem.



29. ábra A lengőkalapács munka közben
Faanyagtudományi Intézet -NYME

Minden egyes próbatest ütő-törő munkáját (w_u) J/cm²-ben az alábbi képlettel adjuk meg:

$$w_u = \frac{W}{b \cdot a}$$

ahol:

| | |
|------------|------------------------------------------------------|
| w_u | ütő-törő munka, J/cm ² -ben |
| W | a próbatest töréséhez felhasznált energia, J-ban |
| a és b | a próbatest méretei sugár és érintő irányban; cm-ben |

A vizsgálatot ugyancsak normálklímán kondicionált próbatesteken végeztem.

3.4.3.3. Rostirányú nyomószilárdság meghatározása

A nyomószilárdság meghatározásakor a próbatest töréséhez szükséges legnagyobb nyomóerőt határozzuk meg és kiszámítjuk a terhelésnek megfelelő feszültséget. A vizsgálathoz 20×20 mm alapterületű és rostirányban 30mm hosszúságú, négyzetes-hasáb alakú próbatesteket alkalmaztam. A próbatest keresztmetszeti méreteit - a és b - a hosszúság felezővonalában 0,01 mm pontossággal mérjük, majd a nyomásvizsgáló szerkezetben, ún. nyomófejjel egyenletesen terheljük. A terhelés állandó sebességét úgy kell meghatározni, hogy a próbatest roncsolása a terhelés kezdetétől számított 1±0,5 percen belül bekövetkezzék. A legnagyobb terhelés (F_{max}) értékét 1% pontossággal mérjük. E vizsgálatot a megfelelő nyomófej és talp felszerelésével ugyancsak az Instron típusú anyagvizsgáló gépen végeztem.

Minden egyes próbatest rostirányú nyomószilárdságát (σ_{ny-u}) N/mm²-ben az alábbi képlet szerint számítjuk ki:

$$\sigma_{ny-u} = \frac{F_{max}}{a \cdot b}$$

ahol:

| | |
|-----------------|---------------------------------------------|
| σ_{ny-u} | nyomószilárdság, N/mm ² -ben; |
| F_{max} | a legnagyobb terhelés, N-ban; |
| a és b | a próbatest keresztmetszeti méretei, mm-ben |

A próbatestek a vizsgálatot megelőzően szintén normál klímán kondicionálásra kerültek, s a vizsgálatokat az MSZ EN 6786/8-71 szabványnak megfelelően végeztem el.

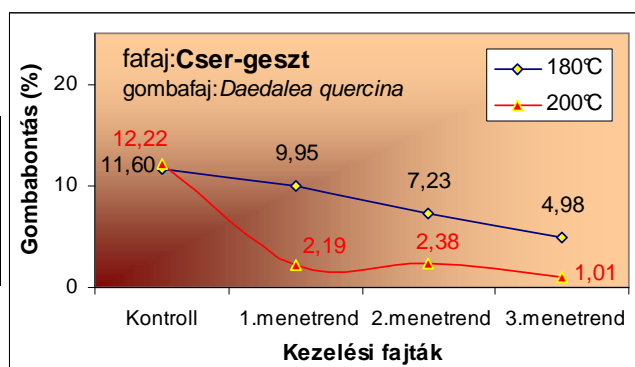
4. Vizsgálati eredmények értékelése

A fejezethez csatlakozó teljes statisztikai értékelés összesített táblázatait a IV. számú melléklet tartalmazza. Az adatbázis SPSS- szoftver segítségével kiértékelt teljes eredménylapja a nagy méretének köszönhetően a CD-mellékleten található. Az vizsgált függő változók azaz, a faanyag tulajdonságok várhatóértékeinek alakulását ezek alapján a következő alfejezetekben tárgyalom.

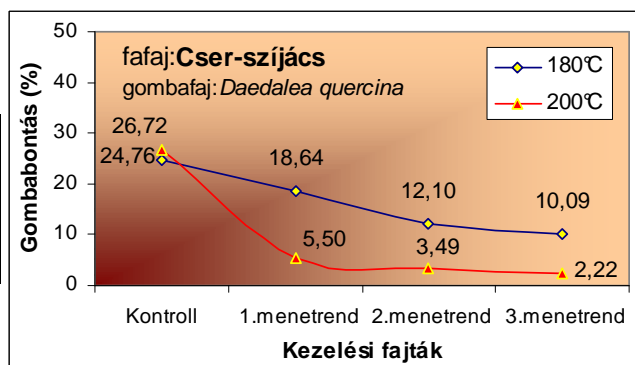
4.1. Gombaállóság

A faanyagok szijácsa különösen nagy figyelmet érdemel a biológiai károsítók, főként a farontó gombák tekintetében. A tömör fa farontó gombákkal szembeni természetes tartóssága alapján történő osztályozását az MSZ EN 350-2 szabvány szerint végzik. Míg e szabvány szerint a faanyagok szijácsát az 5. azaz a „nem tartós” osztályba kell sorolni, addig a csertölgy gesztjét viszont a 3. tartóssági, azaz a közepesen tartós, kategóriába sorolják. A cser fájának szijács hányada a nemes tölgyekhez mérten azoknak a többszörösét teszi ki. Ennek megfelelően a szijács és geszt viselkedését külön vizsgáltam és a Labirintustapló (*Daedalea quercina*) általi gombabontás mértékét az **1. diagramcsoport** szerint határoztam meg.

| Cser -geszt gombabontása | Tömegcsökkenés – Δm (%) | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| Kontroll | 11,60 | 2,40 | 12,22 | 3,96 |
| 1.menetrend | 9,95 | 2,64 | 2,19 | 0,52 |
| 2.menetrend | 7,23 | 2,98 | 2,38 | 0,60 |
| 3.menetrend | 4,98 | 2,15 | 1,01 | 0,65 |



| Cser -szijács gombabontása | Tömegcsökkenés – Δm (%) | | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| Kontroll | 24,76 | 5,35 | 26,72 | 5,28 |
| 1.menetrend | 18,64 | 4,83 | 5,50 | 1,24 |
| 2.menetrend | 12,10 | 3,69 | 3,49 | 1,73 |
| 3.menetrend | 10,09 | 2,17 | 2,22 | 1,06 |



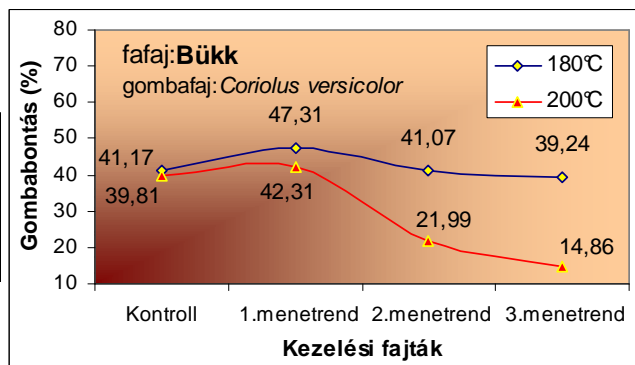
1. diagramcsoport A hőkezelés hatása a gombabontás mértékére (tömegcsökkenés %) cser esetében, vizsgálati gombafaj: Labirintustapló (*Daedalea quercina*)

A statisztikai minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **1. számú melléklet** táblázatait tartalmazzák. Méréseim alapján a hőkezelés mind a 180°C-os, mind a 200°C-os menetrendek vonatkozásában csökkenti a mintaátlagokat. Míg a cser geszt

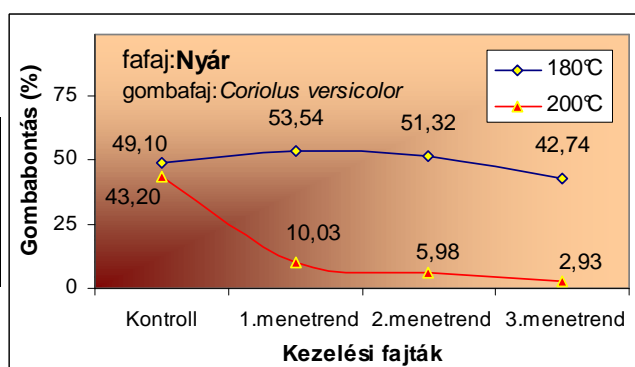
kontrollcsoportok gombabontása 11-13% körül mozgott, addig a szijács esetében 24-27%-os átlagértékeket határoztam meg. A 180°C hőmérsékleten végzett kezeléseknél köszönhetően szijács próbatestek gombabontása a második menetrend esetén már csak 12,10%, azaz kb. 50%-os javulás figyelhető meg a kontrollcsoporthoz viszonyítva. A harmadik menetrenddel kezelve a próbatesteket 10,09% a gombabontás általi tömegvesztés, tehát a kezelési idő arányos növelésével az ellenálló-képesség javulása csökken. Ugyanez a tendencia figyelhető meg a 200°C-on folytatott hőkezeléseknél is, azzal a különbséggel, hogy itt már az első menetrend is 80%-os javulást hozott a cser szijácsnál. Ez 5,5%-os tömegvesztést jelentett, melyhez képest a második és harmadik menetrendekhez tartozó mintaátlagok egy kis meredekségű monoton csökkenő (a nem szignifikáns eltéréseket egyenlőnek véve) trendvonalon helyezkednek el. A kezeletlen cser szijács Labirintustapló általi kb. 25%-os bontása a 200°C-os harmadik menetrenddel kezelve így közel 2%-ra mérséklődött. A natúr geszt esetén az amúgy is csekélyebb, 12%-körüli bontás 180°C-on közel 60%-al, és 200°C-on több, mint 90%-al volt csökkenthető. Így 180°C-on a harmadik menetrendnél 4,98%-os, 200°C-on ugyancsak a harmadik menetrendnél pedig már csak 1,01%-os gombabontás volt megfigyelhető. A statisztikai értékelés alapján (**4. sz. melléklet**) a cser gesztjénél a 180°C-os első menetrend hatását nem tekinthetjük szignifikánsnak, de a második és a harmadik menetrend szerint kezelt próbatestek eltérései már a hőkezelés hatásosságát bizonyítják. A menetrendek mintaátlagi egymáshoz képest is szignifikáns eltéréseket mutattak, így a növekvő kezelési idő egyre növekvő gombaállóságot jelent. Cser geszt esetén a 200°C-os kezeléseknél mindegyike szignifikáns eltéréseket okozott a kontrollcsoporthoz viszonyítva. A csökkenő mintaátlagok ellenére a menetrendek hatásai statisztikailag nem különböznek egymástól. Megjegyzem a mintaátlagok 3%-alattiak és ilyen kis értékek esetén már túl nagy javulás nem várható a gombabontásban. A cser szijács vizsgálatánál mind a 180°C-os, mind a 200°C-os menetrendekkel kezelt próbatestek szignifikáns eltérést mutattak a kezeletlenekhez viszonyítva. 180°C-on a növekvő kezelési idő a második menetrendig növeli a szijács gombaállóságát, a második és harmadik menetrendek mintaátlagai azonban statisztikailag nem tekinthetők eltérőnek. 200°C-on a kezelési idő növelése már csak kis mértékben növeli a gombaállóságot. Az első és második menetrend mintaátlagainak eltérése nem volt szignifikáns, de a harmadik menetrend az elsőhöz képest hatásosabbnak bizonyult. A második és harmadik menetrendek a hatásosság tekintetében ugyancsak azonosnak vehetőek. Itt ugyancsak elmondható, hogy további látványos javulás már nem várható, mivel a harmadik menetrend mintaátlaga is 3% alatti volt.

A bükk és nyárfélék fája az MSZ EN 350-2 szabvány szerint az 5. osztályba sorolandó, azaz farontó gombákkal szemben „nem tartós”. E vizsgált fajoknál a szijács nem különíthető el, így a próbatestek az érett farészből kerültek kivágásra. A nyárfélék és bükk gyakori károsítója az erőteljes fehérkorhadást okozó Lepketapló (*Coriolus versicolor*), mely enzimatikus bontásának mértékét ugyancsak 25 darabos mintákon határoztam meg (**2. diagramcsoport**). A részletes mérési eredményeket a **1. számú melléklet** táblázatai tartalmazzák. A diagramok kék trendvonalaira pillantva szembetűnő, hogy a kontrollcsoport gombabontásának mértéke a kezelt próbatestekétől alig tér el. Mindkét fafaj esetében hasonlóan hatástalannak tűntek a 180°C hőmérsékleten végrehajtott hőkezelések. Emellett elmondható még, hogy mindkét kezeletlen faanyagnál közel azonos 40% feletti mértékű gombabontás volt tapasztalható. A 200°C-os kezeléseknél, azaz a vörös trendvonalak már javuló gombaállóságot mutatnak ugyancsak mindkét faanyag tekintetében. A kezeletlen bükk ellenálló-képességének javulása elmarad a nyáretől, és a bükk minták szórása is némi növekedést mutatott. Míg a 200°C-on elért maximális javulás bükk esetében csak kb. 60%-os, addig a nyárnál 90%-feletti volt az ellenálló-képesség növekedése.

| Bükk gombabontása | Tömegcsökkenés – Δm (%) | | | |
|----------------------|---------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| Kontroll | 41,17 | 5,72 | 39,81 | 3,58 |
| 1.menetrend | 47,31 | 7,36 | 42,31 | 6,61 |
| 2.menetrend | 41,07 | 4,40 | 21,99 | 7,27 |
| 3.menetrend | 39,24 | 5,72 | 14,86 | 7,00 |



| Nyár gombabontása | Tömegcsökkenés – Δm (%) | | | |
|----------------------|---------------------------------|-------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| Kontroll | 49,10 | 10,45 | 43,20 | 8,27 |
| 1.menetrend | 53,54 | 8,08 | 10,03 | 3,83 |
| 2.menetrend | 51,32 | 8,85 | 5,98 | 2,72 |
| 3.menetrend | 42,74 | 11,70 | 2,93 | 0,97 |



2. diagramcsoport A hőkezelés hatása a gombabontás mértékére bükk és nyár esetében (tömegcsökkenés %) vizsgálati gombafaj: Lepketapló (*Coriolus versicolor*)

A statisztikai értékelés alapján (**4. sz. melléklet**) a bükk 180°C-os hőkezeléseit nem tekinthetjük szignifikáns hatásúaknak a gombabontás javulásának tekintetében. Amíg az első menetrend hatása az átlagérték szignifikáns, több mint 7% pontos növekedését idézte elő, addig a második és a harmadik menetrend szerint kezelt próbatestek eltérései a kezeletlenektől nem tekinthetők szignifikánsnak. A 200°C-os első menetrend hatásossága sem volt kimutatható, azaz a mintaátlag azonosnak mutatkozott a kontrollcsoporttal. Ugyanezen a hőfokon a második és harmadik menetrend esetében viszont a minták már szignifikáns eltérést mutattak a kezeletlenekhez viszonyítva. A 200°C-os menetrendek egymáshoz képest is eltérő hatásúak voltak. Megállapítottam, hogy a növekvő hőkezelési idő a gombabontás mértékének csökkenését okozza. Nyár minták esetében ugyancsak hatástalannak tekinthetjük a 180°C-os menetrendeket, de a 200°-on végzett hőkezelések mindegyikénél már szignifikáns eltérések mutatkoztak a kezeletlen faanyaghoz viszonyítva. 200°C-on a kezelési idő növelése egy bizonyos fokig növekvő gombaállóságot eredményez, de a második és harmadik menetrend mintaátlagainak különbsége már nem volt szignifikáns. A minimális gombabontás itt is 3%-alatti volt.

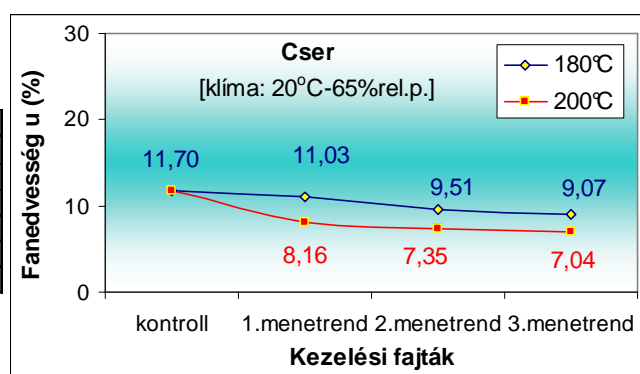
A vizsgálati faanyagok és farontó gombák vonatkozásában megállapítható, hogy a hőkezelés hatására a gombaállóság növelhető, s kívánt mérték fajtától függő menetrendekkel érhető el. A hőkezelt bükk csoportoknál a legalacsonyabb mértékű gombabontás átlagosan 14,86%-os tömegcsökkenéssel járt, ami még elég magasnak tekinthető. E fafaj esetén további javulás valószínűsíthető a hőkezelési idő, vagy hőfok megnövelésével, mely a faanyag egyéb tulajdonságainak változását is maga után vonja.

4.2. Fizikai tulajdonságok

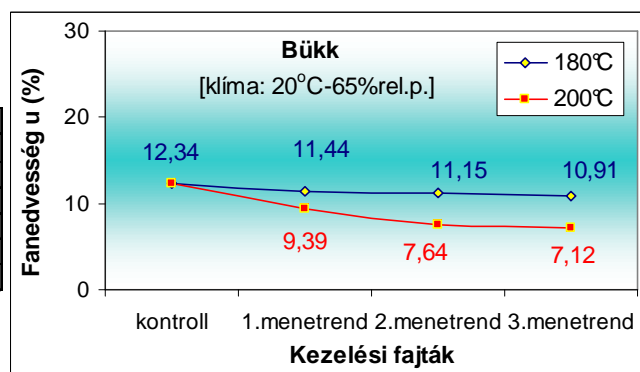
4.2.1. Egyensúlyi fanedvesség

A vizsgálataim során végzett hőkezelések eredményei a vizsgálati fafajok fa-víz kapcsolatának módosulását támasztják alá. E viselkedésnek a tudományos magyarázata a hidroxil-csoportok (-OH) számának csökkenésével és a zsugorodásból származó szférikus okokkal magyarázható. A faalkotók -OH csoportjainak csökkenése a faanyagba jutott vízmolekulák hidrogén-hídjainak csökkenését eredményezi, mely a sejtfalban kötött víz mennyiségét is meghatározza. A normálklímán tárolt és egyensúlyi állapotot elért próbatestek átlagos nettó nedvességtartalmát a **3. diagramcsoport** szemlélteti. A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.1 számú melléklet** tartalmazza. A nettó fanedvesség átlagértékei a vizsgált faanyagok mindegyikénél csökkenő tendenciát mutattak a degradáció előrehaladtával.

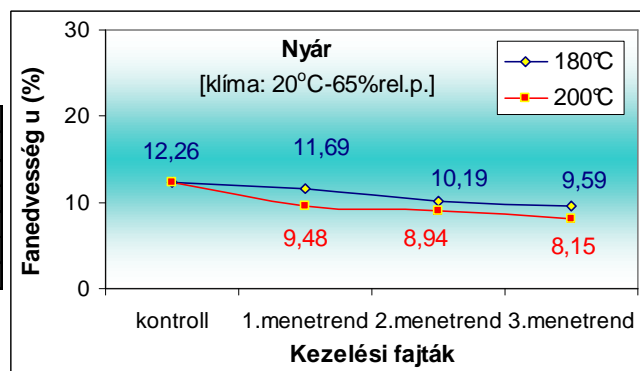
| Cser | Nettó nedvességtartalom, u (%) | | | |
|-------------|--------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 11,70 | 0,35 | 11,70 | 0,35 |
| 1.menetrend | 11,03 | 0,52 | 8,16 | 0,30 |
| 2.menetrend | 9,51 | 0,40 | 7,35 | 0,34 |
| 3.menetrend | 9,07 | 0,39 | 7,04 | 0,41 |



| Bükk | Nettó nedvességtartalom, u (%) | | | |
|-------------|--------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 12,34 | 0,86 | 12,34 | 0,86 |
| 1.menetrend | 11,44 | 0,85 | 9,39 | 0,56 |
| 2.menetrend | 11,15 | 0,69 | 7,64 | 0,59 |
| 3.menetrend | 10,91 | 0,57 | 7,12 | 0,74 |



| Nyár | Nettó nedvességtartalom, u (%) | | | |
|-------------|--------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 12,26 | 0,74 | 12,26 | 0,74 |
| 1.menetrend | 11,69 | 0,63 | 9,48 | 0,66 |
| 2.menetrend | 10,19 | 0,67 | 8,94 | 0,64 |
| 3.menetrend | 9,59 | 0,60 | 8,15 | 0,72 |

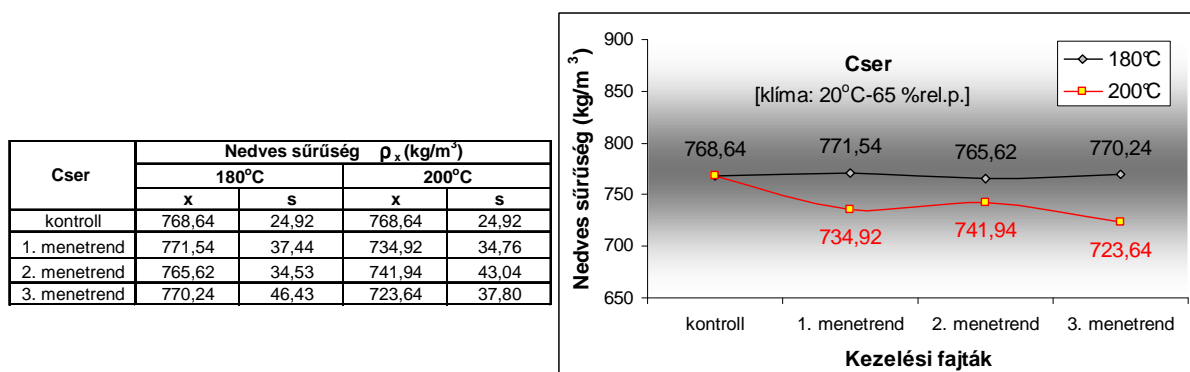


3. diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok nettó nedvességtartalmára (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

A 180°C-os, azaz a kék színű trendvonalak futása nem túl meredek, pl. a bükk esetében csak kb. 1,5% pontos eltérés figyelhető meg a harmadik menetrend és a kontrollcsoport között. Hőkezelt nyár és cser mintáknál a csökkenés erőteljesebb, 2,5-3% pont közötti volt. A 200°C-os trendvonalak lefutása meredekebben indul úgy, hogy már az első menetrenddel kezelt próbatestek átlagértékei alacsonyabbak voltak a 180°C-os mintacsoportok átlagainál. A bükk esetében volt tapasztalható a legnagyobb változás, mely a kontrollcsoport 12,34%-os átlagához képest több, mint 5% pontos csökkenést jelentett. Az így kialakult 7,12%-os nettó nedvességtartalom a kezeltlen állapothoz képest átlagosan kb. 40%-kal kevesebb kötött vizet jelent. A statisztikai értékelés alapján mind a 180°C-os, mind pedig a 200°C-os hőkezelések szignifikáns eltéréseket idéztek elő mindhárom faanyag egyensúlyi fanedvességében (**4. sz. melléklet**). A menetrendek hatásosságát vizsgálva megállapítható volt, hogy a nyár és cser faanyagoknál a növekvő kezelési idő csökkenti a nettó egyensúlyi fanedvességet mindkét hőfok esetében. A büknél a 180°C-os menetrendek mintaátlagai egymáshoz képest nem mutattak szignifikáns eltérést, tehát a kezelési idő növelése nem okoz már számottevő változást. 200°C-on a kezelési idő növelése egy bizonyos fokig csökkentette a mintaátlagokat, de a második és harmadik menetrendek hatásosság tekintetében azonosnak tekinthetők.

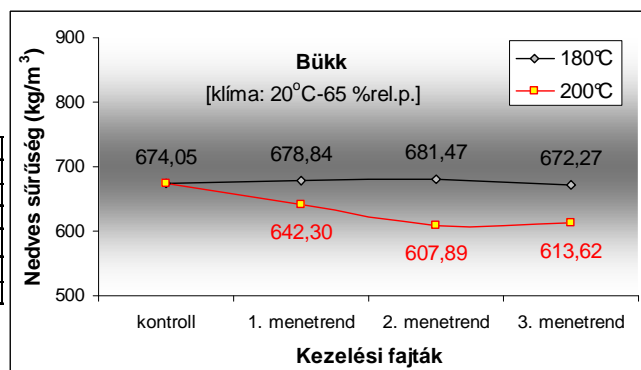
4.2.2. Sűrűség

A termikus és részben hidrolitikus bomlásfolyamatok során a faanyag egyes kémiai alkotói különböző mértékben lebomlanak és illékony vegyületek formájában a kezelőtérbe jutnak. A faanyag így a víztartalom elpárolgásán felüli, maradandó tömegcsökkenést szenved. E folyamat velejárója a faanyag mátrixszerkezetének zsugorodása is, mely ugyancsak irreverzibilis folyamatnak tekinthető. A maradandó alakváltozás és a tömegcsökkenés mértékétől függően a sűrűség is változik. E két hatás természetesen ellentétes az abszolút száraz faanyag sűrűségének alakulására. Ahogy láttuk a megváltozott hidrophil jelleg a faanyag sejtfalaiban kevesebb kötött vízzel jár, mely a kisebb mértékű dagadást is előrevetíti. A nedvesség felvétel és az ebből adódó dagadás ellentétes folyamatok a nedves sűrűség alakulására. A felhasználás és az egyéb vizsgálatok szempontjából a nedves sűrűség alakulása a lényegesebb. Vizsgálataimmal alátámasztottam, hogy a degradáció egy bizonyos fokánál a nedves sűrűség közel változatlanul tekinthető, majd a hőbomlás előrehaladtával csökkenő tendenciát mutat. E jelenségek a fent említett ellentétes folyamatokkal magyarázhatók. A normál klímához tartozó egyensúlyi állapotban mért nedves sűrűség alakulását a **4.a, b diagramcsoportok** szemléltetik. A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.2 számú melléklet** tartalmazza.

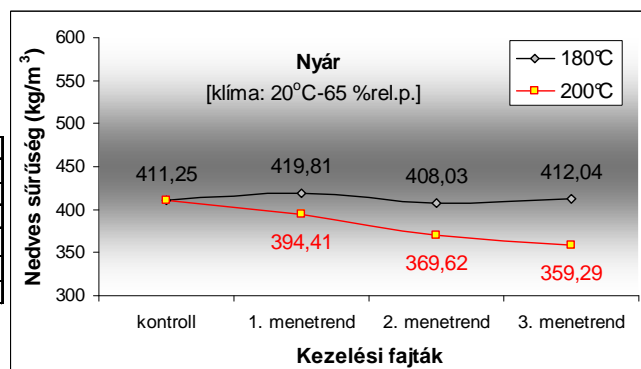


4.a diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok nedves sűrűségére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

| Bükk | Nedves sűrűség ρ_x (kg/m ³) | | | |
|--------------|----------------------------------------------|-------|--------|-------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 674,05 | 45,37 | 674,05 | 45,37 |
| 1. menetrend | 678,84 | 42,88 | 642,30 | 19,91 |
| 2. menetrend | 681,47 | 44,14 | 607,89 | 41,00 |
| 3. menetrend | 672,27 | 38,70 | 613,62 | 20,70 |



| Nyár | Nedves sűrűség ρ_x (kg/m ³) | | | |
|--------------|----------------------------------------------|-------|--------|-------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 411,25 | 23,26 | 411,25 | 23,26 |
| 1. menetrend | 419,81 | 18,06 | 394,41 | 46,82 |
| 2. menetrend | 408,03 | 31,14 | 369,62 | 11,33 |
| 3. menetrend | 412,04 | 18,04 | 359,29 | 33,74 |



4.b diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok nedves sűrűségére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

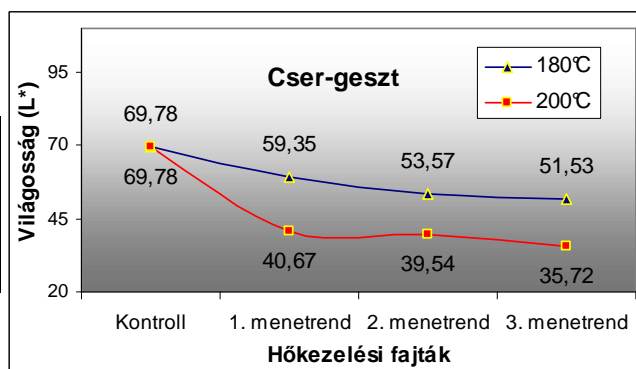
A diagramokon láthatóan a 180°C-on történt hőkezeléseket a fekete trendvonalak jellemzik és lefutásuk közelít a vízszinteshez. A statisztikai elemzés is azt mutatja, hogy a kezeletlen próbatestek mintaátlagaitól való eltérések nem tekinthetők szignifikánsnak (**4. sz. melléklet**). Ez nem csak a cser, hanem a bükk és a nyár faanyagok esetében is megfigyelhető volt. A 180°C-os menetrendeknek a nedves sűrűsége kifejtett módosító hatása tehát nem volt kimutatható. A 200°C-os menetrendekkel kezelt faanyagok mintaátlagait a vörös trendvonalak reprezentálják. A görbék lefutása egységes és fafajtól függetlenül monoton csökkenő tendenciájú. Cser geszt esetében a kezeletlen minták 768kg/m³-es nedves sűrűsége a 200°C-os kezelések során egy enyhe meredekségű görbe mentén 723 kg/m³-re csökken. A statisztikai elemzés során bebizonyosodott, hogy a 200°C-os menetrendek mindegyike szignifikáns eltérést okozott a bükk és cser minták nedves sűrűségében (**4. sz. melléklet**). A bükk kontrollcsoport 674kg/m³-es nedves sűrűségéhez képest a 200°C-on harmadik menetrenddel kezelték már csak 613kg/m³ volt. Itt a növekvő kezelési idő ugyan csökkenti a sűrűséget, de a második és harmadik menetrend mintaátlagai már nem térnek el egymástól. A cser esetében a menetrendek mintaátlagai nem voltak lényegesen eltérőek, tehát a kezelési idő növelése a vizsgálati tartományban nem volt további hatással a nedves sűrűség alakulására. Ugyanezen a hőfokon a nyár mintaátlagok maximális csökkenése mindkét faanyagénál erőteljesebb, már 10%-feletti, de az első menetrend itt nem hozott szignifikáns eltérést a kontrollcsoport átlagától. A kezelési idő növelése itt is csökkentő hatásának bizonyult, de a második és harmadik menetrend mintaátlagainak eltérése már nem volt szignifikáns.

4.2.3. Szín

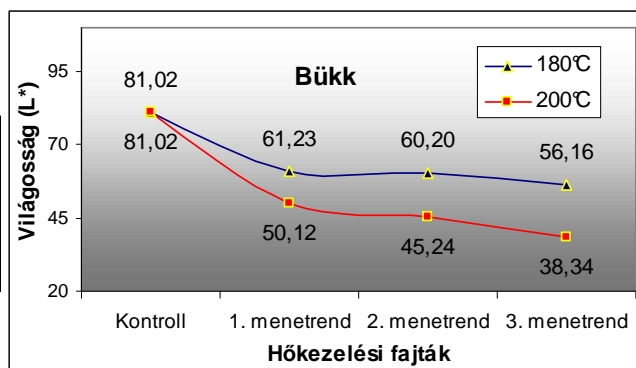
4.2.3.1. Világosság

A vizsgálataim alapján a CIELab színmérő rendszer segítségével meghatározott világosság, mint a színinger-tér függőleges tengelyén elhelyezkedő színkoordináta (L^*) a hőkezelés hatására mindhárom faanyag esetében csökkenő tendenciát mutat. A vizsgálati eredményeket az **5. diagramcsoport** mutatja, ahol a 180°C-os kezeléseket a kék, a 200°C-os kezeléseket pedig a vörös görbék szemléltetik. A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.3/a számú melléklet** tartalmazza. Első körben a geszt és érett fa színváltozásaira térek ki, majd az alfejezet végén kerül sor a cser szijács, illetve az álgesztes bükk faanyagok vizsgálati eredményeire. A bükk és nyár faanyagok világossága közel azonos szintet képvisel, melyet a kezeletlen minták átlagának csekély eltérése is mutat. Míg e kettő faanyag világosságának mérőszáma 80 körüli, addig a kezeletlen cser próbatetek átlaga 70 volt. A 180°C-on végrehajtott hőkezelések cser esetében közel 27%-os maximális világosság csökkenést okoztak. A világosság különbség ezen a hőfokon a bükk esetében volt a legnagyobb, elérte a 30%-ot.

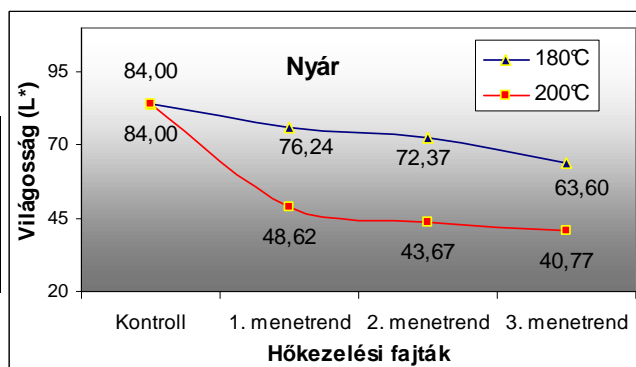
| Cser-geszt | Világosság, L^* | | | |
|--------------|-------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 69,78 | 1,80 | 69,78 | 1,80 |
| 1. menetrend | 59,35 | 2,42 | 40,67 | 3,08 |
| 2. menetrend | 53,57 | 4,03 | 39,54 | 2,24 |
| 3. menetrend | 51,53 | 4,21 | 35,72 | 0,86 |



| Bükk | Világosság, L^* | | | |
|--------------|-------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 81,02 | 1,06 | 81,02 | 1,06 |
| 1. menetrend | 61,23 | 2,13 | 50,12 | 2,23 |
| 2. menetrend | 60,20 | 3,95 | 45,24 | 1,20 |
| 3. menetrend | 56,16 | 3,74 | 38,34 | 1,67 |



| Nyár | Világosság, L^* | | | |
|--------------|-------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 84,00 | 0,85 | 84,00 | 0,85 |
| 1. menetrend | 76,24 | 2,20 | 48,62 | 1,98 |
| 2. menetrend | 72,37 | 4,14 | 43,67 | 1,50 |
| 3. menetrend | 63,60 | 3,89 | 40,77 | 2,03 |



5. diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok világosságára (mintaszám $n=25$, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

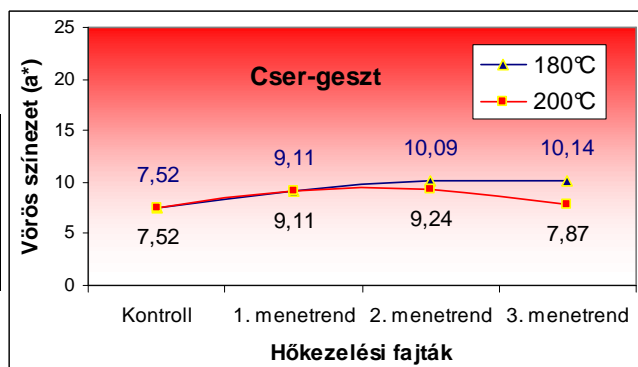
A hőkezelt nyár mintaátlagok csökkenése a trendvonal futásából is láthatóan nem ilyen erőteljes. Míg a kontrollcsoport világosságának mérőszáma a 84 volt, addig a harmadik menetrendhez tartozó mintaátlag csak 63 körüli, mely kb. 24%-os világosság csökkenést jelent.

A diagramokon látható, hogy a 200°C hőmérsékleten végzett hőkezelések trendvonalai meredekebben indulnak, mint a 180°C-hoz tartozó görbék. Ez erőteljesebb világosság csökkenést jelent. A változás mértéke olyan nagyságrendű volt, hogy a 200°C-os első menetrendek mindegyik faanyag esetében sötétebb színárnyalatot eredményeztek, mint a 180°C-os harmadik menetrend. Mindhárom faanyag világosság csökkenése a 200°C-os első menetrenddel való kezelést követően közel azonos, kb. 40%-os. A maximális különbség tekintetében sincs nagy eltérés; cser esetében kb. 49%-os, bükknél kb. 52%-os és nyárnál pedig 51%-körüli. A világosság (L^*) 200°C-on elért legkisebb mérőszámai cser esetében 35,72; bükknél 38,34 és nyárnál 40,77 voltak. Megállapítható volt, hogy vizsgált faanyagok sötétedése a 200°C-on történő kezeléseknél már hasonló módon megy végbe. A statisztikai elemzés kimutatta, hogy hőfoktól, fafajtól, és menetrendtől függetlenül a hőkezelt minták átlagainak eltérései a kezeletlenekhez viszonyítva szignifikánsak (**4. sz. melléklet**). A 180°C-os kezeléseknél a hőkezelési idő növelése a bükk világosság csökkenését idézi elő, de az első és második menetrendek mintaátlagai között még nem volt szignifikáns eltérés. Cser esetében a kezelési idő hatása hasonló, de mérséklődik, mivel a második és harmadik menetrendek hatásai azonosnak vehetők. Ugyanezen a hőfokon a nyár minták világossága a hőkezelési idő emelésével szigorúan monoton csökken. A 200°C-os hőkezeléseknél a bükk és nyár faanyagoknál a kezelési idő növelése egyértelműen mérsékli a mintaátlagokat. Cser esetében az első és második menetrendek mintái statisztikailag egy alapsokaságból származtathatók, de a kezelési idő további növelése itt is csökkentette a világosságot.

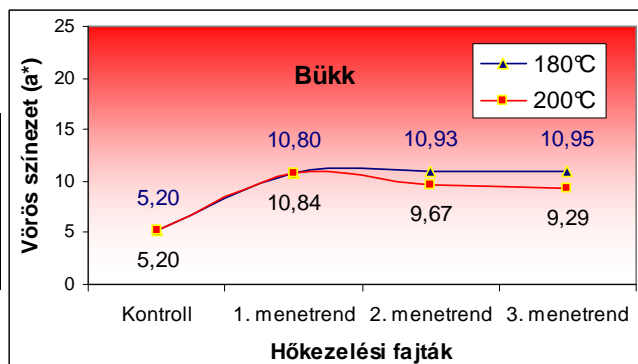
4.2.3.2. Vörös színezet

A vizsgálataim alapján a faanyagok színe a vörös felé tolódik el a degradáció egy bizonyos fokáig. Ezt a vörös színezet (a^*) színkoordináta értékének változásával követhetjük nyomon a **6. diagramcsoport** segítségével. A minták ugyancsak 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.3/a számú melléklet** tartalmazza. Hasonlóan az előzőekhez a 180°C-on történő kezeléseket a kék, míg a 200°C-osakat a vörös görbék reprezentálják.

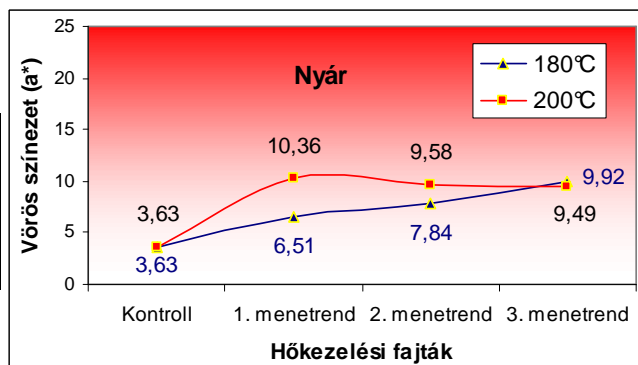
| Cser-geszt | Vörös színezet, a^* | | | |
|--------------|-----------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 7,52 | 0,73 | 7,52 | 0,73 |
| 1. menetrend | 9,11 | 0,69 | 9,11 | 0,66 |
| 2. menetrend | 10,09 | 0,57 | 9,24 | 0,65 |
| 3. menetrend | 10,14 | 0,49 | 7,87 | 0,43 |



| Bükk | Vörös színezet, a^* | | | |
|--------------|-----------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 5,20 | 0,31 | 5,20 | 0,31 |
| 1. menetrend | 10,80 | 0,45 | 10,84 | 0,32 |
| 2. menetrend | 10,93 | 0,34 | 9,67 | 0,24 |
| 3. menetrend | 10,95 | 0,37 | 9,29 | 0,54 |



| Nyár | Vörös színezet, a^* | | | |
|--------------|-----------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 3,63 | 0,24 | 3,63 | 0,24 |
| 1. menetrend | 6,51 | 0,92 | 10,36 | 0,25 |
| 2. menetrend | 7,84 | 0,88 | 9,58 | 0,27 |
| 3. menetrend | 9,92 | 0,96 | 9,49 | 0,56 |



6. diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok vörös színezetére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

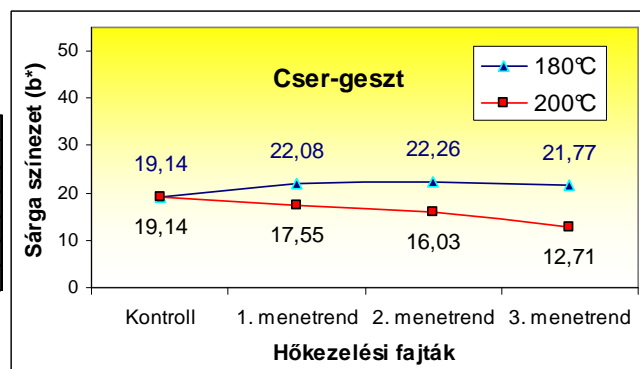
A statisztikai értékelés alapján a 180°C-os menetrendekkel kezelt bükk, cser és nyár faanyagok mintaátlagai szignifikánsan eltérnek a kontrollcsoportokétól, azaz a hőkezelés ezen a hőfokon fafajtól függetlenül növelő hatással van a vörös színezet értékére (**4. sz. melléklet**). A nyár faanyag 180°C-os görbéjét vizsgálva megállapítható volt, hogy a mintaátlagok növekedése a degradációs fok növekedésével párhuzamba hozható, tehát a kezelési idő növelésével a mintaátlagok is szigorúan monoton növekedtek. A nyár fája eléggé világos és kevésbé vöröses

színű, mely az alacsony, 3,63-as értékű vörös színezet színkoordinátából is kiolvasható. A harmadik menetrenddel történő hőkezelés hatására azonban ez az érték 180°C-on közel a háromszorosára emelkedett. A kezeletlen cser mintaátlag a kezeletlen nyárénak több mint a kétszerese, azaz 7,52 volt. Itt a 180°C-os kezelések hatására a vörös színezet növekedése nem volt olyan erőteljes, mint a nyár esetében. Megállapítottam, hogy e két faanyag mintái a 180°C-os harmadik menetrend alkalmazásakor közel azonos 10-körüli értéket mutattak. Csernél a második és harmadik menetrend mintaátlagai nem térnek el szignifikánsan egymástól, azaz a kezelési idő további növelése már hatástalannak bizonyult. Méréseim alapján a kezeletlen bükk a vörös színezet tekintetében a natúr nyár és cser fája között helyezkedik el. A bükk kontrollcsoport 5,2-es értékéhez képest 180°C-os harmadik menetrend mintaátlag a 10,95 volt. A bükk trendvonalának lefutása azonban eltér a másik két faanyagétól. A három menetrend mintáinak csekély eltéréseiből megállapítottam, hogy az első menetrendhez képest a kezelési idő további növelése már hatástalan a bükk vörös színezetének növelésére. A 200°C-os kezelések eredményei bebizonyították, hogy mindhárom faanyag vörös színezet növekedése a degradáció előrehaladtával lelassul, s egy bizonyos értéket elérve megáll. Ezen a ponton túl való hőkezelés már csökkentő hatással van a módosult faanyag színének vörös színezetére. Méréseim alapján ezek a pontok a bükk és cser faanyag esetében valahol a 10-től 11-ig terjedő vörös színezet értékek között található meg. A nyár mintáknál ez valószínűsíthetően nem sokkal tér el e kettő fafajétól, de a görbék jellegéből adódóan nem lehet egzakt módon behatárolni. A statisztikai értékelés alapján (**4. sz. melléklet**) a 200°C-os menetrendek mintaátlagai a cser harmadik menetrendjét kivéve szignifikáns eltérést mutattak a kezeletlen mintákétól. A vörös színezet kezdeti növekedését a hőbomlás során keletkező kromoforok okozhatják, melyeknek a bomlásával a vörös színezet is csökken.

4.2.3.3. Sárga színezet

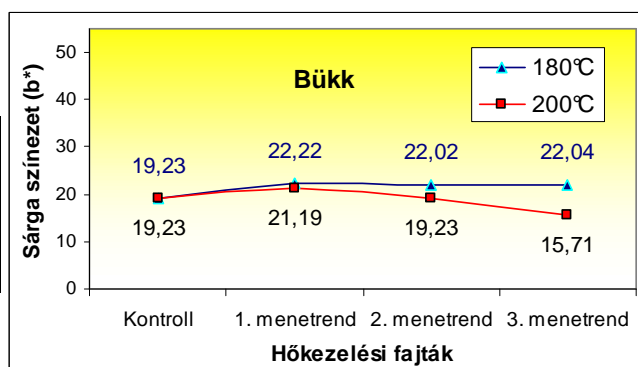
A vizsgálataim alapján a minták sárga színezete (b^*) a hőkezelés során hasonlóan viselkedik mint a vörös színezet. A hőbomlás kezdetén mindhárom faanyag esetében növekvő tendenciát mutat egy bizonyos fokig, majd ugyancsak csökkenés tapasztalható. A mérési eredményeket a **7.a, b diagramcsoportok** mutatják. A minták ugyancsak 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.3/a számú melléklet** tartalmazza. Hasonlóan az előzőekhez a 180°C-on történő kezeléseket a kék, míg a 200°C-osakat a vörös görbék reprezentálják. A diagramokon láthatóan a kezeletlen cser, bükk, nyár faanyagok sárga színezete egységesen 19-körüli értékű.

| Cser-geiszt | Sárga színezet, b^* | | | |
|--------------|-----------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 19,14 | 0,80 | 19,14 | 0,80 |
| 1. menetrend | 22,08 | 1,16 | 17,55 | 1,65 |
| 2. menetrend | 22,26 | 1,05 | 16,03 | 1,69 |
| 3. menetrend | 21,77 | 1,18 | 12,71 | 0,99 |

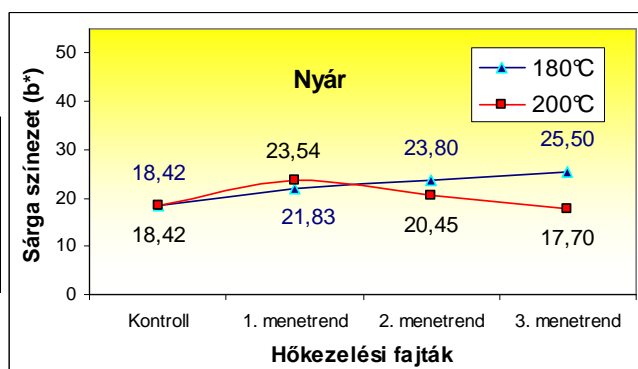


7.a diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok sárga színezetére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

| Bükk | Sárga színezet, b* | | | |
|--------------|--------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 19,23 | 0,88 | 19,23 | 0,88 |
| 1. menetrend | 22,22 | 0,57 | 21,19 | 0,86 |
| 2. menetrend | 22,02 | 0,66 | 19,23 | 0,85 |
| 3. menetrend | 22,04 | 0,86 | 15,71 | 1,36 |



| Nyár | Sárga színezet, b* | | | |
|--------------|--------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 18,42 | 0,83 | 18,42 | 0,83 |
| 1. menetrend | 21,83 | 1,39 | 23,54 | 1,24 |
| 2. menetrend | 23,80 | 1,79 | 20,45 | 1,08 |
| 3. menetrend | 25,50 | 0,95 | 17,70 | 1,64 |



7.b diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok sárga színezetére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

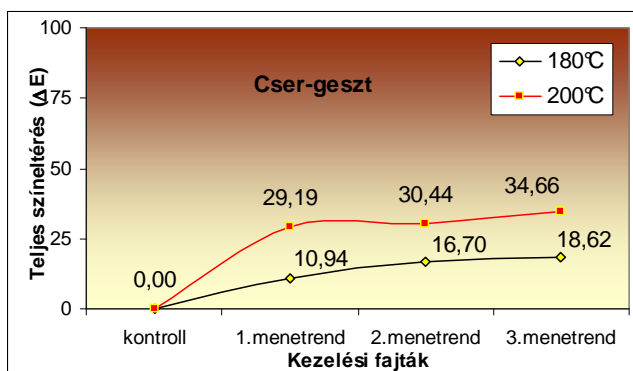
A 180°C-on kezelt bükk és cser minták átlagai kezdetben egy enyhe meredekségű, emelkedő trendvonalat alkotnak úgy, hogy 22-érték felett az emelkedés megáll és csökkenésbe megy át. Nyár esetében a növekedés szigorúan monoton jellegű, ahogy azt a vörös színezet esetében is megfigyelhettük. A maximális sárga színezet értéket (25,5) a harmadik menetrend esetén veszi fel. A statisztikai értékelés alapján a 180°C-os menetrendekkel kezelt bükk, cser és nyár faanyagok mintaátlagai szignifikánsan eltérnek a kontrollcsoportokétól, azaz a hőkezelések ezen a hőfokon fafajtól függetlenül növelő hatással vannak a sárga színezet értékére (**4. sz. melléklet**). Míg a kezelési időnek az első menetrendhez képest való növelése a cser és bükk faanyagoknál hatástalannak bizonyult, addig a nyárnál növelte a sárga színezetet. A 200°C-os kezelések görbéi bükk és nyár esetében enyhe emelkedés után ugyancsak csökkenő jellegűek. A hőkezeléssel elérhető maximális értékű sárga színezet a cser és bükk esetében a görbék futásából behatárolható, mindkét esetben 22 és 23 közöttire tehető. A nyár fájánál a görbék alapján itt sem állapítható meg egyértelműen ez a pont, de valószínűsíthetően 25 feletti értékű. A 200°C-os menetrendeket összehasonlítva megállapítható, hogy kezelési időnek az első menetrendhez képest való növelése mindhárom faanyagnál már szignifikánsan csökkenti a sárga színezetet. Míg bükk esetén a második menetrend mintaátlaga és a kezeletlen mintaátlag között nem volt szignifikáns különbség, addig a nyár faanyagnál a harmadik menetrend mintaátlagánál volt minimális az eltérés. Minden más esetben a sárga színezet eltérése a kezeletlenekétől szignifikánsnak bizonyult (**4. sz. melléklet**).

A vörös színezethez hasonlóan a sárga színezet kezdeti növekedését is a hőbomlás során keletkező kromoforok okozhatják, melyeknek a bomlásával a sárga színezet is csökken.

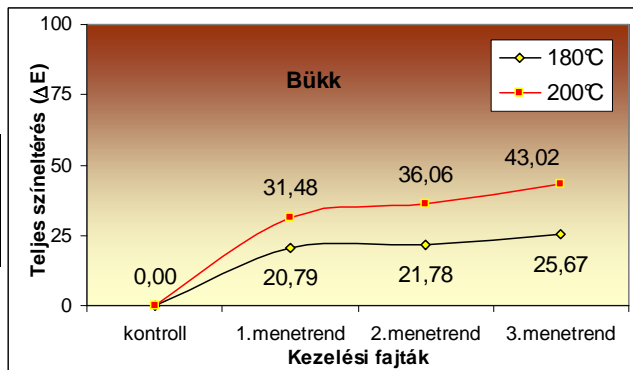
4.2.3.4. A teljes színeltérés

A geszt, illetve érett fa minták színkoordinátáinak átlagértékeiből számolt teljes színeltérés (ΔE) azt igazolja, hogy a hőkezelés a vizsgált fafajok mindegyikénél markáns színváltozást eredményez a kezeltlen állapothoz képest. A így számított értékek alakulását a **8. diagramcsoport** szemlélteti és a részletes adattáblázatokat a **2.3/b sz. melléklet** tartalmazza. A diagramokon a 180°C-os kezeléseket a fekete, míg a 200°C-os kezeléseket a vörös görbék reprezentálják.

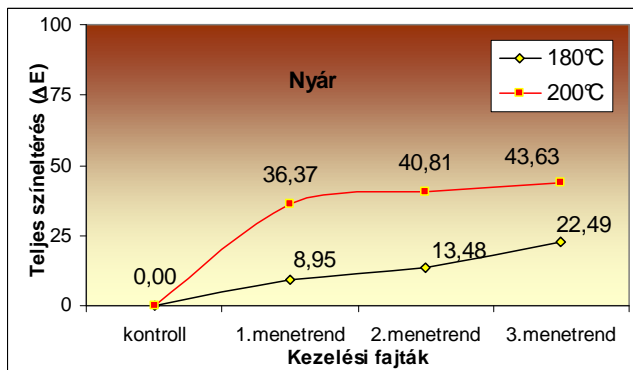
| Cser-geszt | Teljes színeltérés, ΔE | |
|--------------|--------------------------------|-------|
| | 180°C | 200°C |
| 1. menetrend | 10,94 | 29,19 |
| 2. menetrend | 16,70 | 30,44 |
| 3. menetrend | 18,62 | 34,66 |



| Bükk | Teljes színeltérés, ΔE | |
|--------------|--------------------------------|-------|
| | 180°C | 200°C |
| 1. menetrend | 20,79 | 31,48 |
| 2. menetrend | 21,78 | 36,06 |
| 3. menetrend | 25,67 | 43,02 |



| Nyár | Teljes színeltérés, ΔE | |
|--------------|--------------------------------|-------|
| | 180°C | 200°C |
| 1. menetrend | 8,95 | 36,37 |
| 2. menetrend | 13,48 | 40,81 |
| 3. menetrend | 22,49 | 43,63 |

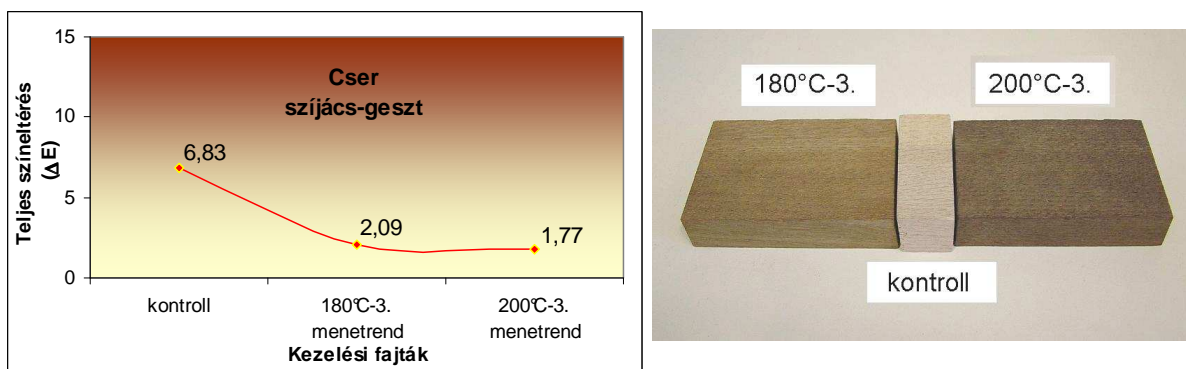


8. diagramcsoport A hőkezelés hatása a vizsgált faanyagok teljes színeltérésére (mintaszám n=25, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

A diagramok vörös és fekete trendvonalakból látható, hogy az alkalmazott hőfokoktól függően mindhárom faanyagnál a natúr faanyagszínűktől erősen eltérő színárnyalatok érhetők el hőkezeléssel. Megállapítottam, hogy színeltérés a kezelési hőfoktól függetlenül a kezelési idő növekedésével monoton nő, azaz előfordult, hogy az egyes hőfokokon belüli mintaátlagok csak kissé tértek el egymástól. Így például a büknél a 180°C-os első és második menetrendek mintaátlagai közel azonosnak vehetők. Cser esetében a 180°C-os második és harmadik

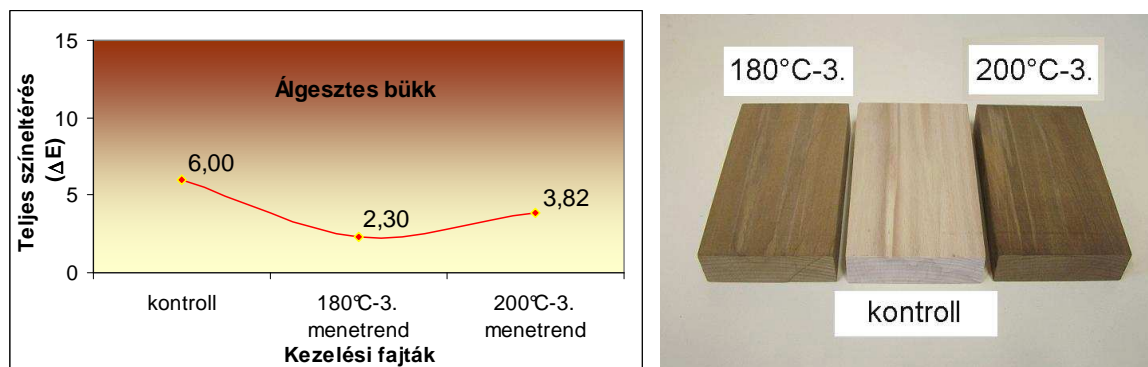
menetrendek, illetve a 200°C-os első és második menetrendek mintaátlagai bizonyultak közel azonosaknak. Nyár esetében a színeltérés, hőfoktól függetlenül, a kezelési idő függvényében szigorúan monoton növekvő jelleget mutat. A görbepárokban az is megfigyelhető, hogy nincsenek átfedések a vizsgálati tartományban. Amennyiben a színkoordináták nem egy irányban változnak, nem lehet két azonos ΔE értékű mintánál közel azonos színről beszélnünk. Ez a ΔE a számítási képletéből adódik, ám esetünkben a változási folyamatok iránya megegyezett és ahogy láttuk a legjelentősebb eltérést a világosságcsökkenés okozza.

A cser gesztjének és szijácsának színbeli eltérését a próbatesteken belül lévő geszt- és szijácsrészek színkoordinátáiból számítottam. A kapott színeltérés (ΔE) így e két anatómiai rész egymáshoz viszonyított színbeli különbözőségét mutatja. A **30. ábrán** szemléltetett eredmények alapján megállapítható, hogy a hőkezelés csökkenti a geszt-szijács közötti színkülönbséget, azaz színhomogenizáló hatású. Amíg a natúr cser esetében a teljes színeltérés 6,83 volt a szijács és a geszt között, addig 200°C-on ez az érték 1,77-re csökkent. A szabvány szerint ötnél nagyobb ΔE -érték esetén nagyon nagy mértékű és 1-2 között már csak csekély színeltérésről beszélhetünk. A részletes adattáblázatokat az **1.3/b számú melléklet** tartalmazza.



30. ábra A hőkezelés hatása a cser szijács-geszt közötti színeltérésére, ΔE (mintaszám n=10, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

Álgesztes bükk faanyagot vizsgálva megállapítottam, hogy a hőkezelés ez bizonyos fokig jótékony hatású a színeltérések csökkenésére. Az álgeszt határfelületeinél lévő faszöveti részek színmódosulása eltérő, mely a 200°C-on folytatott kezeléseknél már növeli az inhomogenitást. A **31. ábra** felvételének jobb oldalán jól látható, hogy egyes álgesztes részek világosabb sávok formájában már erősen különböznek az egyéb szöveti részeketől. A kezeletlen próbatesteken belül az átlagos, teljes színeltérés (ΔE) mérőszáma 6,0 volt. Ez az érték a 180°C-on kezelt próbatesteknél 2,3-ig lecsökkent, majd ehhez képest 200°C-on 3,82-re növekedett. A kezelések hatására a minták szórása is csökkent, mely ugyancsak homogénebbé váló faanyagszint jelent. A részletes adattáblázatokat az **1.3/b számú melléklet** tartalmazza.



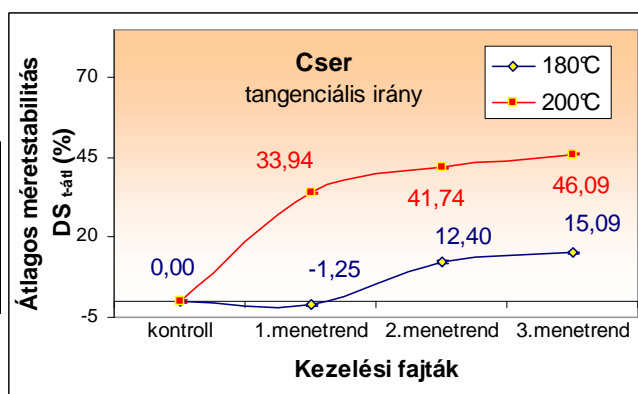
31. ábra A hőkezelés hatása az álgesztes bükkön belüli átlagos színeltérésre (mintaszám n=5, klíma: 20°C / 65% relatív páratartalom)

4.2.4. Dimenzióstabilitás

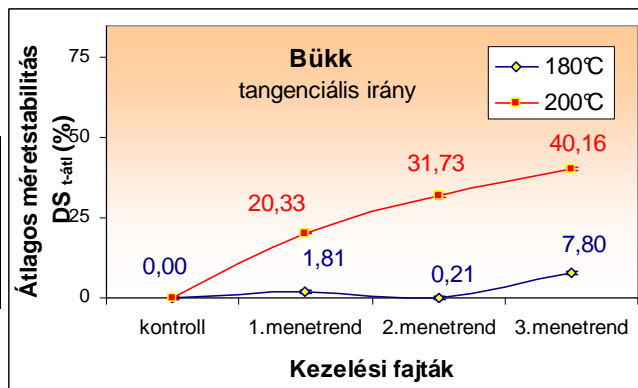
4.2.4.1. Tangenciális dagadás

A tangenciális dimenzióstabilitás (DS_t) mérőszáma a tangenciális (húrirányú) anatómiai főirányban mért maximális dagadás-különbséget mutatja a kezeletlen faanyag maximális dagadásának százalékában. Az pozitív érték a méretstabilitás javulását, a negatív pedig a romlását jelenti. A vizsgálati eredmények ismeretében megállapítottam, hogy a három vizsgálati faanyag tangenciális méretstabilitása növelhető a termikus kezeléssel. A mintaátlagokból számított tangenciális irányban vett értékeket a **9. diagramcsoport** szemlélteti. A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.4 számú melléklet** tartalmazza.

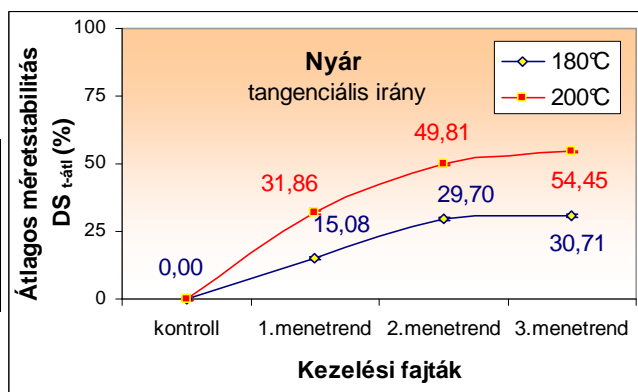
| Cser | d_{t-max} (%) | | | | $DS_{t-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 13,86 | 0,43 | 13,86 | 0,43 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 14,03 | 0,35 | 9,15 | 0,34 | -1,25 | 33,94 |
| 2.menetrend | 12,14 | 0,43 | 8,07 | 0,35 | 12,40 | 41,74 |
| 3.menetrend | 11,77 | 0,28 | 7,47 | 0,30 | 15,09 | 46,09 |



| Bükk | d_{t-max} (%) | | | | $DS_{t-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 12,02 | 0,43 | 12,02 | 0,43 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 11,80 | 0,96 | 9,57 | 0,76 | 1,81 | 20,33 |
| 2.menetrend | 11,99 | 0,87 | 8,20 | 0,49 | 0,21 | 31,73 |
| 3.menetrend | 11,08 | 0,74 | 7,19 | 0,67 | 7,80 | 40,16 |



| Nyár | d_{t-max} (%) | | | | $DS_{t-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 11,44 | 0,50 | 11,44 | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 9,71 | 0,55 | 7,80 | 0,54 | 15,08 | 31,86 |
| 2.menetrend | 8,04 | 0,82 | 5,74 | 0,42 | 29,70 | 49,81 |
| 3.menetrend | 7,93 | 0,61 | 5,21 | 0,47 | 30,71 | 54,45 |



9. diagramcsoport A hőkezelés hatása a maximális tangenciális dagadásra (d_{t-max}) és a tangenciális irányú dimenzióstabilitásra ($DS_{t-átl}$)

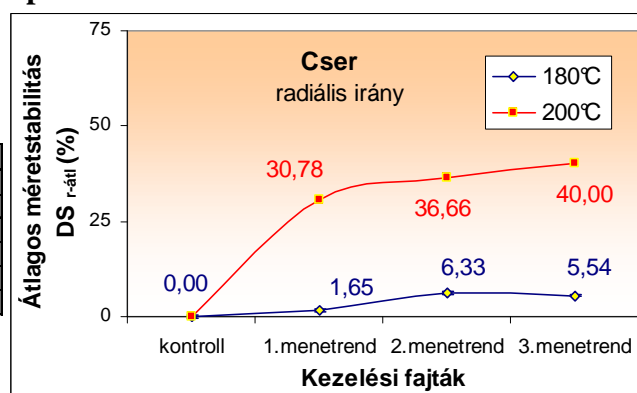
A kék, azaz a 180°C-os trendvonalakra pillantva megfigyelhető, hogy a görbék futása monoton emelkedő. A cser esetében az első menetrend nem volt hatással a tangenciális dagadásra, de a

kezelési idő növelésével a második és harmadik menetrendnél a méretstabilitás javuló tendenciát mutatott. A maximálisan elérhető javulás 15%-volt és e két menetrend hatásossága is különbözött. A bükk mintaátlagok az első és második menetrendnél nem mutattak szignifikáns eltérést a kontrollcsoporttól, de a hőkezelési idő további megnövelésével már közel 8%-os javulás volt tapasztalható a 180°C-on. Ezen a hőfokon a nyár faanyag hőkezelésével már 30%-körüli javulás mutatkozott. A kezelési idő növelésével a második menetrendig növekvő a DS értéke, de a második és harmadik menetrendek mintaátlagai már nem mutattak szignifikáns eltérést. A 200°C-os kezelések már jelentős hatással voltak a dagadásra. A növekvő kezelési idő fajtól függetlenül csökkenő tangenciális dagadással és így javuló dimenzióstabilitással párosult. A menetrendek hatásosságát vizsgálva megállapítottam, hogy nem csak a kontrollcsoport mintaátlagának viszonyában, hanem egymáshoz képest is szignifikánsak az eltérések. A görbék futása így szigorúan monoton növekvő. Ezen a hőfokon a degradáció legmagasabb fokához tartozóan, azaz a harmadik menetrend vonatkozásában, már 40%-feletti javulásokat tapasztaltam. Ami szembejövő még az eredményeken, hogy a 180°C-os második és harmadik menetrend közel olyan hatással bírt, mint a 200°C-os első menetrend. Ilyen átfedések eddig csak a színkoordinátáknál voltak tapasztalhatók.

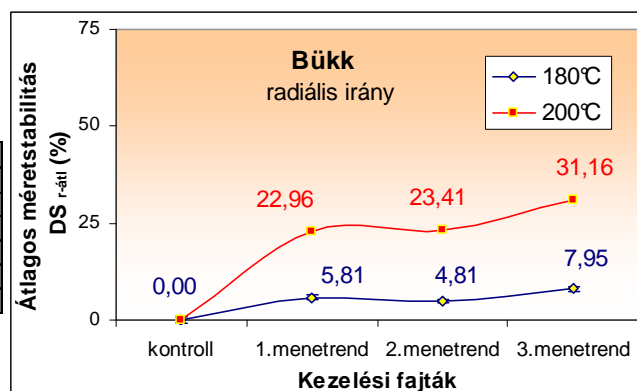
4.2.4.2. Radiális dagadás

A radiális dimenzióstabilitás (DS_r) mérőszáma a radiális (sugarirányú) anatómiai főirányban mért maximális dagadás-különbséget mutatja a kezeltlen faanyag maximális dagadásának százalékában. A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a radiális méretstabilitása is növelhető a termikus kezeléssel. A mintaátlagokból számított radiális irányban vett értékeket a **10.a, b diagramcsoportok** szemléltetik.

| Cser | d_{r-max} (%) | | | | $DS_{r-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 6,49 | 0,34 | 6,49 | 0,34 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 6,38 | 0,32 | 4,49 | 0,33 | 1,65 | 30,78 |
| 2.menetrend | 6,08 | 0,40 | 4,11 | 0,32 | 6,33 | 36,66 |
| 3.menetrend | 6,13 | 0,31 | 3,89 | 0,33 | 5,54 | 40,00 |

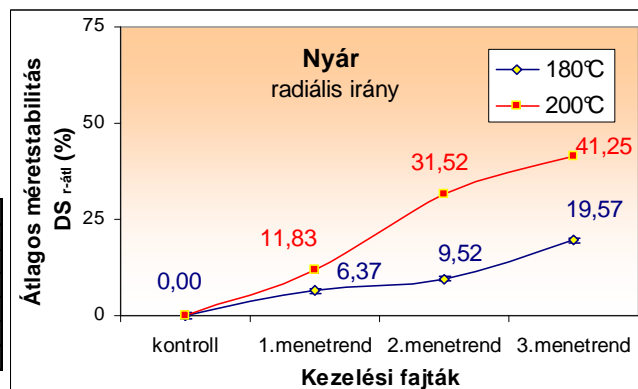


| Bükk | d_{r-max} (%) | | | | $DS_{r-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 5,34 | 0,68 | 5,34 | 0,68 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 5,03 | 0,55 | 4,11 | 0,41 | 5,81 | 22,96 |
| 2.menetrend | 5,08 | 0,49 | 4,09 | 0,46 | 4,81 | 23,41 |
| 3.menetrend | 4,91 | 0,65 | 3,67 | 0,52 | 7,95 | 31,16 |



10.a diagramcsoport A hőkezelés hatása a maximális radiális dagadásra (d_{r-max}) és a radiális irányú dimenzióstabilitásra ($DS_{r-átl}$)

| Nyár | d_{r-max} (%) | | | | $DS_{r-átl}$ (%) | |
|-------------|-----------------|------|-------|------|------------------|-------|
| | 180°C | | 200°C | | 180°C | 200°C |
| | x | s | x | s | x | x |
| kontroll | 4,60 | 0,70 | 4,60 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 1.menetrend | 4,31 | 0,51 | 4,06 | 0,43 | 6,37 | 11,83 |
| 2.menetrend | 4,16 | 0,54 | 3,15 | 0,47 | 9,52 | 31,52 |
| 3.menetrend | 3,70 | 0,52 | 2,70 | 0,41 | 19,57 | 41,25 |



10.b diagramcsoport A hőkezelés hatása a maximális radiális dagadásra (d_{r-max}) és a radiális irányú dimenzióstabilitásra ($DS_{r-átl}$)

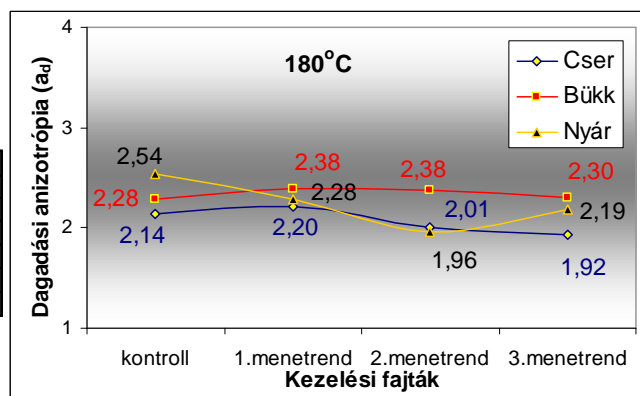
A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.4 számú melléklet** tartalmazza. A trendvonalakat tekintve elmondható, hogy a radiális irányban vett változások is hasonlóak voltak a tangenciális irányban tapasztaltakkal. A 180°C-os trendvonalak ugyancsak alacsonyabb értékeken keresztül de monoton növekvő tendenciát mutattak. A cser esetében az első menetrend még hatástalannak bizonyult a dagadás csökkentésében. A második és harmadik menetrend mintaátlagai a kontrollcsoportéhoz képest emelkedést mutattak, de egymáshoz képest azonosnak vehetők. A bükk esetében a 180°C-kezelések bizonytalan hatásúak a radiális méretstabilitásra, azaz a nagy mintaszórások miatt a mintaátlagok nem térnek el szignifikánsan a kontrollcsoport átlagától. A nyárnál az első menetrend ugyancsak hatástalannak bizonyult, de a második és harmadik menetrend mintaátlagai a kontrollcsoportéhoz képest javuló méretstabilitást mutatnak. Ez azt jelenti, hogy az első menetrendhez képest tovább növelt kezelési idő növeli a dimenzióstabilitást. A 200°C-os kezelések a nyár kivételével rendre nagyobb méretstabilitást eredményeztek. A nyár esetén a görbék értékei ismételen átfedést mutattak, így pl. a 180°C-os második menetrend a 200°C-os elsővel közel azonos hatású volt a radiális dagadásra. A cser 200°C-os hőkezelésénél a kezelési időt növelve a második menetrendig rendre csökken a radiális dagadás, de a második és harmadik menetrendek mintaátlagai között viszont nincs szignifikáns eltérés. Bükk esetében az első és második menetrendek hatásai azonosnak vehetőek, de a kezelési időt tovább növelve a radiális dimenzióstabilitás ismét növekedett. A nyár faanyagánál a 200°-os hőkezelések kezelési idejének növelésével a radiális dimenzióstabilitás szigorúan monoton növekedett. Míg a cser és nyár faanyagok maximális DS_r értékei 40%- körüliek voltak, addig büknél kb. 30%. A rostirányú dagadás a radiális és tangenciális dagadáshoz viszonyítva elhanyagolható mértékű. Vizsgálataim alapján a hőkezelés hatása a dagadásra ebben az anatómiai irányban elhanyagolható.

4.2.4.3. Dagadási anizotrópia

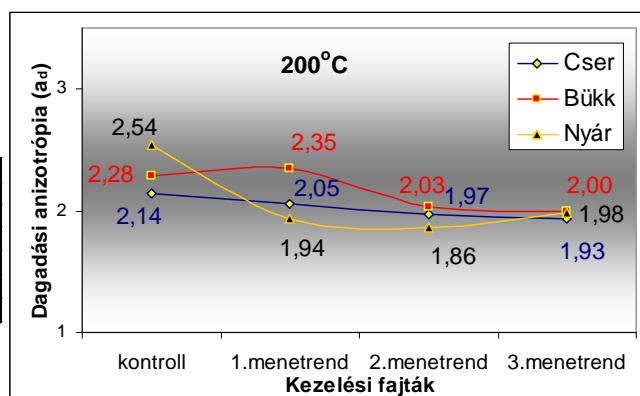
A dagadási anizotrópia a tangenciális és radiális anatómiai irányban vett maximális dagadási értékek arányát mutatja. Vizsgálataim alapján a dagadási anizotrópia (a_d) értékei a hőbomlás hatására némileg csökkenő tendenciát mutatnak. A mintaátlagokból számított értékeket a **11. diagramcsoport** szemlélteti. A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **2.4 számú melléklet** tartalmazza. A diagramokon a kék a cser, a vörös

a bükk és a sárga trendvonalak a nyár faanyagok átlagos dagadási anizotrópiáját reprezentálják. A 180°C-os kezelések a bükk esetében nem voltak hatással a mintaátlagokra. Míg a nyárnál már a második menetrend, addig csernél csak harmadik menetrend okozott kb. 10%-os csökkenést a dagadási anizotrópiában. 180°C-on a nyár mintaátlagok eltérése volt a legnagyobb, a maximális csökkenés 25%-nál nagyobbak bizonyult. A 200°C-os kezelések eredményeként a bükk fájánál is kb.10%-os csökkenést tapasztaltam, ám a másik két faanyagnál a mintaátlagok tovább nem csökkentek.

| Dagadási anizotrópia a_d | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 180°C | Cser | | Bükk | | Nyár | |
| | x | s | x | s | x | s |
| kontroll | 2,14 | 0,13 | 2,28 | 0,27 | 2,54 | 0,42 |
| 1.menetrend | 2,20 | 0,13 | 2,38 | 0,39 | 2,28 | 0,30 |
| 2.menetrend | 2,01 | 0,17 | 2,38 | 0,25 | 1,96 | 0,33 |
| 3.menetrend | 1,92 | 0,10 | 2,30 | 0,34 | 2,19 | 0,36 |



| Dagadási anizotrópia a_d | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 200°C | Cser | | Bükk | | Nyár | |
| | x | s | x | s | x | s |
| kontroll | 2,14 | 0,13 | 2,28 | 0,27 | 2,54 | 0,42 |
| 1.menetrend | 2,05 | 0,18 | 2,35 | 0,28 | 1,94 | 0,22 |
| 2.menetrend | 1,97 | 0,16 | 2,03 | 0,25 | 1,86 | 0,28 |
| 3.menetrend | 1,93 | 0,21 | 2,00 | 0,35 | 1,98 | 0,38 |

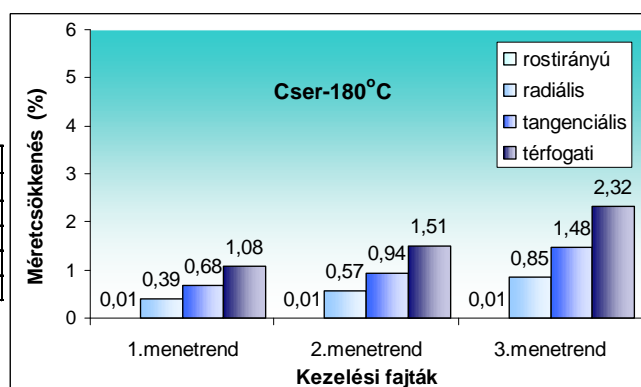


11. diagramcsoport A hőkezelés hatása a dagadási anizotrópiára (a_d)

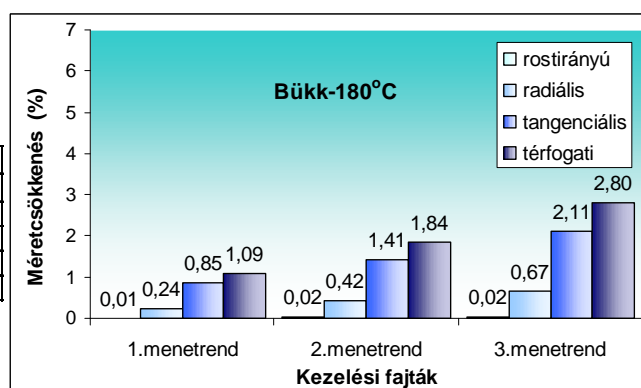
4.2.5. Hőkezelési méret- és tömegcsökkenés

A vizsgálataim alapján megállapítható, hogy a faanyag a hőbomlás során az abszolút száraz méretekhez képest fafajtól függetlenül zsugorodnak. A zsugorodás mértékét a 180°C-on végzett kezelések függvényében a **12. diagramcsoport** szemlélteti és a teljes adattáblázatot a **2.5 sz. melléklet** tartalmazza. Az ábrán látható, hogy az ortotrópiának megfelelően a rostirányú méretcsökkenés a legkisebb, a tangenciális változás pedig a legnagyobb mértékű. A hőkezelési idő növekedésével a méretcsökkenés is szigorúan monoton növekedett, de a maximális értékek csak 1-2% körülinek bizonyultak. A maximális térfogati csökkenés várható értéke így 1,8-2,8% közötti. A bükk próbatestek zsugorodása volt a legnagyobb, majd ezt követték csökkenő sorrendben a cser és a nyár faanyagoké.

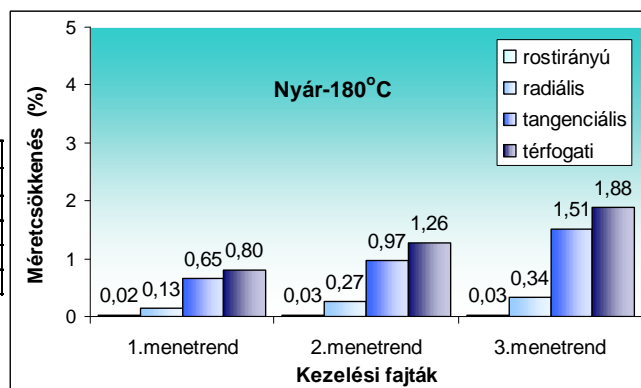
| Cser | Méretcsökkenés (u=0%), 180°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,01 | 0,01 | 0,39 | 0,22 | 0,68 | 0,11 | 1,08 | 0,28 |
| 2.menetrend | 0,01 | 0,01 | 0,57 | 0,25 | 0,94 | 0,16 | 1,51 | 0,36 |
| 3.menetrend | 0,01 | 0,02 | 0,85 | 0,22 | 1,48 | 0,21 | 2,32 | 0,24 |



| Bükk | Méretcsökkenés (u=0%), 180°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,01 | 0,02 | 0,24 | 0,14 | 0,85 | 0,86 | 1,09 | 0,84 |
| 2.menetrend | 0,02 | 0,01 | 0,42 | 0,16 | 1,41 | 0,74 | 1,84 | 0,72 |
| 3.menetrend | 0,02 | 0,01 | 0,67 | 0,73 | 2,11 | 0,86 | 2,80 | 0,45 |



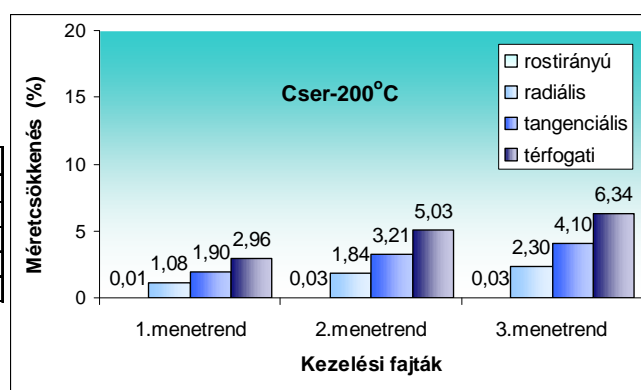
| Nyár | Méretcsökkenés (u=0%), 180°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,02 | 0,02 | 0,13 | 0,12 | 0,65 | 0,28 | 0,80 | 0,37 |
| 2.menetrend | 0,03 | 0,02 | 0,27 | 0,18 | 0,97 | 0,51 | 1,26 | 0,45 |
| 3.menetrend | 0,03 | 0,01 | 0,34 | 0,11 | 1,51 | 0,59 | 1,88 | 0,68 |



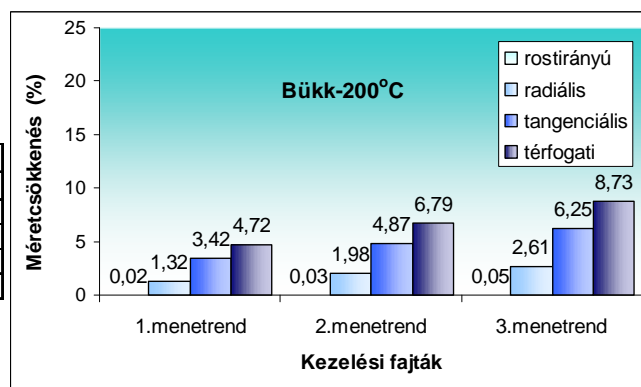
12. diagramcsoport A 180°C-on történt hőkezelés hatása a méretcsökkenésre (%)

A 200°C-on történt hőkezelések már nagyobb eltéréseket hoztak méretcsökkenésben. A zsugorodás mértékét a menetrendek függvényében a **13. diagramcsoport** szemlélteti és a teljes adattáblázatot a **2.5 sz. melléklet** tartalmazza. Az első menetrend mintaátlagai a 180°C-os harmadik menetrendekénél rendre nagyobbak voltak. A hőkezelési idő növelésével fafajtól függetlenül ugyancsak szigorúan monoton növekedett a zsugorodás mértéke. Ezen a hőfokon is a bükk próbatestek zsugorodása volt a legerőteljesebb, így a térfogati zsugorodás a harmadik menetrend esetén már 8,73%-os volt. A 180°C-os kezeléseknél tapasztaltakkal megegyezően itt is közepes volt a cser zsugorodása és a legkevésbé a nyár próbatestek méretei csökkentek. Itt tartom fontosnak megjegyezni, hogy az alakváltozások természetesen nem minden esetben lineárisak az ortotrópiából eredően. A próbatestek kis méretéből és az anatómiai irányok jól definiálhatóságából adódóan a zsugorodás mértéke így elég jól modellezhetővé vált.

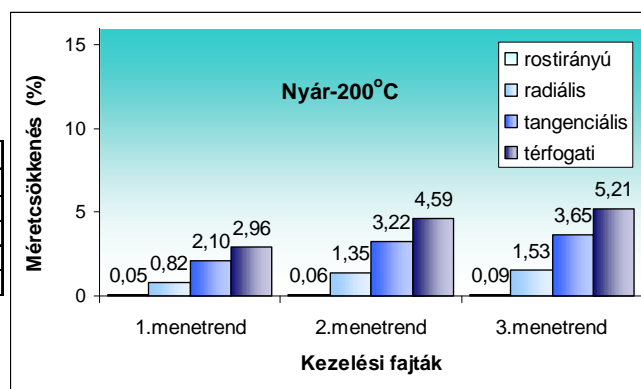
| Cser | Méretcsökkenés (u=0%), 200°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,01 | 0,02 | 1,08 | 0,51 | 1,90 | 0,40 | 2,96 | 0,86 |
| 2.menetrend | 0,03 | 0,02 | 1,84 | 0,36 | 3,21 | 0,54 | 5,03 | 0,75 |
| 3.menetrend | 0,03 | 0,02 | 2,30 | 0,30 | 4,10 | 0,76 | 6,34 | 0,83 |



| Bükk | Méretcsökkenés (u=0%), 200°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,02 | 0,01 | 1,32 | 0,48 | 3,42 | 1,20 | 4,72 | 1,62 |
| 2.menetrend | 0,03 | 0,01 | 1,98 | 0,53 | 4,87 | 1,18 | 6,79 | 1,59 |
| 3.menetrend | 0,05 | 0,02 | 2,61 | 0,42 | 6,25 | 0,78 | 8,73 | 1,09 |



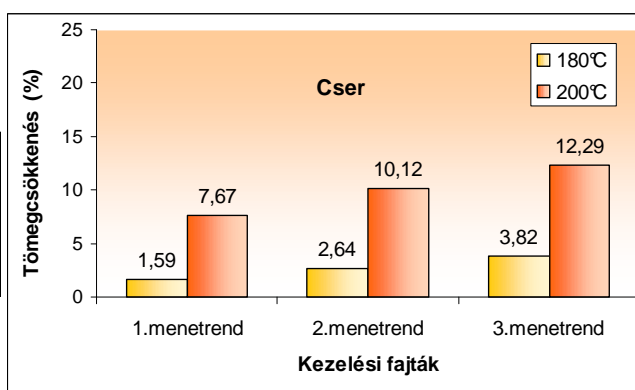
| Nyár | Méretcsökkenés (u=0%), 200°C | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | $\Delta l_o(\%)$ | | $\Delta r_o(\%)$ | | $\Delta t_o(\%)$ | | $\Delta V_o(\%)$ | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s |
| 1.menetrend | 0,05 | 0,01 | 0,82 | 0,12 | 2,10 | 0,24 | 2,96 | 0,35 |
| 2.menetrend | 0,06 | 0,05 | 1,35 | 0,11 | 3,22 | 0,13 | 4,59 | 0,25 |
| 3.menetrend | 0,09 | 0,03 | 1,53 | 0,21 | 3,65 | 0,17 | 5,21 | 0,30 |



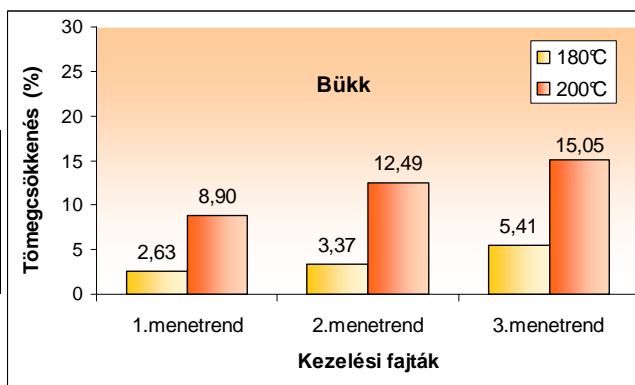
13. diagramcsoport A 200°C-on történt hőkezelés hatása a méretcsökkenésre (%)

A vizsgálati eredményeim alapján megállapítható, hogy vizsgálati faanyagok az abszolút száraz tömegekhez képest szignifikáns tömegcsökkenést szenvednek. A tömegcsökkenés mértékét a menetrendek függvényében a **14. diagramcsoport** szemlélteti és a teljes adattáblázatot a **2.5 sz. melléklet** tartalmazza. A 180°C-os kezelések során a kezelési idő növelésével szigorúan monoton növekvő a tömegcsökkenés mértéke is. Ezen a hőfokon a bükk maximálisan 5,41%-os, a nyár 4,33%-os, és a cser 3,82%-os tömegcsökkenést mutatott. A 200°C-os első menetrend hatására bekövetkezett tömegvesztés minden esetben magasabb értékű volt a 180°C-os maximumokhoz képest. A fafajok hőbomlása ezen a hőfokon is hasonló jelleget mutat a tömegcsökkenés tekintetében. A harmadik menetrend a bükk faanyagnál 15,05%-os, a nyár faanyagánál 14,31%-os és a cser esetén 12,29%-os tömegcsökkenést okozott.

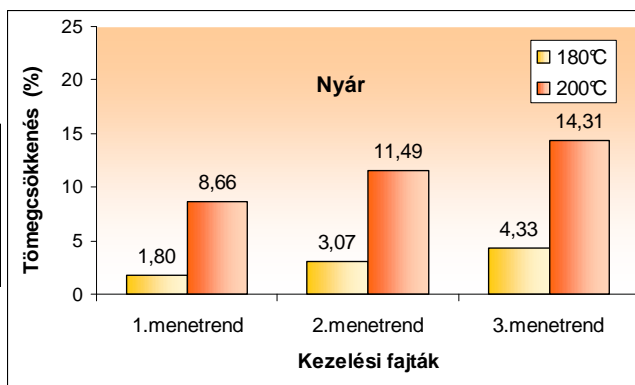
| Cser | Tömegcsökkenés (u=0%) | |
|-------------|-----------------------|-------|
| | $\Delta m_o(\%)$ | |
| | 180°C | 200°C |
| 1.menetrend | 1,59 | 7,67 |
| 2.menetrend | 2,64 | 10,12 |
| 3.menetrend | 3,82 | 12,29 |



| Bükk | Tömegcsökkenés (u=0%) | |
|-------------|-----------------------|-------|
| | $\Delta m_o(\%)$ | |
| | 180°C | 200°C |
| 1.menetrend | 2,63 | 8,90 |
| 2.menetrend | 3,37 | 12,49 |
| 3.menetrend | 5,41 | 15,05 |



| Nyár | Tömegcsökkenés (u=0%) | |
|-------------|-----------------------|-------|
| | $\Delta m_o(\%)$ | |
| | 180°C | 200°C |
| 1.menetrend | 1,80 | 8,66 |
| 2.menetrend | 3,07 | 11,49 |
| 3.menetrend | 4,33 | 14,31 |



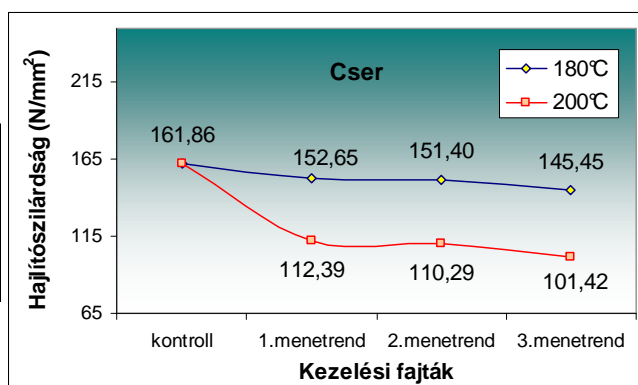
14. diagramcsoport A hőkezelés hatása a tömegcsökkenésre (%)

4.3. Mechanikai tulajdonságok

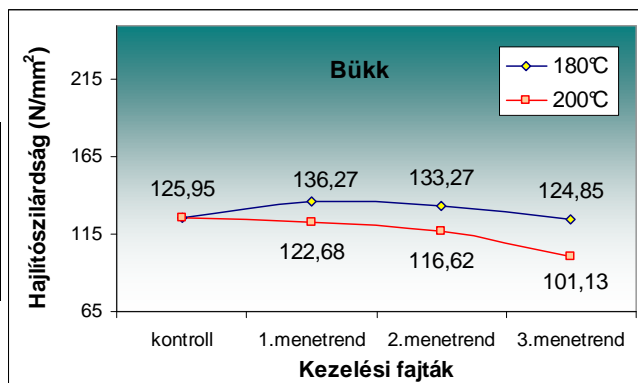
4.3.1. Hajlítószilárdság és hajlító-rugalmassági modulusz

A vizsgálati eredmények ismeretében megállapítható, hogy a hőkezelés egy bizonyos degradációs szint elérését követően csökkenti a vizsgált faanyagok hajlítószilárdságát. A 180°C-os kezeléseket a kék, a 200°C-osakat a vörös trendvonalak szemléltetik (**15. diagramcsoport**). A minták 25 darabosak voltak és a részletes mérési eredményeket a **3.1 számú melléklet** tartalmazza.

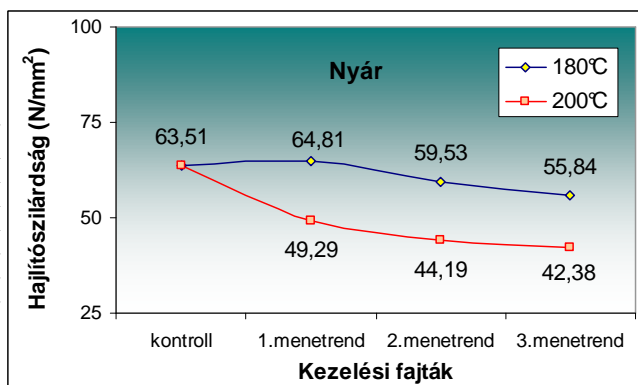
| Cser | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------------------|-------|--------|-------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 161,86 | 19,83 | 161,86 | 19,83 |
| 1.menetrend | 152,65 | 23,34 | 112,39 | 20,38 |
| 2.menetrend | 151,40 | 24,88 | 110,29 | 25,17 |
| 3.menetrend | 145,45 | 26,52 | 101,42 | 25,65 |



| Bükk | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------------------|-------|--------|-------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 125,95 | 19,04 | 125,95 | 19,04 |
| 1.menetrend | 136,27 | 24,49 | 122,68 | 21,10 |
| 2.menetrend | 133,27 | 26,03 | 116,62 | 17,47 |
| 3.menetrend | 124,85 | 25,94 | 101,13 | 23,89 |



| Nyár | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 63,51 | 12,15 | 63,51 | 12,15 |
| 1.menetrend | 64,81 | 16,50 | 49,29 | 16,44 |
| 2.menetrend | 59,53 | 10,24 | 44,19 | 15,74 |
| 3.menetrend | 55,84 | 16,14 | 42,38 | 11,44 |

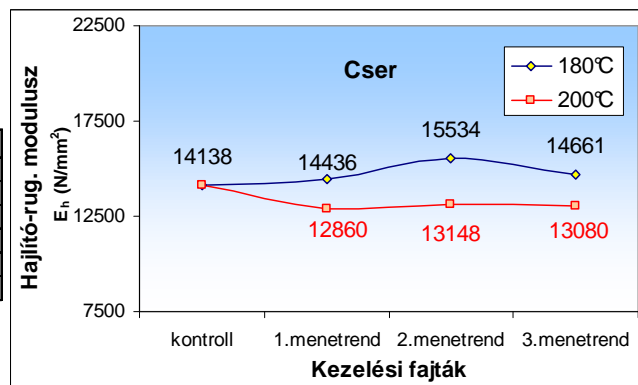
15. diagramcsoport A hőkezelés hatása a hajlítószilárdságra (σ_h)

A 180°C-os kezeléseket fafajtól függetlenül nem voltak hatással a hajlítószilárdság várható értékének alakulására. Ez az egyensúlyi fanedvesség csökkenésével magyarázható, mely némileg kompenzálja a hőbomlás csökkentő hatását. A 200°C-os kezeléseknél a cser és nyár faanyagok mintaátlagait vizsgálva megállapítottam, hogy a kezeléseket mindegyike szignifikánsan csökkenti a hajlítószilárdságot.

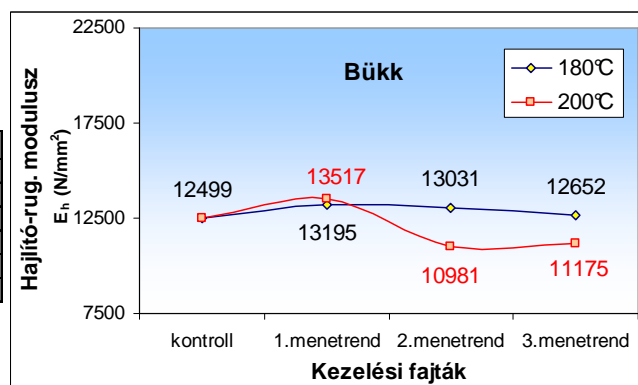
A csökkenés csernél átlagosan 35%-os, nyárnál 26%. Az első menetrendhez képest a kezelési idő további növelése azonban már nincs hatással a mintaátlagokra. A bükk 200°C-os kezelésénél csak a harmadik menetrend esetében mutatkozott szignifikáns, kb. 20%-os szilárdságsökkenés.

A eredményeim alapján a hőkezelés a vizsgált faanyagok hajító-rugalmassági moduluszára kevésbé volt hatással. Ez a kontrollcsoport nagy szórásával magyarázható, ill. megemlíthető, hogy a degradáció előrehaladtával a minták szórása sokszor növekedést mutatott. A vizsgálati eredmények a **16. diagramcsoport** szerint alakultak. A 180°C-os kezeléseket itt is a kék, ill. a 200°C-osakat a vörös trendvonalak szemléltetik. A minták 25 darabosak voltak és a részletes táblázatokat a **3.1 számú melléklet** tartalmazza.

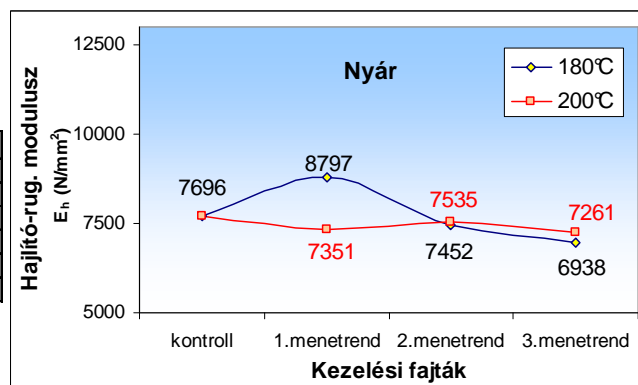
| Cser | Hajító-rugalmassági mod. E_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|---------|----------|---------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 14138,10 | 1618,12 | 14138,10 | 1618,12 |
| 1.menetrend | 14435,66 | 1566,65 | 12860,08 | 1634,06 |
| 2.menetrend | 15534,47 | 1569,14 | 13148,18 | 2181,61 |
| 3.menetrend | 14660,96 | 1834,02 | 13080,16 | 2094,72 |



| Bükk | Hajító-rugalmassági mod. E_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|---------|----------|---------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 12498,51 | 1699,36 | 12498,51 | 1699,36 |
| 1.menetrend | 13195,25 | 1489,13 | 13517,02 | 1168,39 |
| 2.menetrend | 13031,18 | 1780,77 | 10981,27 | 1752,42 |
| 3.menetrend | 12652,10 | 2065,33 | 11175,39 | 1520,88 |



| Nyár | Hajító-rugalmassági mod. E_h (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 7695,83 | 1039,34 | 7695,83 | 1039,34 |
| 1.menetrend | 8797,42 | 1496,38 | 7351,26 | 1170,00 |
| 2.menetrend | 7452,20 | 1024,15 | 7534,98 | 1409,83 |
| 3.menetrend | 6938,34 | 1716,30 | 7261,25 | 1125,89 |



16. diagramcsoport A hőkezelés hatása a hajító-rugalmassági moduluszra (E_h)

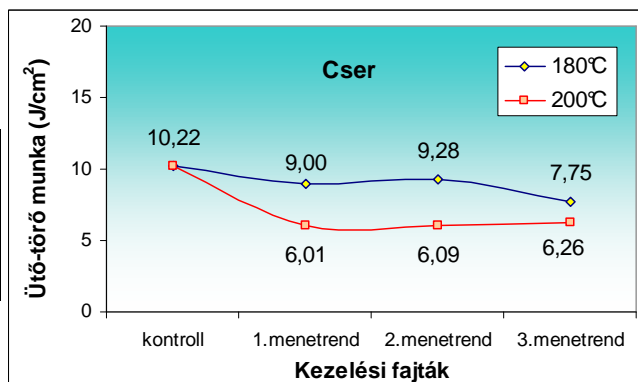
Cser esetében egyedül a 180°C-os második menetrend okozott szignifikáns, 1000N/mm² feletti növekedést, a többi mintaátlagot egy alapsokaságból származónak tekinthetjük. Bükknél a 200°C-os második és harmadik menetrendek mintaátlagai voltak szignifikánsan alacsonyabbak, de egymáshoz képest nem volt közöttük eltérés. A nyár

mintáknál csak a 180°C-os első menetrend okozott szignifikáns, kb.1100 N/mm²-es növekedést, a többi menetrend hatástalannak bizonyult.

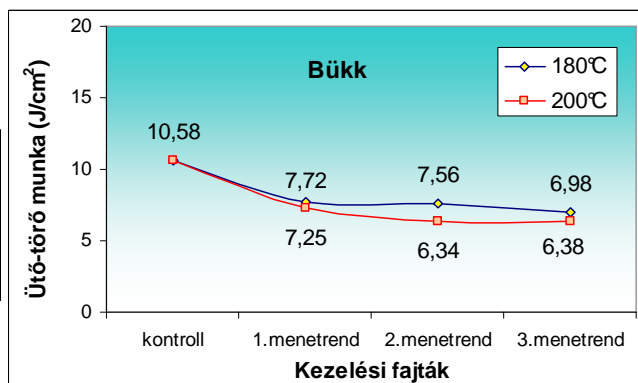
4.3.2. Ütő-törő munka

A vizsgálati eredményeim alátámasztották, hogy a hőkezelés a degradáció egy bizonyos fokán túl erősen csökkentő hatású a vizsgált faanyagok ütő-törő munkájára. A mérési eredményeket a **17. diagramcsoport** összegzi, a minták 25 darabosak voltak és a részletes adattáblázatokat a **3.2 számú melléklet** tartalmazza.

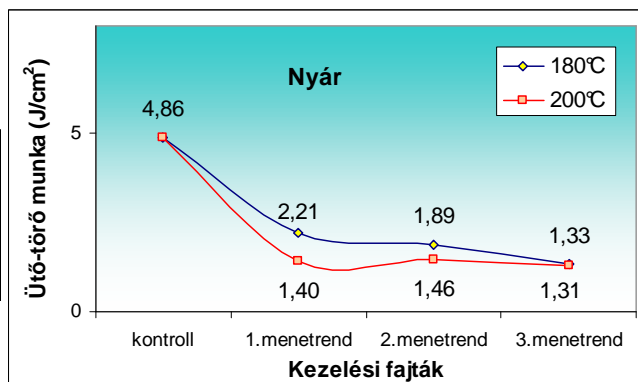
| Cser | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 10,22 | 2,93 | 10,22 | 2,93 |
| 1.menetrend | 9,00 | 3,68 | 6,01 | 2,13 |
| 2.menetrend | 9,28 | 3,74 | 6,09 | 2,19 |
| 3.menetrend | 7,75 | 2,67 | 6,26 | 2,13 |



| Bükk | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 10,58 | 1,56 | 10,58 | 1,56 |
| 1.menetrend | 7,72 | 2,73 | 7,25 | 1,86 |
| 2.menetrend | 7,56 | 2,22 | 6,34 | 2,84 |
| 3.menetrend | 6,98 | 2,57 | 6,38 | 2,04 |



| Nyár | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | |
|-------------|----------------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 4,86 | 0,99 | 4,86 | 0,99 |
| 1.menetrend | 2,21 | 0,75 | 1,40 | 0,95 |
| 2.menetrend | 1,89 | 0,82 | 1,46 | 0,75 |
| 3.menetrend | 1,33 | 0,76 | 1,31 | 0,73 |



17. diagramcsoport A hőkezelés hatása a ütő-törő munkára (w)

A kék, azaz a 180°C-os trendvonalakról megállapítható, hogy a cser kivételével már jelentős csökkenés tapasztalható a kontrollcsoportokhoz képest.

Cser esetében csak a harmadik menetrend mintaátlagja tér el szignifikánsan a kezeletlen faanyagétól. Itt az ütő-törő munka csökkenése kb. 24%-os. Bükk esetében már az első menetrend is szignifikáns, kb.26%-os csökkenést okozott, de a kezelési idő további növelése

már nem volt kimutatható hatással. A nyár próbatestek ütő-törő munkája a 180°C-os első menetrend esetében már kb.50%-os csökkenést mutattak. A kezelési idő növelése már itt sem csökkentette számottevően a mintaátlagokat. Egyedül az első és harmadik menetrend mintaátlagai között volt szignifikáns az eltérés.

A 200°C-os menetrendek fafajtól függetlenül szignifikánsan csökkentették az ütő-törő munkát, de az első menetrendhez képest tovább növelt kezelési idő már nem volt hatással a mintaátlagokra. Cser esetén kb. 40%-al, bükk esetén kb. 35%-al és a nyár faanyagnál pedig kb. 70%-al csökkent az ütő-törő munka. A számadatokon kívül a törési képek jellege is arról tanúskodik, hogy a hőbomlás egy szintjén túl a faanyagot egyre ridegebbé teszi. A tompa törések gyakorisága a hőbomlás előrehaladtával növekvő tendenciát mutat. A **32. ábra** a kezeletlen fa szálkás és a hőkezelt fa tompa törési képeit mutatja. Balról jobbra haladva a nyár, bükk, és végül a cser próbatestek láthatók az ütő-törő vizsgálatot követően.

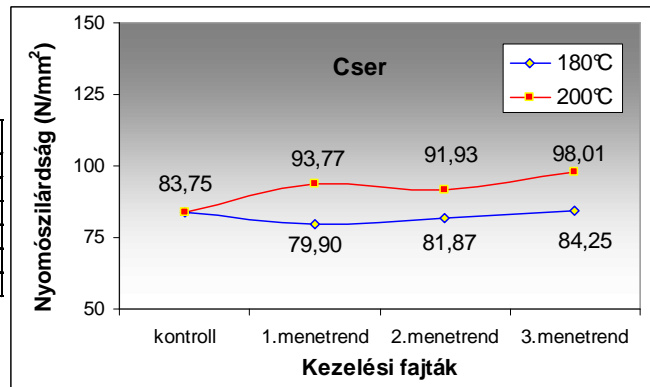


32. ábra A kezeletlen fa szálkás és a hőkezelt fa tompa törési képei
(balról jobbra: nyár, bükk, cser)

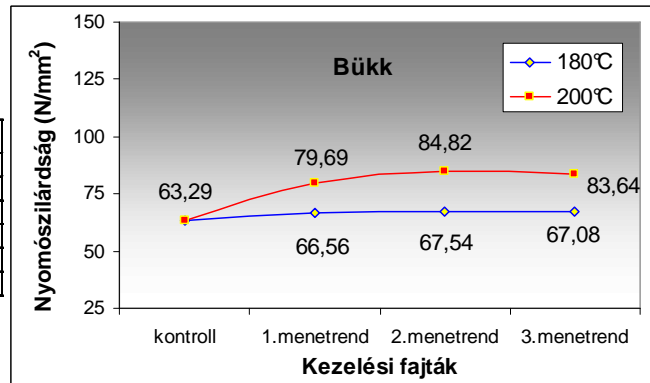
4.3.3. Rostirányú nyomószilárdság

A vizsgálati eredmények alapján megállapítottam, hogy a hőkezelés a faanyag hődegradációjának egy bizonyos szintje felett növeli a rostirányú nyomószilárdságot. A mérési eredményeket a **18. diagramcsoport** összegzi, a minták 25 darabosak voltak és a részletes adattáblázatokat a **3.3 számú melléklet** tartalmazza. A diagramokon a bükk és cser faanyagok 180°C-os, azaz a kék trendvonalait tekintve látható, hogy az egyes menetrendek mintaátlagai alig térnek el a kontrollcsoportokétól. A statisztikai elemzés is megerősítette, hogy ezen a hőfokon végzett menetrendek nem okoztak szignifikáns eltéréseket sem a kontrollcsoportokhoz képest, sem a hőkezelt minták között. 180°C-os hőkezeléseknek így nem volt kimutatható hatása a cser és bükk faanyag nyomószilárdságára. Ugyanezen a hőfokon hőkezelt nyár faanyagánál a mintaátlagok növekedése figyelhető meg. A harmadik menetrend hatására az eltérés már 20%-feletti, mely a 200°C-os első menetrendnél is hasonlóképpen alakult. E két menetrend hatása így azonosnak bizonyult. A 200°C-os első menetrendhez képest a kezelési idő további növelése már nem volt hatással a nyár rostirányú nyomószilárdságára. Míg bükk esetében a 200°C-os első menetrend mintaátlaga közel 30%-al, addig csernél csak kb. 12%-al magasabb, mint a hozzá tartozó kontrollcsoporté. A menetrendek mintaátlagai közötti eltéréseket vizsgálva megállapítottam, hogy az első menetrendhez képest a kezelési idő növelése e két faanyag esetében sem volt további hatással a nyomószilárdságra.

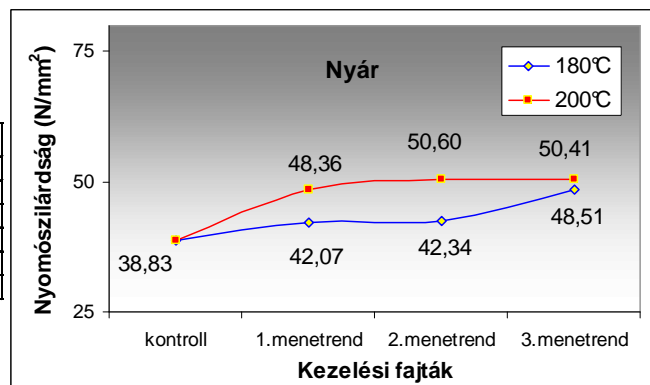
| Cser | Nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 83,75 | 9,52 | 83,75 | 9,52 |
| 1.menetrend | 79,90 | 9,77 | 93,77 | 9,12 |
| 2.menetrend | 81,87 | 10,01 | 91,93 | 9,23 |
| 3.menetrend | 84,25 | 10,56 | 98,01 | 9,91 |



| Bükk | Nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 63,29 | 6,02 | 63,29 | 6,02 |
| 1.menetrend | 66,56 | 7,02 | 79,69 | 9,08 |
| 2.menetrend | 67,54 | 8,80 | 84,82 | 9,81 |
| 3.menetrend | 67,08 | 8,93 | 83,64 | 8,36 |



| Nyár | Nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | |
|-------------|-----------------------------------------------------|------|-------|------|
| | 180°C | | 200°C | |
| | x | s | x | s |
| kontroll | 38,83 | 4,18 | 38,83 | 4,18 |
| 1.menetrend | 42,07 | 3,85 | 48,36 | 5,22 |
| 2.menetrend | 42,34 | 4,84 | 50,60 | 4,03 |
| 3.menetrend | 48,51 | 4,10 | 50,41 | 4,15 |

18. diagramcsoport A hőkezelés hatása a rostirányú nyomószilárdságra (σ_{ny})

4.4. A vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolatok

4.4.1. Korreláció vizsgálat

A hőkezelt faanyag, mint végtermék szempontjából nem a kezelési paraméterek és a vizsgált tulajdonságok összefüggései a lényegesek. Ezek szervesen a gyártáshoz kapcsolódó információk, melyeket a menetrendek ismertetése nélkül értelmetlenség lenne taglalni. A tudomány szempontjából inkább lényegesek azok az ismérvek, melyek általános érvénnyel állapíthatók meg a normál levegőben hőkezelt faanyagról. A korreláció vizsgálat középpontjában így az egyes tulajdonságok közötti összefüggések állnak. Az elemzést így értelemszerűen nem hőfokonként végeztem el, hanem a hat, paramétereiben különböző, kezeléshez tartozó tulajdonságok kapcsolatát vizsgáltam. A korrelációs együtthatókat a mintaátlagokra határoztam meg. A korrelációs együttható a vizsgált változók között fennálló összefüggés függvényében -1 és 1 közötti értékű. Ha a korrelációs együttható abszolút értéke minél közelebb van az egyhez, akkor annál szorosabb összefüggés állapítható meg a két vizsgált változó között. Amennyiben ez az érték inkább a nullához közelebbi, úgy két változó alakulása kevésbé áll összefüggésben egymással. A negatív előjel a változók közötti fordított arányosságra utal. Az elemzés eredményeiből megállapítottam, hogy a vizsgálati faanyagok hőkezelési tömegcsökkenése (Δm_h), egyensúlyi fanedvessége (u_{norm}), világossága (L^*) és a nedves sűrűsége (ρ_{nedv}) korrelálnak legjobban az egyéb tulajdonságokkal. Az **1. táblázat** az általam vizsgált faanyagok tulajdonságainak e legszorosabb összefüggéseit szemlélteti. A részletes adattáblázatokat a **4.1 számú melléklet** tartalmazza.

| Korrelációs együttható | Vizsgált tulajdonságok | | | | | | | | | | Abszolút értékben vett átlag | |
|------------------------|------------------------|------------|---------------|--------|---------------|------------|--------|--------|--------------|--------------|------------------------------|--------------|
| | L^* | σ_h | σ_{ny} | w | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | Δm_g | Δm_h | | |
| Δm_h | Cser | -0,954 | -0,982 | 0,929 | -0,922 | -0,933 | -0,956 | 0,978 | 0,983 | -0,939 | | 0,953 |
| | Bükk | -0,937 | -0,859 | 0,959 | -0,792 | -0,937 | -0,993 | 0,976 | 0,982 | -0,866 | | 0,922 |
| | Nyár | -0,978 | -0,981 | 0,893 | -0,660 | -0,951 | -0,917 | 0,919 | 0,929 | -0,952 | | 0,909 |
| u_{norm} | Cser | 0,981 | 0,932 | -0,848 | 0,927 | 0,845 | | -0,919 | -0,972 | 0,985 | -0,956 | 0,929 |
| | Bükk | 0,916 | 0,844 | -0,974 | 0,767 | 0,959 | | -0,967 | -0,982 | 0,881 | -0,993 | 0,920 |
| | Nyár | 0,933 | 0,928 | -0,935 | 0,818 | 0,814 | | -0,901 | -0,970 | 0,816 | -0,917 | 0,892 |
| L^* | Cser | | 0,952 | -0,845 | 0,953 | 0,867 | 0,981 | -0,925 | -0,954 | 0,982 | -0,954 | 0,935 |
| | Bükk | | 0,670 | -0,872 | 0,943 | 0,778 | 0,916 | -0,908 | -0,861 | 0,702 | -0,937 | 0,843 |
| | Nyár | | 0,980 | -0,948 | 0,736 | 0,883 | 0,933 | -0,870 | -0,923 | 0,956 | -0,978 | 0,912 |
| ρ_{nedv} | Cser | 0,867 | 0,959 | -0,978 | 0,848 | | 0,845 | -0,965 | -0,931 | 0,854 | -0,933 | 0,909 |
| | Bükk | 0,778 | 0,854 | -0,963 | 0,591 | | 0,959 | -0,924 | -0,972 | 0,877 | -0,937 | 0,873 |
| | Nyár | 0,883 | 0,940 | -0,752 | 0,431 | | 0,814 | -0,892 | -0,850 | 0,916 | -0,951 | 0,825 |

L^* - világosság, σ_h - hajlítószilárdság, σ_{ny} - nyomószilárdság, w- ütő-törő munka, ρ_{nedv} -nedves sűrűség, u_{norm} -egyensúlyi fanedvesség, DS_r - radiális dimenzióstabilitás, DS_t - tangenciális dimenzióstabilitás, Δm_g -gombabontás, Δm_h -hőkezelési tömegcsökkenés

1. táblázat A korrelációs együtthatók alakulása a vizsgált faanyagok tulajdonságait tekintve

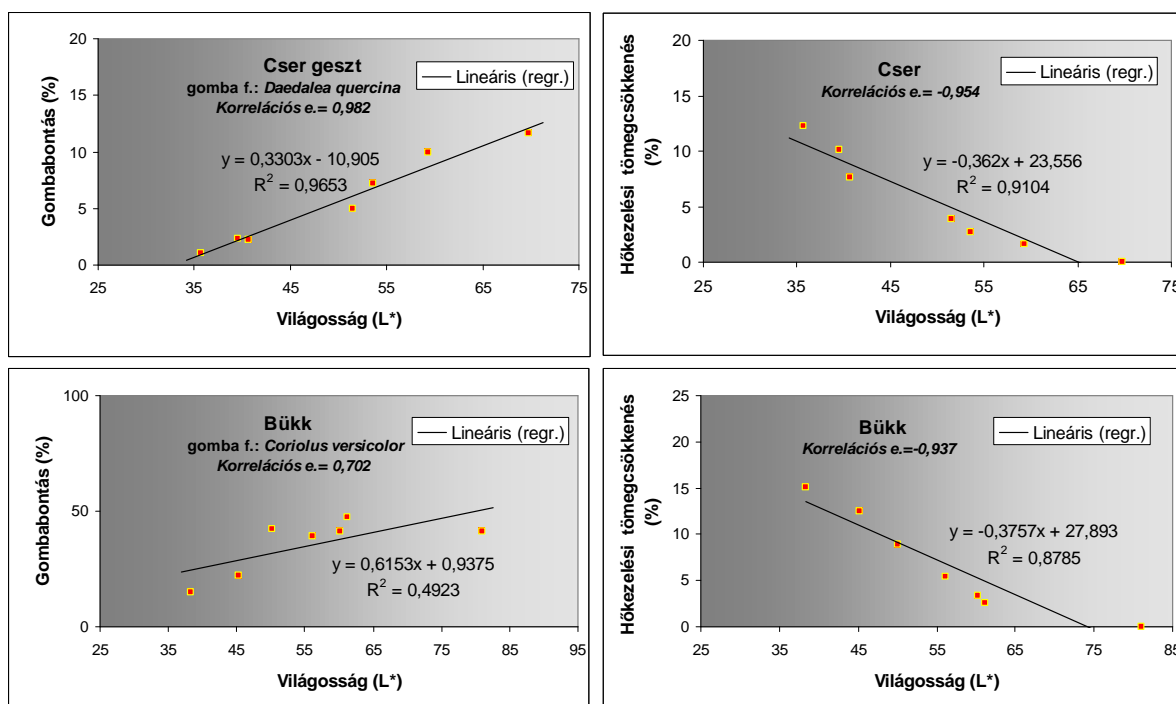
A hőkezelési tömegcsökkenés mértékéből számos egyéb tulajdonság alakulása előrejelezhető, mely az információszerzés helyét tekintve ez a gyártáshoz kapcsolható, és megállapításom szerint a levegőben történő hőkezelési folyamat egyik kiváló indikátora. Az egyensúlyi fanedvesség és nedves sűrűség pontos meghatározása idő és laborigényes feladat. A színmérés ellenben könnyen kivitelezhető és az általam használt spektrofotométerhez hasonlóan hordozható kivitelű mérőberendezést is alkalmazhatunk. A hőkezelt faanyag vizsgálatakor ügyelni kell arra, hogy a felület frissen gyalult legyen, mert a hőkezelés során a csapadékok miatt eltérő a fafelület színe. A későbbi vizsgálatok során is célszerű a felső rétegek eltávolítása, mert az esetleg fellépő fotodegradáció is megmászítja az eredményeket. A világosság meghatározásával így elég jó információt szerezhethetünk a levegőben hőkezelt faanyag degradációs fokáról és egyéb tulajdonságairól is. A kevésbé korreláló változókat, pl.

hajlító-rugalmassági modulusz, dagadási anizotrópia korrelációs együtthatóit a **4.1 számú melléklet** tartalmazza. Itt tartom fontosnak megjegyezni, hogy míg a sárga színezet a cser és bükk faanyagoknál mutat némi kapcsolatot a többi tulajdonsággal, a korrelációs együtthatók abszolút értékben vett átlaga 0,7 körüli, addig a nyár fájánál csak 0,25. A vörös színezet tekintetében épp ennek az ellenkezője figyelhető meg, ami a vizsgált faanyagok eltérő járulékos anyag tartalmával magyarázható.

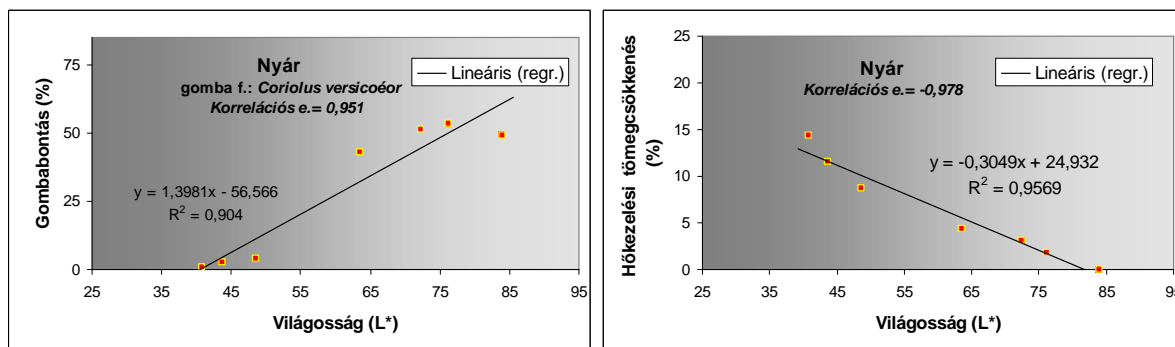
4.4.2. Regresszió vizsgálat

A regressziós analízis során vizsgálati tartományban az egyes tulajdonságok között felállítható összefüggéseket vizsgáltam. Céлом az volt, hogy a hat különféle kezeléshez tartozó változók mintaátlagai között felelhető függvénykapcsolatot modellezem. Nem volt céлом a legtökéletesebb illeszkedésű görbe megkeresése, hanem az egyenessel közelített összefüggés alkalmazhatóságát vizsgáltam meg. A regressziós együttható (R^2) értéke annál jobb illeszkedést mutat, minél közelebbi az értéke egyhez. A tökéletes illeszkedés $R^2=1$ esetén valósul, amikor a vizsgált pontok a rájuk illesztett függvény megfelelő pontjaival azonosak. A következőkben a diagramokon felvett pontok jobbról balra haladva rendre a kontroll, a 180°C-1.menetrend, a 180°C-2.menetrend, a 180°C-3.menetrend, a 200°C-1.menetrend, a 200°C-2.menetrend, a 200°C-3.menetrend mintáinak összetartozó értékeit mutatják.

A **19.a, b diagramcsoportok** bal oldala a dolgozat fő témáját alkotó gombaállóság és a világosság kapcsolatát szemlélteti, míg a jobb oldalon a hőkezelési tömegcsökkenés és a világosság összefüggései találhatók.



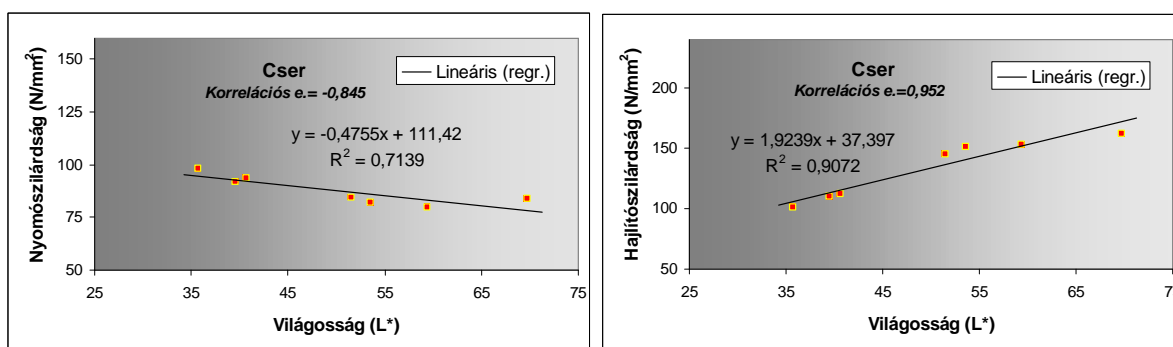
19.a diagramcsoport A vizsgálati faanyagok gombabontása és hőkezelési tömegcsökkenése a világosság függvényében



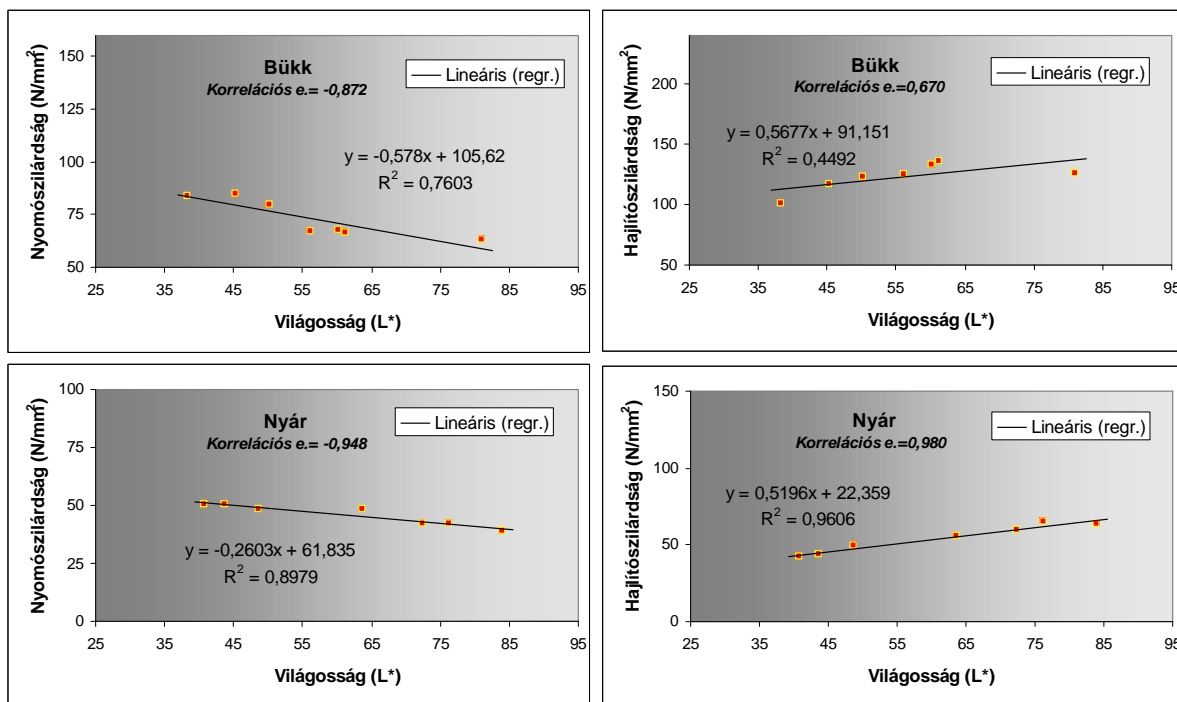
19.b diagramcsoport A vizsgálati faanyagok gombabontása és hőkezelési tömegcsökkenése a világosság függvényében

A diagramokon látható, hogy a nyár és cser geszt esetén közel lineáris kapcsolat tételezhető fel a gombabontás és a világosság között. A bükk esetében lineáris modelltől eltérő a függvénykapcsolat. Vizsgálataim alapján tehát a világosság csökkenésével a gombabontás is csökken, azaz a gombaállóság javul. A hőkezelési tömegcsökkenés, ahogy már a korrelációs elemzés is kimutatta rendkívül szoros kapcsolatban áll a vizsgált egyéb tulajdonságokkal. A világosság csökkenésével a hőkezelési tömegcsökkenés növekszik. A lineáris kapcsolattól kissé eltérnek a pontok, de a közelítés megfelelőnek mondható. A hőkezelési tömegcsökkenés és a gombabontás fafajtól függetlenül szoros kapcsolatban állnak egymással. A hőkezelési tömegcsökkenés növekedésével a gombabontás mértéke csökken. A gombabontás és a hőbomlás okozta tömegcsökkenés összegének alakulását a **4.3 számú melléklet** tartalmazza. Vizsgálataim alapján ez az összeg bükk esetében egy bizonyos szintig kissé növekedik, majd a 200°C-os kezelése hatására csökkenni kezd. Ez figyelhető meg a nyár faanyagánál is, s természetesen a gombabontás minimális szintje után már a további hőkezelés ismét növelné az összeget. Ez az ún. összesített degradációs tömegcsökkenés a cser gombabontásának minimalizálódásáig folyamatosan csökkent. Ezen eredményeim arról tanúskodnak, hogy nem csak a könnyen lebontható (hő, enzim hatására) kémiai alkotók hiányoznak a faanyagból, hanem a hőkezeléssel járó egyéb változások is befolyásolják a gombabontás csökkenését. Ilyenek lehetnek a faanyag csökkenő nedvesedési hajlama, vagy a bomlás során keletkező vegyületek (pl. furfurol, ecetsav származékok stb.), melyek fungicid hatással bírnak, s melyek a hőkezelt fa jellegzetes szagát is okozzák.

A vizsgálati faanyagok rostirányú nyomószilárdságát és hajlítószilárdságát a **20.a, b diagramcsoportok** mutatják világosság függvényében.



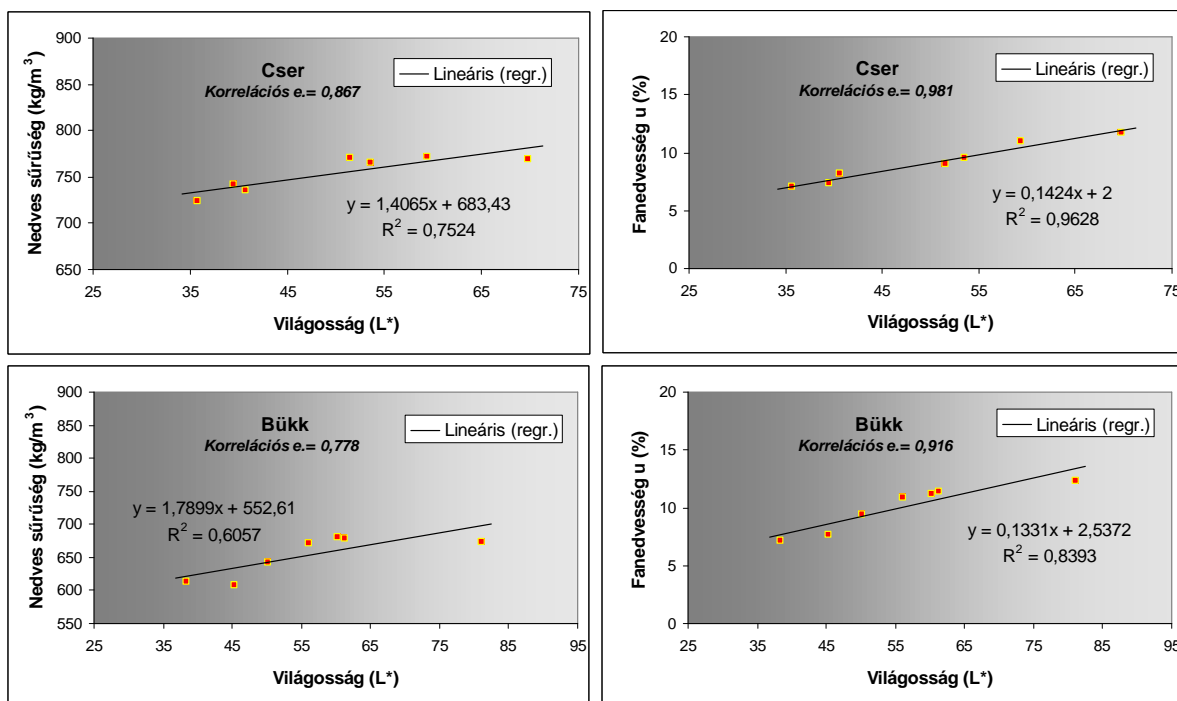
20.a diagramcsoport A vizsgálati faanyagok normál klímán vett rostirányú nyomószilárdsága és hajlítószilárdsága a világosság függvényében



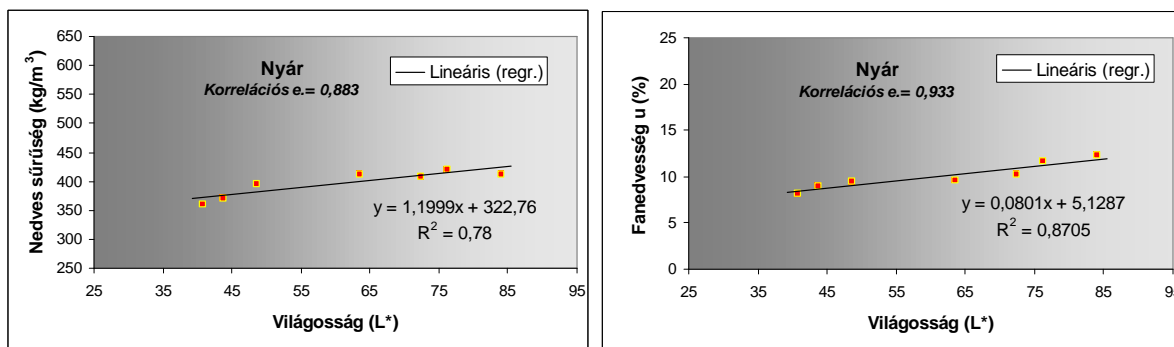
20.b diagramcsoport A vizsgálati faanyagok normál klímán vett rostirányú nyomószilárdsága és hajítószilárdsága a világosság függvényében

A vizsgálati fafajok nyomószilárdsága a világosság csökkenésével növekvő tendenciát mutat. A lineáris közelítés a nyár esetében mutatkozik a legjobbnak, míg a másik két faanyagnál lazább az egyenes illeszkedése a pontokra. Vizsgálataim alapján a hajítószilárdság nyár és cser faanyagoknál a világosság csökkenésével, jó közelítéssel, lineárisan csökken. Bükk esetében a lineáris összefüggéstől eltérő a kapcsolat.

A nedves sűrűség és fanedvesség alakulását a világosság függvényében a **21.a, b diagramcsoportok** szemléltetik.



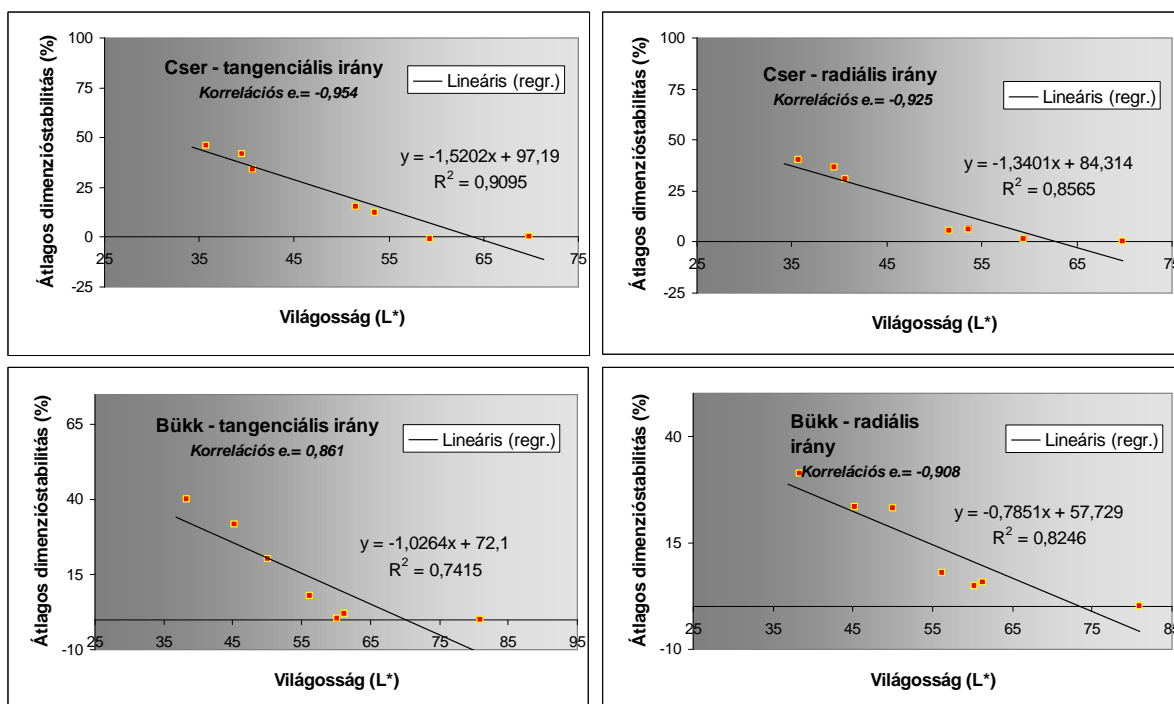
21.a diagramcsoport A vizsgálati faanyagok normál klímán vett nedves sűrűsége és egyensúlyi fanedvessége (u) a világosság függvényében



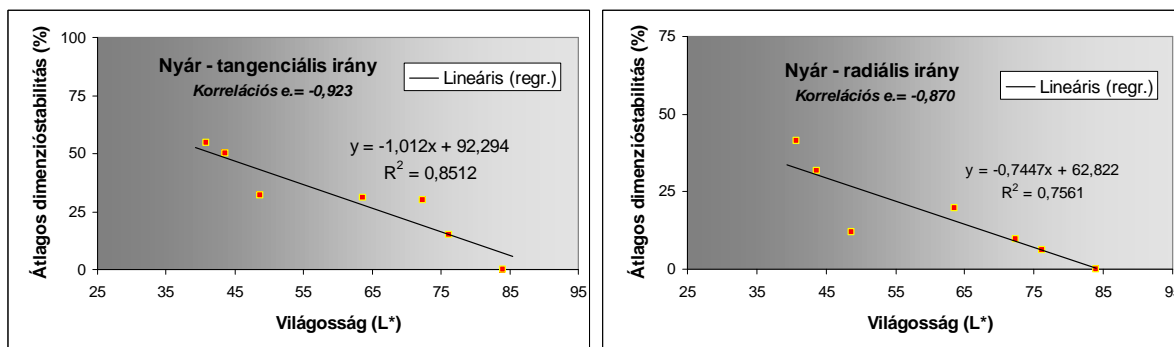
21.b diagramcsoport A vizsgálati faanyagok normál klímán vett nedves sűrűsége és egyensúlyi fanedvessége (u) a világosság függvényében

A világosság csökkenésével mind az egyensúlyi fanedvesség, mind a nedves sűrűség is csökken. A fanedvesség és világosság kapcsolata fajtától függetlenül jó közelítéssel lineáris, míg a nedves sűrűség, ugyancsak fajtától függetlenül, ettől kissé eltérő jelleget mutat.

A vizsgált faanyagok átlagos tangenciális dimenzióstabilitásának alakulását a világosság függvényében a **22.a, b diagramcsoportok** bal oldali részei szemléltetik. A cser és nyár faanyagok esetében a két tulajdonság közötti kapcsolat jó közelítéssel a lineáris. Bükk esetében a hőkezelt faanyag pontjai közel egy egyenesbe esnek, de a kezeletlen mintához tartozó értékek ettől nagy eltérést mutatnak. Fajtától függetlenül a világosság csökkenésével a tangenciális dimenzióstabilitás növekedik. A radiális dimenzióstabilitás a tangenciálishoz hasonlóan növekedik a világosság csökkenésével. Mindhárom faj esetében a lineáris közelítés közel azonos illeszkedést mutat.

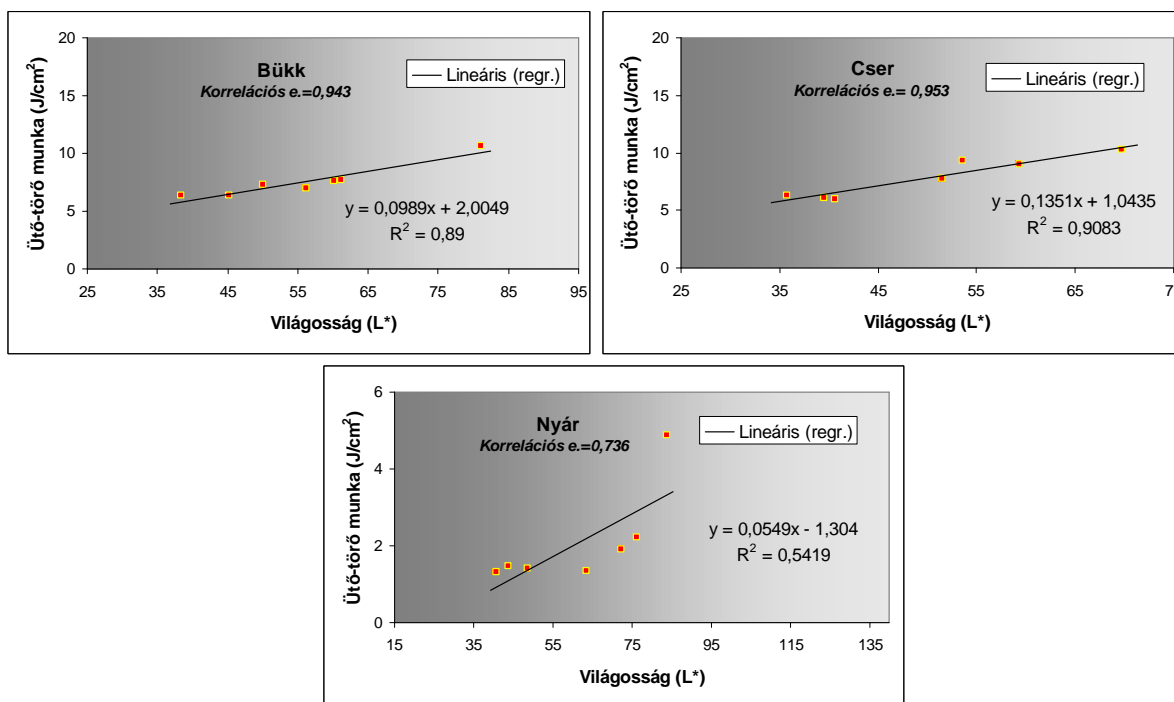


22.a diagramcsoport A vizsgálati faanyagok tangenciális és radiális dimenzióstabilitása a világosság függvényében



22.b diagramcsoport A vizsgálati faanyagok tangenciális és radiális dimenzióstabilitása a világosság függvényében

Míg az ütő-törő munka és a világosság kapcsolatát a bükk és cser faanyagoknál egyenessel közelíthetjük, addig a nyár esetében a lineáris modelltől eltérőnek vehető a kapcsolat. Itt a vizsgálatok alátámasztják, hogy a világosság csökkenésével az ütő törő-munka is csökken. Az összefüggéseket a **23. diagramcsoport** mutatja.



23. diagramcsoport A vizsgált faanyagok normál klímán vett ütő-törő munkája a világosság függvényében

Vizsgálataim alapján a dagadási anizotrópia a cser és bükk faanyagok esetén kevésbé állt szoros kapcsolatban a világossággal, de a nyár esetében a világosság csökkenésével a dagadási anizotrópia közel egyenes arányban csökkent (**4.2 számú melléklet**).

A fenti diagramokat értékelve elmondható, hogy az általam végzett hőmérséklettartományban az összetartozó mintaátlagok jó közelítéssel lineáris kapcsolatban állnak egymással. Sok esetben a kontrollcsoport mintaátlaga is megfelelően illeszkedik a regressziós egyenesre, ám egyes esetekben (pl. a nyár legutóbbi diagramján) csak a vizsgálati tartományt célszerű értékelnünk.

5. Összefoglalás

Értekezésem első részében a faanyag-modifikáció témakörébe tartozó hőkezelés tudományos és ipari előzményeit, a hőkezelt faanyag legfontosabb alaptulajdonságait és térségünk neves kutatóintézeteinek eredményeit foglaltam össze. Reményeim szerint e fejezetrész a témával kapcsolatos magyar nyelvű szakirodalmat méltóan kiegészíti. A főleg külföldi szakirodalommal rendelkező hőkezelés eredményeiből és az előkísérleteimből kiindulva 180 és 200°C-on végeztem termikus kezeléseket cser, bükk és pannónia nyár faanyagokkal. A külföldi eljárások elemzése alapján a faanyag száraz, normál levegőben történő hőkezelésére sikerült olyan menetrendeket felállítanom, melyek félüzemi szinten minőségi hőkezelt faanyagok előállítását tették lehetővé. A kutatásom során olyan ismeretanyag birtokába jutottam, mellyel reményeim szerint mind egyetemünk, mind a hazai ipar szakmai és gazdasági fejlődését szolgálhatom. A kifejlesztett menetrendek dokumentációja jelenleg iparjogvédelmi szerződés tárgyát képezi, mely megalapozza a megszerzett tudás jövedelmező ipari hasznosulását.

Vizsgálataim alapján megállapítható, hogy a hőkezelés következtében a vizsgált faanyagok tulajdonságai a lezajló fizikai és kémiai folyamatok eredményeként megváltoznak. A hőhatás következményeként megindul a kémiai összetevők bomlása, a faanyag zsugorodik és egy kompaktabb szerkezet alakul ki. Az -OH csoportok lehasadásával, és szférikus okok miatt a szerkezet higroszkóposága mérséklődik, az egyensúlyi fanedvesség csökken, s ennek következtében a hőkezelt faanyagok méretstabilitása növekedik. Eredményeim alapján egyértelműen megállapítható volt, hogy a hőkezeléssel csökkenthető a gombabontás mértéke is, s így a vizsgálati faanyagok gombaállósága jelentősen növelhető. Ezzel lehetőség nyílik a faanyagok kültéri alkalmazására, mint pl. járófelületek, burkolatok kialakítása. A farontó gombákkal szembeni ellenálló-képesség növelése mellett más, bizonyos felhasználási területek szempontjából fontos változások is fellépnek. Nagyon karakterisztikus a kezelés színmódosító hatása, mely nem csak a faanyag sötétebb színárnyalatainak elérését teszi lehetővé, hanem az egyes farészek színbeli különbségeit, kontrasztját is csökkentheti. Ezáltal az így kezelt faanyagok beltéri felhasználási köre is szélesedik, mint pl. burkolatok, dekorációs felületek kialakítása. A szakirodalmi adatok alapján azonban elmondható, hogy az így kialakult módosult szín, a kezeletlen fáéhoz hasonlóan, UV fény hatására változik, nem tekinthető stabilnak. A faanyagvédelmi és színmódosító célú kezelés esetén figyelemmel kell lenni a módosult szilárdsági tulajdonságokra, ugyanis a termék későbbi élettartamát nagymértékben befolyásolják. A szilárdsági értékek változása arra enged következtetni, hogy a színmódosító kezeléseket a lehető legalacsonyabb hőmérsékleten kell végrehajtani. A faanyagvédelmi szempontú modifikálás során a magasabb hőfokon végzett kezelések esetleges nem kívánt hatásaival is számolni kell (pl. a faanyag jellegzetes szaga). Hangsúlyoznom kell azonban azt a tényt, hogy hőkezeléseimet normál légköri levegőben végeztem, mely az oxidatív bomlásfolyamatoknak kedvez. A kezelőközeg megválasztása, mely meghatározza a technológiát, kulcsfontosságú a végtermék és az egyéb keletkező anyagok milyenségét illetően, döntő jelentőségű a kezelés költségeit és a környezeti terhelést tekintve. Az általam alkalmazott eljárás költségkímélő jellege mellett megemlíthető, hogy a bomlásfolyamatok során keletkező gázok, csapadékok kezeléséről gondoskodni kell és erősen korrozív hatásúak, mely tények egyéb kérdéseket vethet fel. Faanyagvédelmi vonatkozásban a növekvő gombaállóság mellett megemlíthető, hogy a faanyag teljes keresztmetszetében tartósan 100°C hőmérséklet fölé emelkedik, mely hőhatás a fában lévő farontó organizmusok pusztulását okozza.

5.1. Az új tudományos eredmények tézisszerű összegzése

5.1.1 A hőkezelési technológiára vonatkozó új eredmények

Laboratóriumi és félüzemi kísérletsorozattal optimális menetrendeket dolgoztam ki a cser, bükk és pannónia nyár faanyagok száraz termikus modifikálására. 180 és 200°C-on három különböző hőtartási idővel végeztem száraz hőkezeléseket, melyek menetrendjei a minőségi hőkezelt faanyag előállítását célozták. Kísérleteim igazolták, hogy a faanyagban lévő kötött víz szerepe nagy a végtermék minőségét illetően.

5.1.2 Gombaállóságra vonatkozó új eredmények

Gombaállósági vizsgálataimmal igazoltam, hogy a levegőben történt 200°C-os hőkezelés hatására a pannónia nyár ellenálló-képessége a lepketapló enzimatikus bontásával szemben közel 40%ponttal, míg a bükké 25%ponttal növelhető a kezeletlen faanyagokhoz képest. Így, e két faanyag természetes állapotban közel azonos ellenálló képessége a pannónia nyár esetében módosult erőteljesebben.

Vizsgálataim alapján a 200°C-os hőkezelés hatására a cser gesztje és szíjácsa azonos, 3% alatti gombabontást szenvedett a labirintustapló által, mely jelenséget a faalkotók fungicid bomlástermékeinek és a faanyag lecsökkent hidrophil jellegének tulajdonítok. A cser gesztje az MSZ EN 350 szerint a közepesen tartós kategóriába sorolandó, míg a szíjácsa a gyengén tartós faanyagok közé tartozik. A 200°C-os hőkezelések eredményeiből arra a következtetésre jutottam, hogy a labirintustapló enzimatikus bontásával szemben a hőkezelt geszt és a szíjács már nem tekinthető a tartósság tekintetében különbözőnek, jóllehet a kezeletlen gesztnél még feleakkora (12%-os) gombabontást tapasztaltam. A 200°C-os hőkezelés hatására a gombabontás mértéke mindkét faszöveti résznél 3%-alá csökkent, amiből megállapítható volt, hogy a hőkezelt cser szíjács ellenálló-képességének javulásánál nem a járulékos anyagok a meghatározóak. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a gombabontás csökkenése nem csupán a hőkezelés okozta tömegcsökkenés mértékével azonos, hanem azon felüli mértékű. Ennek egyenes következménye, hogy a degradáció fungicid hatású melléktermékei és a faanyag csökkent higroszkóposága is hozzájárul a rezisztencia növekedéséhez.

5.1.3 A fa és víz kapcsolatával összefüggő új eredmények

Igazoltam, hogy vizsgálati faanyagok 200°C-os hőkezelésével a légszáraz fanedvesség 4-5%pontal csökkenthető. A normál klímán meghatározott egyensúlyi nettó fanedvesség értékeiből igazoltam, hogy a 200°C-os hőkezelés hatására a sejtfalban kötött víz mennyisége a kezeletlen fa mintaátlagainak 12%-körüli értékéhez képest bükknél és csernél 7%-ra, míg a pannónia nyár esetén 8%-ra csökkenthető. **Megállapítottam, hogy a csökkenő egyensúlyi fanedvesség a 180°C-os kezeléseknél a hődegradáció hajlítószilárdság csökkentő hatását egy bizonyos szintig kompenzálja.**

Eredményeimmel alátámasztottam, hogy a vizsgálati faanyagok 200°C-os kezelése a dimenzióstabilitást 30% feletti mértékben javítja. A tangenciális dagadás meghatározásával igazoltam, hogy a 200°C-on végzett hőkezelésekkel vizsgált faanyagok maximális dagadása cser és pannónia nyár esetében közel 50%-kal és bükk esetében 40%-kal csökkenthető. A maximális radiális irányú dagadás cser és nyár esetében 40%-kal míg bükknél 30%-kal volt javítható ugyanezen a hőfokon.

Megállapítottam, hogy a 200°C-on hőkezelt cser és bükk faanyagok dagadási anizotrópiája kis mértékben, míg a pannónia nyáré akár 20%feletti mértékkel csökken.

5.1.4 A hőkezelési tömeg és méretváltozásokkal kapcsolatos új eredmények

Megállapítottam, hogy a cser, bükk, pannónia nyár faanyagok keresztmetszeti kontrakciója a 200°C-os kezelés hatására 5%feletti mértékű. A 180°C-os kezeléseknél bekövetkezett változások nem jelentősek, a térfogati kontrakció értéke 3% alatti. A 200°C-os kezeléseknél bükk esetében 8,73%-os, a csernél 6,34%-os, a nyárnál 5,21%-os maximális térfogati kontrakciót tapasztaltam, mely lényegében csak keresztmetszeti méretcsökkenést jelentett a szinte kimutathatatlan rostirányú változások figyelembevételével.

A vizsgálati eredményeimből megállapítottam, hogy a vizsgált faminták hőkezelési tömegcsökkenése a 180°C-os kezeléseknél maximálisan csak 3-5%, addig 200°C-on már 10-15% közötti értékű.

A sűrűség meghatározásával igazoltam, hogy 180°C-on a kontrakció és a tömegcsökkenés ellenére a vizsgálati faanyagok nedves sűrűsége nem változik, de 200°C-on már 7-12%-kal csökken.

5.1.5 A színmérésre vonatkozó új eredmények

A színmérés során kimutattam, hogy a vizsgált faanyagok világossága (L^*) a 200°C-os kezelés hatására a felére csökkenthető. Míg a natúr bükk és pannónia nyár minták világossága a közel azonos 80-84 értékről 40-re, addig cser geszt esetében a kezeletlen minták 70-es értéke ugyancsak közel a felére (36-ra) módosult a 200°C-os kezelés hatására.

Megállapítást nyert, hogy a sárga és vörös színezet színkoordináták a hőkezelés hatására kezdetben növekednek, majd a faanyag egy degradációs szintjét elérve már csökkenő tendenciát mutatnak.

Méréseim alapján a hőkezelés a cser szíjácsa és gesztje közötti teljes színeltérést a kezelés hőfokától függetlenül 70-75%-al csökkenti.

Álgesztes bükköt vizsgálva az eredményeim igazolták, hogy 180°C-on a színeltérés 60%-al csökkenthető, ám a 200°C-os kezeléseknél az álgeszt határfelületeinek színeltérései már növelték az inhomogenitást.

5.1.6 A mechanikai vizsgálatok eredményeire vonatkozó új eredmények

A mechanikai vizsgálatok eredményei alapján megállapítottam, hogy a hajlítószilárdság a 200°C-os kezelése hatására csernél 40%-kal, büknél 20%-kal és pannónia nyárnál 34%-kal csökkent.

Megállapítottam továbbá, hogy a fajlagos ütő-törő munka cser és bükk esetében 40%-os, míg pannónia nyárnál 70% feletti maximális csökkenést szenvedett a 200°C-os hőkezelés hatására.

Bebizonyosodott, hogy a dinamikus hajlítás során a próbatestek tompa törésének gyakorisága a 200°C-os kezeléseknél növekedik.

A vizsgálati eredményeim alapján megállapítást nyert, hogy a cser, bükk, pannónia nyár rostirányú nyomószilárdsága hőkezelés hatására szignifikánsan nő, mely jelenséget a keresztmetszeti kontrakció hatásának tulajdonítottam.

5.1.7 A vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolatokra vonatkozó új eredmények

A korrelációs együtthatók vizsgálatánál megállapítottam, hogy a vizsgálati faanyagok hőkezelési tömegcsökkenése nem csak a hőkezelés során végbement hőbomlás fokát mutatja meg, hanem a legjobb indikátora a várható fizikai és mechanikai tulajdonságoknak.

Megállapítottam, hogy a vizsgálat faanyagok várható gombaállóságának, hajlító-, nyomószilárdságának, fajlagos ütő-törő munkájának és dagadásának az előrejelzése a gyakorlat számára legegyszerűbben a világosság mérésével történhet.

A vizsgálati faanyagok 180 és 200°C-os menetrendjeihez tartozó gombaállósági, hajlító- és nyomószilárdsági, fajlagos ütő-törő munkai, sűrűségi és dagadási átlagértékei a világosság függvényében egy egyenes mentén helyezkednek el, melyből **megállapítottam, hogy a végtermék tulajdonsága a degradációs fok függvénye és az, hogy ezt 180 vagy 200°C-on értem el teljesen lényegtelen.**

5.2. Gyakorlati hasznosítás lehetőségei

Laboratóriumi és félüzemi kísérletsorozatok eredményei, a kidolgozott menetrendek az ipari méretekben történő cser, bükk és pannónia nyár faanyagok száraz termikus kezelését alapozták meg. A hőkezelés kedvező hatása a gombaállóság javulására lehetővé teszi az így modifikált faanyagok kültérben való szélesebb körű alkalmazhatóságát. Vizsgálataim eredményei megalapozhatják a hazai hőkezelt faanyagokkal kapcsolatos egyéb, még fel nem tárt kérdések tisztázását. Az eredmények tükrében kijelenthető, hogy a kültéri tartóssági vizsgálatok, illetőleg a bomlástermékek emissziójának, fából történő kioldódásának vizsgálatai is szükségszerűvé váltak. A kedvező színhomogenizáló hatás segíthet az alacsonyabb értékű faanyagok értéknövelésében. Az álgesztes bükk hőkezeléssel történő színhomogenizálása hozzájárulhat a felhasználási területének szélesítéséhez. Az esztétikai célú színmódosító kezelések segíthetnek a sötét tónusú egzóta fafajok hazai lombosokkal történő kiváltásában, mely nem csak költségkímélő, de a hazai gazdaságot is élénkítheti. A hőkezelés jótékony hatása a dimenzióstabilitásra a hőkezelt fa új alkalmazási területeken való megjelenését biztosítja. Új irányzatként a furnérok hőkezelésével a rétegeltlemez gyártás és a ragasztott panelek, burkolatok gyártása említhető. Eredményeim a faanyag egyéb tulajdonságaira vonatkozólag körvonalazzák a hőkezelt cser, bükk és pannónia nyár alkalmazási lehetőségeit. A tömegcsökkenésre vonatkozó megállapításaim a gyártás során keletkező bomlástermékek várható mennyiségét teszik megbecsülhetővé, mely a gyártás körülményeit is befolyásolja. A hőkezelési kontrakcióval és a nedvesség hatására bekövetkező dagadással kapcsolat megállapításaim lehetővé teszik a hőkezelt faanyagok légszáraz köbtartalmának meghatározását, s ezzel a „faanyagveszteség” számítását. A maximális dagadás ismerete információt nyújt a kültéri hőkezelt burkolatok fektetési hézagainak tervezésében, s a mechanikai vizsgálatok eredményei a hőkezelt fából készült szerkezetek méretezésénél hasznosíthatók. A színméréssel kapcsolatos eredményeim a jövőben hozzájárulhatnak a hazai hőkezelt faanyagok gyors minősítéséhez. A gyártó számára a világosság (L^*) meghatározása egyszerűen megoldható, mellyel értékes információk birtokába juthat az egyéb tulajdonságok tekintetében és egyéb költséges anyagvizsgálatokat spórolhat meg.

A hazai lombos alapanyagok hőkezelésével reményem szerint hozzájárulhatunk a közeljövőben országunk faiparának fellendüléséhez.

5.3. A témához kapcsolódó tudományos közlemények

1. HORVÁTH N.: „A faanyagvédelem jelentősége”-előadás RODOSZ -Konferencia Kolozsvár, felelős rendező Romániai Doktoranduszok Szövetsége, megjelent: Konferencia-kiadvány, 2003
2. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S.: „Hitzebehandlung von Holz”-poszter, megjelent a 3. Europäische Thermoholz- Workshop konferencián, felelős rendező IHD-Dresden 2004
3. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S.: „Hitzebehandlung von Zerreiche-Ergebnisse”-poszter, megjelent a 4. Europäische Thermoholz –Workshop Leipzig, konferencián, felelős rendez: IHD-Dresden 2005
4. HORVÁTH N., CSUPOR K.: „A fa termikus modifikálása”-poszter, megjelent a Ligno Novum-2004 alkalmából rendezett „ A minőségi hengeresfa feldolgozás fejlesztésének új kihívásai” konferencián Dr. Csupor Károly a „A faanyagok védelemének új lehetőségei” c. előadásához kapcsolódóan
5. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S., NÉMETH R.: “The effect of thermal modification on the durability of wood against fungal decay”-poszter, megjelent: Proceedings of the 5th International Symposium Wood Structure and Properties '06. Technical University in Zvolen, Slovakia
6. HORVÁTH N.: „Termikus kezelés” c. alfejezet, megjelent könyvrészletként Molnár S., Várkonyi G. (szerk.) “Parketták, fapadlók” c. -könyvben, Szaktudás Kiadóház Zrt. Budapest, 2007
7. HORVÁTH N., MOLNÁR S., NIEMZ P.: „Untersuchungen zum Einfluss der Holzfeuchte auf ausgewählte Eigenschaften von Fichte, Eiche und Rotbuche”-cikk, megjelent: Holztechnologie (kiadó: IHD-Dresden) 2008/1 oldal: 10-15.
8. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S.: „A hőkezelés hatása a Bükk (*Fagus sylvatica* L.) és a Csertölgy (*Quercus cerris* L.) tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra” Faipar, a cikk szerkesztőségileg elfogatta, várható megjelenés 2008 májusa
9. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S.: „Vegyszermentes faanyagvédelem, A hőkezelés hatása a bükk (*Fagus sylvatica* L.) és a csertölgy (*Quercus cerris* L.) faanyagok tulajdonságaira-cikk, Magyar asztalos és faipar 2008/4. 135-137.o.
10. HORVÁTH N.: „Untersuchungen an thermisch behandelten Laubhölzern” 5. Thermoholz Workshop Dresden-2008 április 24.-25. Konferencia-kiadvány 2008 1.-6.o. kiadó: IHD- Dresden
11. HORVÁTH N., CSUPOR K., MOLNÁR S.: „Vegyszermentes faanyagvédelem - A faanyag hőkezelése” Hírfa 2008/4 34. o.

6. Irodalomjegyzék

6.1. Ábraforrás

- 1. ábra:** KÜRSTEN E.: (2005) Möglichkeiten "neu geschaffener" Holzarten- Holz-Zentralblatt 83/2005/1101 ill. <http://www.holzfragen.de/seiten/ecwm.html>
- 2. ábra:** SCHEIDING W.: (2004) 1. Vortrag „2. Thermoholz Workshop”, Tagungsband - CD, IHD -Dresden-2004 május 6-7. cím: Thermoholzproduktion in Europa
- 3. ábra:** ThermoWood Handbuch Abb. 1-1 Produktionsvorgangschema
http://www.hoka-germany.com/fileadmin/Lieferant_FTA/Thermowood_Handbuch_deutsch.pdf
- 4. ábra:** NÉMETH K.: (1998) A faanyag degradációja -Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest , 22.oldal 1/5.ábra cím: A cellulóz termikus bomlása oxidatív és inert atmoszférában
- 5. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien, Abbildung 24 –Veränderung des Pentosananteils abhängig von Temperatur und Zeit, 50.oldal
- 6. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 25 –Veränderung des Ligninanteils abhängig von Temperatur und Zeit, 52.oldal
- 7. ábra:** NÉMETH K.: (1998) A faanyag degradációja -Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest , 18.oldal 1/3.ábra cím: A faanyag termikus bomlása oxidatív atmoszférában (a járulékos anyagok hatása)
- 8. ábra:** NIEMZ P. BÄCHLE F. (2004) 2. Vortrag „2. Thermoholz Workshop”, Tagungsband - CD, IHD -Dresden-2004 május 6-7. cím: Thermische Vergütung von Holz / Rasterelektronische Aufnahmen
- 9. ábra:** NYME.:(2006a) Kutatási részjelentés GVOP „Vegyszermentes faanyagvédelem”
- 10. ábra:** NYME.:(2006b) HORVÁTH N, CSUPOR K, MOLNÁR S. Holzmodifikation - Hitzebehandlung -poszter- Thermoholz Workshop - Leipzig -2006
- 11. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 30 , Zusammenhang von Behandlungstemperatur und Masseverlust – 74.oldal
- 12. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Zusammenhang von Behandlungstemperatur und dem maximalen tangentialen Quellmaß, Abbildung 31, 76.oldal
- 13. ábra:** PATZELT M, Stingl R, Teischinger A.: (2002) Thermische Modifikation von Holz und deren Einfluss auf ausgewählte Holzeigenschaften. In: Lignovisionen: Modifiziertes Holz -Eigenschaften und Märkte, Hrsg.: VHÖ/IHF,BOKU Wien, Abb 16 - Sorptionseigenschaften von thermisch modifiziertem Holz, 127.oldal

- 14. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 33 – Zusammenhang von Behandlungstemperatur und der Holzausgleichsfeuchtigkeit, 77. oldal
- 15. ábra:** Niemz P.: (1993) Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, DRW-Verlag Leinfelden-Echterdingen, Abb. 6/2 Wärmeleitfähigkeit von Holz senkrecht zur Faserrichtung in Abhängigkeit von Rohdichte und Feuchtegehalt, 91. oldal
- 15. ábra:** jobb, KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 7 – Wärmeleitung als Funktion von Temperatur, Dichte und Porosität r in a) Längsrichtung und b) Querrichtung, 14. oldal
- 16. ábra:** CSONKÁNY R.R.: (2005) A flavonolok és a faanyag termikus átalakulása – PhD. értekezés, NYME-Sopron, 39. oldal: 12. ábra Az akác világosságának változása a termikus kezelés idejének és hőmérsékletének függvényében és 13. ábra A nyár világosságának változása a termikus kezelés idejének és hőmérsékletének függvényében
- 17. ábra:** NIEMZ P. BÄCHLE F. (2004) 2. Vortrag „2. Thermoholz Workshop“, Tagungsband - CD, IHD -Dresden-2004 május 6-7. cím: Thermische Vergütung von Holz / Farbgebung/ -beständigkeit
- 18. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 35 – Änderungen von verschiedenen Festigkeiten mit steigender Behandlungstemperatur, 81. oldal
- 19. ábra:** NIEMZ P. BÄCHLE F. (2004) 2. Vortrag „2. Thermoholz Workshop“, Tagungsband - CD, IHD -Dresden-2004 május 6-7. cím: Thermische Vergütung von Holz / Brinell – Härte
- 20. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien , Abbildung 36 – Zusammenhang zwischen Behandlungsdauer, Holzfeuchte und pH-Wert, 83. oldal
- 21. ábra:** KRAUS B.: (2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien, Abbildung 37 – Zusammenhang zwischen Behandlungstemperatur und der Anzahl der freien Radikale. 84. oldal
- 24. ábra:** Faipari műveletek elmélete.: (1994) Szerkesztette: dr. Sitkei György Mezőgazdasági szaktudás Kiadó, Bp. 24. ábra Közepes fajhő a hőmérséklet és a nedvességtartalom függvényében, 54. oldal
- 27. ábra:** CIE-Lab színínger tér: <http://druckfarbendoc.de/go/doc/artikel/abstimmung-von-schmuckfarben/>

6.2. Hivatkozásjegyzék

- BACK EL.: (1991) Oxidative activation of wood surfaces for glue bonding. Forest Prod. J. 41(2): 30-36
- BARLAI E.: (1961) „Fanemesítés termikus eljárással” FAIPARI KUTATÁSOK 1961. 1.SZÁM, Mezőgazdasági Kiadó Bp. 79. oldal
- BOURGOIS J, BARTHOLIN M C, GUYONNET R.:(1989) Thermal treatment of wood: analysis of the obtained product, Wood Science and Technology, 23.:303-310
- BOURGOIS J, GUYONNET R.: (1988) Characterization and analysis of torrefied wood. Wood Science and Technology /1988/ 22: 143-155
- BOURGOIS J, JANIN G és GUYONNET R.:(1991) La mesure de couleur:une méthode d'étude et d'optimisation des transformations chimiques du bois thermolysé. Holzforschung 45:377-382
- BOSSHARD H.: (1984) Holzkunde Bd.3, Aspekte der Holzbearbeitung und Holzverwertung. Birkhäuser Verlag, Basel
- BREINER T.: (1983) Exterior Particleboard bonded with oxidative pre-treatment and crosslinking agent. Holzforschung 37(2):69-78
- BOBLETER O és BINDER H.: (1980) Dynamischer hydrothermalmer Abbau von Holz. Holzforschung 34:48-51
- BURMESTER A.: (1973) Einfluss einer Wärme-Druck-Behandlung halbtrockenen Holzes auf seine Formbeständigkeit. Holz als Roh- und Werkstoff 31: 237-243
- BURMESTER A.: (1974a) Erfolgreiche Quellungs-Vergütung mit einfachen Mitteln (1) - Die Wärme-Druck-Behandlung - ein Verfahren mit guten Voraussetzungen für eine Realisierung. Holz- und Kunststoffverarbeitung 8/74: 534-538
- BURMESTER A.: (1974b) Erfolgreiche Quellungsvergütung mit einfachen Mitteln (2) – Die Wärme-Druck-Behandlung von Holzwerkstoffen - technische Durchführung Wirtschaftlichkeit. Holz- und Kunststoffverarbeitung 8/74: 610-615
- BURMESTER A.: (1975a) Zur Dimensionsstabilität von Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 33: 333 – 335
- BURMESTER A, Wille W.E.: (1975b) Untersuchungen zur Formbeständigkeit von Teakholz. Holz als Roh- und Werkstoff 33: 147-150
- BURMESTER A, Wille W.E (1976) Quellungsverminderung von Holz in Teilbereichen der relativen Luftfeuchtigkeit - Teil 2 - Veränderungen des Zellwandaufbaues durch Wärmebehandlung. Holz als Roh- und Werkstoff 34: 87 – 90
- BURO A.: (1954) Die Wirkung von Hitzebehandlung auf die Pilzresistenz von Kiefer- und Buchenholz. Holz als Roh- und Werkstoff 12: 297-304

BURO A.: (1955) Untersuchungen über die Veränderung der Pilzresistenz von Hölzern durch Hitzebehandlung in Metallschmelze. *Holzforschung* 9: 177-181

BURTIN P, JAY-ALLEMAND C, CHARPENTER J. P, JANIN G.: (1998) Natural wood colouring process in *Juglans* sp. Depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. *Trees* 12 (5): 258-264

CONDE E, CADAHIA E, GARCIA-VALLEJO M. C.: (1995) Low molecular weight polyphenols in *Eucalyptus globulus*. *Wood and fiber science*, 27.(4):379

CSONKÁNÉ R.R.: (2005) A flavonolok és a faanyag termikus átalakulása – PhD. értekezés, NYME-Sopron

DREHER WA, GOLDSTEIN IS, CRAMER GR.: (1964) Mechanical properties of acetylated wood. *Forest Products Journal* 14(2)66-68

DUKE J. A: Duke's photochemical and ethnobotanical databases. Agricultural research service, <http://www.ars-grin.gov/duke/>

ERDÉLYI.: (1966) FAIPARI KUTATÁSOK 2.SZÁM, Mezőgazdasági Kiadó,Bp.

Faipari műveletek elmélete.: (1994) Szerkesztette: dr. Sitkei György Mezőgazdasági szaktudás Kiadó,Bp.

FENGEL D, WEGENER G.: (1984) Wood-chemistry, Ultrastructure, Reactions, kiad. Springer, Berlin-Heidelberg

GIEBELER E.: (1983) Dimensionsstabilisierung von Holz durch ein Feuchte / Warme / Druck - Behandlung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 41: 87 – 94

GERHARDS C.C.: (1986) High-temperature drying of southern pine 2 by 4's: Effects on strength and load duration in bending. *Wood Science and Technology* 20:349-360

GLOS P és HENRICI D.: (1990) Festigkeit von Bauholz bei hohen Temperaturen. Forschungsbericht 87505, Institut für Holzforschung der Universität München,74.o

HANGER J, HUBER H, LACKNER R, WIMMER R, FELLNER J.: (2002a) Verbesserung der natürlichen Dauerhaftigkeit von wärmebehandelter Fichte, Kiefer und Buche. *Holzforschung und Holzverwertung* 54: 92-99

HANGER J, HUBER H, LACKNER R, WIMMER R.: (2002b) Physikalische Eigenschaften heimischer Holzarten nach Wärmebehandlung. *Holzforschung und –Verwertung* 54: 111-113

HELM R .: (2000) Wood / Bark extractives, <http://www.chem.vt.edu/chemdert/helm/3434WOOD/info.html>

- IMAMURA H.: (1989) Contribution of extractives to wood characteristics, in natural products of woody plants I-II. (ed:J.W.Rowe)-Springer series in wood science, kiad.: Springer, Berlin-Heidelberg, 843-860
- INOUE M, NORIMOTO M, TANAHASHI M, ROWELL R.M.: (1993) Steam or Heat Fixation of Compressed Wood. *Wood and Fiber Science* 25: 224-235
- KACIK F, KACIKOVÁ D, GIERTLOVÁ Z, GEFFERT A.: (1999) Einfluss hydrothermischer Behandlung auf die Ligninveränderung von Ahornholz (*Acer pseudoplatanus L*) *Drevársky Vyskum* 44: 31-40
- KATO Y, UMEHARA K, AOYAMA M.: (1997) An oil sorbent from wood fiber by mild pyrolysis. *Holz als Roh- und Werkstoff* 55: 399-401
- KLAUDITZ W, STEGMANN G.:(1955) Beiträge zur Kenntnis des Ablaufes und der Wirkung thermischer Reaktion bei der Bildung von Holzwerkstoffen. *Holz als Roh- und Werkstoff* 13: 434-440
- KOLLMANN F, KEYLWERTH R, KÜBLER H.: (1951) Verfärbung des Vollholzes und der Furniere bei der künstlichen Holz Trocknung, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 9.:382-391
- KOLLMANN F, SCHNEIDER A.: (1958) Einrichtung zur praxisnahen und wissenschaftlich exakten Messung von Sorptionseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen. *Holz als Roh- und Werkstoff* 16: 118 – 122
- KOLLMANN F, SCHNEIDER A.: (1963) Über das Sorptionsverhalten wärmebehandelter Hölzer. *Holz als Roh- und Werkstoff* 21: 77 – 85
- KOLLMANN F, FENGEL D.: (1965) Änderungen der chemischen Zusammensetzung von Holz durch thermische Behandlung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 23: 461- 468
- KOLLMANN F, SCHMIDT E, KUFLER M, FENGEL D, SCHNEIDER A.: (1969) Gefüge- und Eigenschaftsänderungen im Holz durch mechanische und thermische Beanspruchung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 27: 407 – 425
- KRAUS B.:(2003) Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle-Diplomarbeit –BOKU-Wien
- KRAUSE A.: „Wirkprinzipien der Holzmodifikationsverfahren“ Institute Wood Biology and Wood Technology, Göttingen
http://images.google.hu/imgres?imgurl=http://www.holzfragen.de/bilder/ecwm_tab1.gif&imgrefurl=http://www.holzfragen.de/seiten/ecwm.html&h=300&w=400&sz=30&hl=hu&start=53&tbnid=D9tjSmf7-3XxHM:&tbnh=93&tbnw=124&prev=
- KÜRSCHNER K, MELCEROVÁ A.: (1965a) Über die chemischen Veränderungen des Buchenholzes bei thermischer Behandlung – Első rész: Chemische Veränderungen von Sägespänen bei 1 – 28tägiger Erhitzung auf 80-160°C. *Holzforschung* 19: 161-171
- KÜRSCHNER K, MELCEROVÁ A.: (1965b) Über die chemischen Veränderungen des Buchenholzes bei thermischer Behandlung – Második rész: Chemische Veränderungen von Buchenholz-Kanteln bei 1- 2tägiger Erhitzung auf 80-130°C unter besonderer

Berücksichtigung der UV-Absorptionsspektren. *Holzforschung* 19: 171-178

KÜRSTEN E.: (2005) Möglichkeiten "neu geschaffener" Holzarten- *Holz-Zentralblatt* 83/2005/1101 ill. <http://www.holzfragen.de/seiten/ecwm.html>

LADNER C, HALMSCHLAGNER E.: (2002) Dauerhaftigkeit von modifiziertem Holz gegenüber holzzerstörenden Pilzen. *Lignovisionen: Modifiziertes Holz – Eigenschaften und Märkte*, Band 3: 191-220 oldal, Kiadó.: VHÖ/IHF, BOKU Wien,2002

LARSSON P.: (1998) Acetylation of solid wood, Wood properties and process development, PhD Thesis. Department of Forest Products and Chemical engineering. Göteborg, Chalmers University of Technology: 68.

MARKHAM K. R.: (1989) Techniques of flavonoids identification, Academic Press, London

MATSUDA H.: (1996) Chemical modification of solid wood in *Chemical Modification of lignocellulosic Materials* (kiadó:DNS Hon) 6/72oldal

MATSUDA H.: (1993) Preparation and properties of oligoesterified wood blocks based on anhydride and epoxide. *Wood science and Technology* 27:23-34

MATSUDA H, UEDA M és MORI H.: (1988) Preparation and crosslinking of oligoesterified woods based on maleic anhydride and allyl glycidyl ether. *Wood science and Technology* 22:21-32

MATSUDA H.: (1987) Preparation and utilization of esterified woods bearing carboxyl groups. *Wood science and Technology* 21:75-88

MELCEROVA A, SINDLER J és MELCER I .: (1993) Chemische Veränderungen von Robinienholz nach hydrothermischer Behandlung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 51: 373-377

MÉSZÁROS E.:(2005) PhD. Értekezés tézisei. „Lignocellulóz tartalmú anyagok termikus vizsgálata”- Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémia Doktori Iskola, Analitikai, kolloid- és környezetkémia, elektrokémia doktori program,Budapest

MOLNÁR S.:(1999) Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest

MOLNÁR S, BARISKA M.: (2006) Magyarország ipari fáí, Szaktudás Kiadó Ház, Bp. 71-82,142-149

MONONEN K, ALVILA L, PEKKANEN T. T.: (2002a) CIE L*a*b* colour measurement and analysis of methanol-soluble extractives of secondary xylem of Birch (*Betula pendula*). Proc. of 7th EWLP, (August 26-29. 2002. Turku-Finland) 245-248

MONONEN K, ALVILA L, PEKKANEN T. T.: (2002b) CIE L*a*b* measurements to determine the role of felling season, Long storage and kiln drying on coloration of Silver Birch Wood. *Scandinavian Journal of forest research* 17.:179-191.

NASSAR M.M. MacKAY G.D.M.: (1984) Mechanism of thermal decomposition of lignin. *Wood and fiber science*. V.16(3):441-453

- NÉMETH K.: (1998) A faanyag degradációja -Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- NÉMETH K.: (1988) Die abiotische Degradation des Akazienholzes. Grundforschung zur komplex Holznutzung, VII. Symp. Smolenyce
- NÉMETH K.: (1989a) A faanyag abiotikus degradációja. Doktori értekezés, Sopron
- NÉMETH K.: (1989b) Die Photostabilisationsmöglichkeiten des Holzes auf Grund der Analyse des Photodegradationsprozesses. Proc. Symp. Wood Modification 89-Posnan, 183-186.
- NÉMETH K.: (1997) Faanyagkémia -Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- NIEMZ P.: (1993) Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe, DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen
- NIEMZ P.: (2004) Vorträge an „Thermoholz Workshop“ 2004-2006, Tagungsbände - CD, kiadó.: IHD -Dresden- 2004,2005,2006
- NIEMZ, P.: Herstellung von Thermoholz in der Schweiz, Holz-Zentralblatt, Stuttgart (2004), Nr. 87, S. 1198
- NIEMZ, P., MARIANI, S., TORRES, M.: Einfluss der thermischen Vorbehandlung auf Holz, Holz-Zentralblatt /2003/ 42:2
- NIEMZ, P., BÄCHLE, F., BROX, M.: Vergleichende Untersuchungen zu verschiedenen Methoden der thermischen Vergütung von Fichtenholz, Holz 6:33-37
- NIEMZ, P.: Aktivitäten im Bereich Thermoholz, Schreinerzeitung. Zürich /2004/3, S. 32-34
- NIEMZ P., UGALDE, G., TORRES, M.: Untersuchungen zur thermischen Vergütung von Fichtenholz, Holz, Mering /2004/ 5, S. 31, 32
- BÄCHLE F., NIEMZ P., HEB M.: Untersuchungen zum Einfluss der Wärmebehandlung auf die Beständigkeit von Fichtenholz gegenüber holzerstörenden Pilzen, Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 155 (2004) 12, S. 548-554
- NOACK D.: (1969) Über die Heißwasserbehandlung von Rotbuchenholz im Temperaturbereich von 100 bis 180°C. Holzforschung und Holzverwertung 21: 118-124
- NUSSBAUM RM.: (1993) Oxidative activation of wood surfaces by flame treatment. Wood science and Technology.27: 183-193.
- NYME.: (2006a) Kutatási részjelentés GVOP „Vegyszermentes faanyagvédelem”
- NYME.: (2006b) HORVÁTH N, CSUPOR K, MOLNÁR S. Holzmodifikation-Hitzebehandlung -poszter- Thermoholz Workshop - Leipzig -2006

- PASSIALIS C. N, GRIGORIOU A. H.: (1999) Technical properties of branch-wood of apple, peach, pear, apricot and cherry fruit trees. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 57. (1):41-44
- PATZELT M.: (2000) Über die Eignung von Rundholz als Konstruktionsmaterial. Disszertáció az Universität für Bodenkultur Wien- egyetemen
- PATZELT M, STINGL R, TEISCHINGER A.: (2002) Thermische Modifikation von Holz und deren Einfluss auf ausgewählte Holzeigenschaften. In: *Lignovisionen: Modifiziertes Holz -Eigenschaften und Märkte 3*: 101-147, Hrsg.: VHÖ/IHF,BOKU Wien
- PECINA H, PAPRZYCKI O.: (1988) Wechselbeziehungen zwischen der Temperaturbehandlung des Holzes und seiner Benetzbarkeit. *Holzforschung und Holzverwertung* 40: 5-8
- PHILLIPOU JL, JOHNS WE, ZAVARIN E, NGUYEN T.:(1982) Bonding of particle board using hydrogen peroxide, lignosulfonates, and furfuryl alcohol: the effect of process parameters. *Forest Prod. J.* 32(2):27-32
- PODGORSKI L, CHEVET B, ONIC L, Merlin A.:(2000) Modification of wood wet ability by plasma and corona treatment. *International Journal of Adhesion and Adhesives* 20(2):103-111.
- ROWELL RM.: (1996) Physical and Mechanical properties of Chemically Modified Wood in chemical Modification of Lignocellulosic Materials, (Kiadó: DNS Hon): 12.rész/295-310
- RUNKEL R.O.H.: (1951) Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens von Holz. *Holz als Roh- und Werkstoff* 9: 42 – 53
- RUNKEL R.O.H, WITT H.: (1953) Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens von Holz. *Holz Roh- Werkstoff* 11:457–461
- SAILER M, RAPP H, LEITHOFF H, PEEK R.-D.: (2000) Vergütung von Holz durch Anwendung einer Öl-Hitzebehandlung *Holz als Roh- und Werkstoff* 58: 15-22
- SANDER C, KOCH G (2001) Effects of Acetylation and Hydrothermal Treatment on Lignin as Revealed by Cellular UV-Spectroscopy in Norway Spruce (*Picea abies* L.). *Holzforschung* 55: 193-198
- SANDERMANN W, AUGUSTIN H.: (1963a) Chemische Untersuchungen über die thermische Zersetzung von Holz – Első rész: Stand der Forschung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 21: 256-265
- SANDERMANN W, AUGUSTIN H.: (1963b) Chemische Untersuchungen über die thermische Zersetzung von Holz – Második rész: Untersuchungen mit Hilfe der Differential-Thermo-Analyse. *Holz als Roh- und Werkstoff* 21: 305-315
- SANDERMANN W, AUGUSTIN H.: (1964) Chemische Untersuchungen über die thermische Zersetzung von Holz – Harmadik rész: Chemische Untersuchung des Zersetzungsablaufes. *Holz als Roh- und Werkstoff* 22: 377-386
- SANTOS J.A.: (2000) Mechanical behaviour of Eucalyptus wood modified by heat. *Wood Science and Technology* 34: 39-43

SCHEIDING W.: (2004) Vorträge an „Thermoholz Workshop“, Tagungsband - CD, IHD - Dresden- 2004

SCHMIDT K.: (1982a) Auswirkungen verschiedener Parameter beim Dampfen von Rotbuchenholz - 1.Teil. *Holzforschung und Holzverwertung* 34: 47-49

SCHMIDT K.: (1982b) Auswirkungen verschiedener Parameter beim Dämpfen von Rotbuchenholz - 2.Teil. *Holzforschung und Holzverwertung* 34: 65-67

SCHMIDT J. A, RYE C. S, GURNAGUL N.: (1995) Lignin inhibits auto oxidative degradation of cellulose. *Polymer Degradation and Stability.*, 49.: 291-297

SEHLSTEDT-PERSSON S.M.B.: (1995) High-temperature drying of Scots pine. A comparison between HT- and LT-drying. *Holz als Roh- und Werkstoff* 53: 95-99

SJÖSTRÖM E.: (1993) *Wood chemistry-Fundamentals and application*, Academic Press, Inc. San Diego

STAMM A.J, HANSEN L.A.: (1937) Minimizing wood shrinkage and swelling: Effect of heating in various gases. *Ind. Eng. Chem.* 29(7): 831 – 833

STAMM A.J, BURR H.K, KLINE A.A.: (1946) A heat stabilized wood (staybwood). Madison WI, USA - Forest Products Laboratory: Rep. Nr. R. 1621

SULEIMAN BM, LARFELDT J, LECKNER B, GUSTAVSSON M.:(1999) Thermal conductivity and diffusivity of wood. *Wood Science And Technology* 33: 465-473

TEICHGRÄBER R.: (1966) Beitrag zur Kenntnis der Eigenschaftsänderungen des Holzes beim Dämpfen. *Holz als Roh- und Werkstoff* 24: 548-551

TEISCHINGER A.: (1992) Der Einfluss des Trocknungsverfahrens auf ausgewählte Holzkennwerte, Teil 2. *Holzforschung und Holzverwertung* 5: 83-85

TEISCHINGER A. és munkatársai, PATZELT M , STINGL R.: (2002) *Modifiziertes Holz / Eigenschaften und Märkte*, kiadó: IHF és VHÖ –BOKU WIEN, 3.kötet :101-127

THERMO WOOD HANDBUCH.:http://www.hokagermany.com/fileadmin/Lieferant_FTA/Thermowood_Handbuch_deutsch.pdf

TIEMANN H.D.: (1920) Effect of different method of drying on the strength and hygroscopicity of wood, 3rd ed. *The kiln drying of lumber*. J.P. Lippincott Co., Philadelphia, PA. 256 – 264 oldal

TJEERDSMA B, BOONSTRA M, PIZZI A, TEKELY P, MILITZ H.: (1998) Characterisation of thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement. *Holz als Roh- und Werkstoff* 56: 149-153

TOMEK (1965) FAIPARI KUTATÁSOK 1961. 2.SZÁM, Mezőgazdasági Kiadó Bp. 3-52oldal.

TOPF P.:(1971 a) Die thermische Zersetzung von Holz bei Temperaturen bis 180°C -Erste Mitteilung: Stand der Forschung. Holz als Roh- und Werkstoff 29: 269-275

TOPF P.: (1971 b) Die thermische Zersetzung von Holz bei Temperaturen bis 180°C Zweite Mitteilung: Versuche zur Frage der Selbstentzündung, des Gewichtsverlustes, des Brennwertes und der Elementaranalysen. Holz als Roh- und Werkstoff 29: 295-300

UCAR G. és FENGEL D.: (1995) Variation in composition of extractives from wood of *Pinus nigra* varieties , Phytochemistry 38. (4):877-880.

VIITANIEMI P.: (2002) Reaction Mechanisms of modified wood. Paavilainen, L. Finnish Forest Cluster Research Programme WOOD WISDOM (1998-2001) Final Report 2002, Helsinki ISBN 952-457-070-x. 185-192

WHITE R.H.: (1987) Effect of Lignin content and extractives on the higher heating value of wood. Wood And Fiber Science 19: 446-452

WHITE R.H, DIETENBERGER M.:(2001) Wood products: Thermal degradation and fire-in: Encyclopaedia of Materials, Science and Technology, 9712-9716

WIENHAUS O, KÜHNE G, PECINA H, SZÓKA G .:(1978) Chemische Modifizierung von Holzpartikeln zwecks Eigenschaftsverbesserung von Werkstoffen aus Holz. Holztechnologie 19(4) : 224-231

6.3. Szabványjegyzék

MSZ EN 113: 2001 Faanyagvédő szerek. A farontó bazídiomos gombák elleni megelőző hatásosság meghatározásának vizsgálati módszere. A hatásosság határértékének meghatározása

MSZ EN 350-1:1997 A fa és a fa alapanyagú termékek tartóssága. A tömör fa természetes tartóssága. 1. rész: A vizsgálatok és az osztályozás irányelvei

MSZ EN 350-2:1998 A fa és a fa alapanyagú termékek tartóssága. A tömör fa természetes tartóssága. 2. rész: Egyes jelentős európai fafajok természetes tartósságára és kezelhetőségére vonatkozó útmutató szabványok

MSZ 6786-2: 1988 Faanyagvizsgálatok. Nedvességtartalom meghatározása

MSZ 6786-3: 1988 Faanyagvizsgálatok. Sűrűség meghatározása

MSZ 6786-9: 1989 Faanyagvizsgálatok. A dagadás meghatározása

MSZ 9619-3: 1975 Színmérés. Másodlagos fényforrások CIE színösszetevőinek meghatározása spektrofotometriás módszerrel

MSZ EN 6786/5-70 Faanyagok statikus hajlítószilárdságának meghatározása

MSZ 6786-15: 1984 Faanyagvizsgálatok. Rugalmassági együttható meghatározása statikus hajlítással

MSZ EN 6786/7-75 Faanyagok Ütő-hajlítószilárdságának meghatározása

MSZ EN 6786/8-71 Faanyagok rostirányú nyomószilárdságának meghatározása

7. Mellékletek

4. sz. melléklet a 4. fejezethez: Statisztikai elemzés SPSS programmal- összegzés, (A teljes eredménylap a CD-mellékleten található)

1.Cser:

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-mellékletről | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|---------------------------------------|-------------|----------------------|----------------------|
| Cser 180°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 768,6364 | 24,91546 | 4,98309 | 758,3518 | 778,921 | 735,91 | 823,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 771,5408 | 37,43828 | 7,48766 | 756,087 | 786,9946 | 712,84 | 857,35 |
| | | 2.menetrend | 25 | 765,6148 | 34,53297 | 6,90659 | 751,3603 | 779,8693 | 682,62 | 851,01 |
| | | 3.menetrend | 25 | 770,2364 | 46,43492 | 9,28698 | 751,069 | 789,4038 | 673,81 | 866,89 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 161,8644 | 19,83221 | 3,96644 | 153,6781 | 170,0507 | 122,68 | 194,66 |
| | | 1.menetrend | 25 | 152,652 | 23,33493 | 4,66699 | 143,0198 | 162,2842 | 97,31 | 189,45 |
| | | 2.menetrend | 25 | 151,4028 | 24,87865 | 4,97573 | 141,1334 | 161,6722 | 66,55 | 189,29 |
| | | 3.menetrend | 24 | 145,4563 | 26,51886 | 5,41314 | 134,2583 | 156,6542 | 89,34 | 193,95 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 14138,1 | 1618,118 | 323,624 | 13470,17 | 14806,02 | 10855 | 16678 |
| | | 1.menetrend | 25 | 14435,66 | 1566,646 | 313,329 | 13788,98 | 15082,34 | 11926 | 17137 |
| | | 2.menetrend | 25 | 15534,47 | 1569,14 | 313,828 | 14886,76 | 16182,18 | 12039 | 17981 |
| | | 3.menetrend | 24 | 14660,96 | 1834,024 | 374,369 | 13886,52 | 15435,4 | 11984 | 17845 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 10,2164 | 2,93345 | 0,58669 | 9,0055 | 11,4273 | 4,82 | 16,28 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9 | 3,68013 | 0,73603 | 7,4809 | 10,5191 | 3,14 | 15,44 |
| | | 2.menetrend | 25 | 9,2744 | 3,74432 | 0,74886 | 7,7288 | 10,82 | 2,29 | 18,59 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,7516 | 2,66859 | 0,53372 | 6,6501 | 8,8531 | 3,37 | 12,21 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 83,7544 | 9,52356 | 1,90471 | 79,8233 | 87,6855 | 60,16 | 97,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 79,9036 | 9,77444 | 1,95489 | 75,8689 | 83,9383 | 46,27 | 94,88 |
| | | 2.menetrend | 25 | 81,8744 | 10,01287 | 2,00257 | 77,7413 | 86,0075 | 56,59 | 96,07 |
| | | 3.menetrend | 25 | 84,2508 | 10,55898 | 2,1118 | 79,8923 | 88,6093 | 66,62 | 102,16 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 69,7764 | 1,79822 | 0,35964 | 69,0341 | 70,5187 | 65,91 | 72,84 |
| | | 1.menetrend | 25 | 59,3544 | 2,42337 | 0,48467 | 58,3541 | 60,3547 | 55,03 | 64,7 |
| | | 2.menetrend | 25 | 53,574 | 4,03396 | 0,80679 | 51,9089 | 55,2391 | 43,21 | 60,08 |
| | | 3.menetrend | 25 | 51,5332 | 4,21232 | 0,84246 | 49,7944 | 53,272 | 43,29 | 56,91 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 7,5228 | 0,72893 | 0,14579 | 7,2219 | 7,8237 | 6,36 | 9,14 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,112 | 0,68679 | 0,13736 | 8,8285 | 9,3955 | 7,86 | 10,27 |
| | | 2.menetrend | 25 | 10,0864 | 0,56895 | 0,11379 | 9,8516 | 10,3212 | 8,85 | 11,16 |
| | | 3.menetrend | 25 | 10,1364 | 0,48913 | 0,09783 | 9,9345 | 10,3383 | 9,17 | 11,1 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 19,1396 | 0,80143 | 0,16029 | 18,8088 | 19,4704 | 17,86 | 20,82 |
| | | 1.menetrend | 25 | 22,0804 | 1,16417 | 0,23283 | 21,5999 | 22,5609 | 20,16 | 24,03 |
| | | 2.menetrend | 25 | 22,2584 | 1,0515 | 0,2103 | 21,8244 | 22,6924 | 19,52 | 24,53 |
| | | 3.menetrend | 25 | 21,7708 | 1,1771 | 0,23542 | 21,2849 | 22,2567 | 19,13 | 23,81 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 11,6956 | 0,35334 | 0,07067 | 11,5497 | 11,8415 | 10,98 | 12,35 |
| | | 1.menetrend | 25 | 11,0348 | 0,51827 | 0,10365 | 10,8209 | 11,2487 | 10,27 | 12,07 |
| | | 2.menetrend | 25 | 9,5148 | 0,40255 | 0,08051 | 9,3486 | 9,681 | 8,86 | 10,31 |
| | | 3.menetrend | 25 | 9,0672 | 0,3919 | 0,07838 | 8,9054 | 9,229 | 8,31 | 9,78 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 11,6028 | 2,3954 | 0,47908 | 10,614 | 12,5916 | 6,13 | 17,58 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,9468 | 2,64095 | 0,52819 | 8,8567 | 11,0369 | 5,13 | 15,2 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7,2256 | 2,98238 | 0,59648 | 5,9945 | 8,4567 | 3,11 | 15,07 |
| | | 3.menetrend | 25 | 4,9772 | 2,15461 | 0,43092 | 4,0878 | 5,8666 | 1,62 | 8,59 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 6,488 | 0,33896 | 0,06779 | 6,3481 | 6,6279 | 5,65 | 7,25 |
| | | 1.menetrend | 25 | 6,3812 | 0,32445 | 0,06489 | 6,2473 | 6,5151 | 5,96 | 7,12 |
| | | 2.menetrend | 25 | 6,0772 | 0,40148 | 0,0803 | 5,9115 | 6,2429 | 5,23 | 7,02 |
| | | 3.menetrend | 25 | 6,1288 | 0,30937 | 0,06187 | 6,0011 | 6,2565 | 5,55 | 6,79 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 13,858 | 0,42938 | 0,08588 | 13,6808 | 14,0352 | 13,07 | 14,56 |
| | | 1.menetrend | 25 | 14,0308 | 0,34658 | 0,06932 | 13,8877 | 14,1739 | 13,46 | 14,61 |
| | | 2.menetrend | 25 | 12,1392 | 0,42973 | 0,08595 | 11,9618 | 12,3166 | 11,06 | 12,84 |
| | | 3.menetrend | 25 | 11,7668 | 0,27898 | 0,0558 | 11,6516 | 11,882 | 11,25 | 12,34 |
| Cser szijács 180°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum | | Minimum érték | Maximum érték |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 24,7644 | 5,34623 | 1,06925 | 22,5576 | 26,9712 | 13,64 | 36,02 |
| | | 1.menetrend | 25 | 18,644 | 4,82978 | 0,96596 | 16,6504 | 20,6376 | 10,5 | 26,98 |
| | | 2.menetrend | 25 | 12,1048 | 3,69276 | 0,73855 | 10,5805 | 13,6291 | 7,55 | 22,83 |
| | | 3.menetrend | 25 | 10,0936 | 2,17311 | 0,43462 | 9,1966 | 10,9906 | 5,33 | 13,33 |

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-Mellékletről | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Cser 200°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 768,6364 | 24,91546 | 4,98309 | 758,3518 | 778,921 | 735,91 | 823,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 734,9204 | 34,75575 | 6,95115 | 720,5739 | 749,2669 | 609,28 | 781,1 |
| | | 2.menetrend | 25 | 741,9448 | 43,04016 | 8,60803 | 724,1787 | 759,7109 | 668,73 | 837,47 |
| | | 3.menetrend | 20 | 723,9185 | 35,4862 | 7,93496 | 707,3104 | 740,5266 | 645,48 | 832,29 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 161,8644 | 19,83221 | 3,96644 | 153,6781 | 170,0507 | 122,68 | 194,66 |
| | | 1.menetrend | 25 | 112,3904 | 20,3796 | 4,07592 | 103,9781 | 120,8027 | 81,46 | 162,03 |
| | | 2.menetrend | 23 | 110,2896 | 25,1689 | 5,24808 | 99,4057 | 121,1734 | 62,67 | 179,69 |
| | | 3.menetrend | 23 | 101,4139 | 25,6473 | 5,34783 | 90,3232 | 112,5046 | 47,43 | 142,38 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 14138,1 | 1618,118 | 323,624 | 13470,17 | 14806,02 | 10855 | 16678 |
| | | 1.menetrend | 25 | 12860,08 | 1634,064 | 326,813 | 12185,58 | 13534,59 | 9365 | 15708 |
| | | 2.menetrend | 25 | 13148,18 | 2181,614 | 436,323 | 12247,65 | 14048,71 | 8453 | 17711 |
| | | 3.menetrend | 23 | 13080,16 | 2094,723 | 436,78 | 12174,33 | 13985,98 | 5792 | 16418 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 10,2164 | 2,93345 | 0,58669 | 9,0055 | 11,4273 | 4,82 | 16,28 |
| | | 1.menetrend | 25 | 6,0068 | 2,12823 | 0,42565 | 5,1283 | 6,8853 | 2,86 | 10,47 |
| | | 2.menetrend | 25 | 6,0884 | 2,18793 | 0,43759 | 5,1853 | 6,9915 | 3,08 | 11,71 |
| | | 3.menetrend | 23 | 6,2639 | 2,12865 | 0,44385 | 5,3434 | 7,1844 | 2,02 | 10,2 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 83,7544 | 9,52356 | 1,90471 | 79,8233 | 87,6855 | 60,16 | 97,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 93,7676 | 9,1168 | 1,82336 | 90,0044 | 97,5308 | 74,44 | 112,58 |
| | | 2.menetrend | 25 | 91,926 | 9,23414 | 1,84683 | 88,1143 | 95,7377 | 75,19 | 107,64 |
| | | 3.menetrend | 25 | 98,01 | 9,90786 | 1,98157 | 93,9202 | 102,0998 | 80,79 | 119,09 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 69,7764 | 1,79822 | 0,35964 | 69,0341 | 70,5187 | 65,91 | 72,84 |
| | | 1.menetrend | 25 | 40,6684 | 3,07819 | 0,61564 | 39,3978 | 41,939 | 28,92 | 45,7 |
| | | 2.menetrend | 25 | 39,5416 | 2,23636 | 0,44727 | 38,6185 | 40,4647 | 35,93 | 43,77 |
| | | 3.menetrend | 25 | 35,716 | 0,86362 | 0,17272 | 35,3595 | 36,0725 | 33,86 | 37,42 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 7,5228 | 0,72893 | 0,14579 | 7,2219 | 7,8237 | 6,36 | 9,14 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,1068 | 0,65888 | 0,13178 | 8,8348 | 9,3788 | 6,89 | 9,87 |
| | | 2.menetrend | 25 | 9,2388 | 0,65121 | 0,13024 | 8,97 | 9,5076 | 8 | 10,32 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,866 | 0,43008 | 0,08602 | 7,6885 | 8,0435 | 7,05 | 8,74 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 19,1396 | 0,80143 | 0,16029 | 18,8088 | 19,4704 | 17,86 | 20,82 |
| | | 1.menetrend | 25 | 17,5468 | 1,65256 | 0,33051 | 16,8647 | 18,2289 | 13,12 | 20,07 |
| | | 2.menetrend | 25 | 16,0336 | 1,69223 | 0,33845 | 15,3351 | 16,7321 | 12,98 | 19,15 |
| | | 3.menetrend | 25 | 12,708 | 0,98519 | 0,19704 | 12,3013 | 13,1147 | 10,51 | 14,91 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 11,6956 | 0,35334 | 0,07067 | 11,5497 | 11,8415 | 10,98 | 12,35 |
| | | 1.menetrend | 25 | 8,16 | 0,30165 | 0,06033 | 8,0355 | 8,2845 | 7,41 | 8,89 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7,3512 | 0,33504 | 0,06701 | 7,2129 | 7,4895 | 6,8 | 8,12 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,0404 | 0,41096 | 0,08219 | 6,8708 | 7,21 | 6,19 | 7,91 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 12,2236 | 3,9625 | 0,7925 | 10,588 | 13,8592 | 6,13 | 25,14 |
| | | 1.menetrend | 25 | 2,1928 | 0,51681 | 0,10336 | 1,9795 | 2,4061 | 1,2 | 3,1 |
| | | 2.menetrend | 25 | 2,3772 | 0,59737 | 0,11947 | 2,1306 | 2,6238 | 1,31 | 3,55 |
| | | 3.menetrend | 25 | 1,0064 | 0,65191 | 0,13038 | 0,7373 | 1,2755 | 0 | 2,07 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 6,488 | 0,33896 | 0,06779 | 6,3481 | 6,6279 | 5,65 | 7,25 |
| | | 1.menetrend | 25 | 4,4908 | 0,32642 | 0,06528 | 4,3561 | 4,6255 | 3,85 | 5,01 |
| | | 2.menetrend | 25 | 4,1096 | 0,31563 | 0,06313 | 3,9793 | 4,2399 | 3,41 | 4,89 |
| | | 3.menetrend | 25 | 3,8928 | 0,32806 | 0,06561 | 3,7574 | 4,0282 | 3,12 | 4,65 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 13,858 | 0,42938 | 0,08588 | 13,6808 | 14,0352 | 13,07 | 14,56 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,1544 | 0,33869 | 0,06774 | 9,0146 | 9,2942 | 8,24 | 9,89 |
| | | 2.menetrend | 25 | 8,0732 | 0,34975 | 0,06995 | 7,9288 | 8,2176 | 7,23 | 8,99 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,4704 | 0,29566 | 0,05913 | 7,3484 | 7,5924 | 6,95 | 8,11 |
| Cser szijács 200°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum alsó határ | Konfidencia intervallum felső határ | Minimum érték | Maximum érték |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 26,7204 | 5,28003 | 1,05601 | 24,5409 | 28,8999 | 17,39 | 38,03 |
| | | 1.menetrend | 25 | 5,5028 | 1,24098 | 0,2482 | 4,9905 | 6,0151 | 3,36 | 7,91 |
| | | 2.menetrend | 25 | 3,4896 | 1,73334 | 0,34667 | 2,7741 | 4,2051 | 1,12 | 8,99 |
| | | 3.menetrend | 25 | 2,222 | 1,05607 | 0,21121 | 1,7861 | 2,6579 | 0,62 | 5,26 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Melléklettről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Cser 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | -2,9044 | -30,0035 | 24,1947 | 0,992 | |
| | | 2.menetrend | 3,0216 | -24,0775 | 30,1207 | 0,991 | |
| | | 3.menetrend | -1,6 | -28,6991 | 25,4991 | 0,999 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 5,926 | -21,1731 | 33,0251 | 0,94 | |
| | | 3.menetrend | 1,3044 | -25,7947 | 28,4035 | 0,999 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -4,6216 | -31,7207 | 22,4775 | 0,97 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 9,2124 | -8,3466 | 26,7714 | 0,52 | |
| | | 2.menetrend | 10,4616 | -7,0974 | 28,0206 | 0,407 | |
| | | 3.menetrend | 16,40815 | -1,3328 | 34,1491 | 0,08 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,2492 | -16,3098 | 18,8082 | 0,998 | |
| | | 3.menetrend | 7,19575 | -10,5452 | 24,9367 | 0,714 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 5,94655 | -11,7944 | 23,6875 | 0,817 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -297,569 | -1516,98 | 921,84 | 0,919 | |
| | | 2.menetrend | -1396,373 | -2615,78 | -176,96 | 0,018 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -522,869 | -1754,91 | 709,18 | 0,684 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -1098,804 | -2318,21 | 120,6 | 0,093 | |
| | | 3.menetrend | -225,3 | -1457,35 | 1006,75 | 0,964 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 873,505 | -358,54 | 2105,55 | 0,255 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 1,2164 | -1,2164 | 3,6492 | 0,561 | |
| | | 2.menetrend | 0,942 | -1,4908 | 3,3748 | 0,743 | |
| | | 3.menetrend | 2,4648 | 0,032 | 4,8976 | 0,046 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,2744 | -2,7072 | 2,1584 | 0,991 | |
| | | 3.menetrend | 1,2484 | -1,1844 | 3,6812 | 0,539 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,5228 | -0,91 | 3,9556 | 0,363 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,8508 | -3,5258 | 11,2274 | 0,524 | |
| | | 2.menetrend | 1,88 | -5,4966 | 9,2566 | 0,909 | |
| | | 3.menetrend | -0,4964 | -7,873 | 6,8802 | 0,998 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -1,9708 | -9,3474 | 5,4058 | 0,897 | |
| | | 3.menetrend | -4,3472 | -11,7238 | 3,0294 | 0,417 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -2,3764 | -9,753 | 5,0002 | 0,834 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 10,422 | 7,9939 | 12,8501 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 16,2024 | 13,7743 | 18,6305 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 18,2432 | 15,8151 | 20,6713 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 5,7804 | 3,3523 | 8,2085 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 7,8212 | 5,3931 | 10,2493 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 2,0408 | -0,3873 | 4,4689 | 0,131 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| Cser 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -1,5892 | -2,0519 | -1,1265 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -2,5636 | -3,0263 | -2,1009 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -2,6136 | -3,0763 | -2,1509 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,9744 | -1,4371 | -0,5117 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -1,0244 | -1,4871 | -0,5617 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,05 | -0,5127 | 0,4127 | 0,992 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | -2,9408 | -3,7242 | -2,1574 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -3,1188 | -3,9022 | -2,3354 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -2,6312 | -3,4146 | -1,8478 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,178 | -0,9614 | 0,6054 | 0,934 | |
| | | 3.menetrend | 0,3096 | -0,4738 | 1,093 | 0,73 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,4876 | -0,2958 | 1,271 | 0,368 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,6608 | 0,3494 | 0,9722 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 2,1808 | 1,8694 | 2,4922 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,6284 | 2,317 | 2,9398 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,52 | 1,2086 | 1,8314 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,9676 | 1,6562 | 2,279 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,4476 | 0,1362 | 0,759 | 0,002 |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 1,656 | -0,2384 | 3,5504 | 0,109 | |
| | | 2.menetrend | 4,3772 | 2,4828 | 6,2716 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 6,6256 | 4,7312 | 8,52 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,7212 | 0,8268 | 4,6156 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,9696 | 3,0752 | 6,864 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 2,2484 | 0,354 | 4,1428 | 0,013 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,1068 | -0,1486 | 0,3622 | 0,694 | |
| | | 2.menetrend | 0,4108 | 0,1554 | 0,6662 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,3592 | 0,1038 | 0,6146 | 0,002 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,304 | 0,0486 | 0,5594 | 0,013 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,2524 | -0,003 | 0,5078 | 0,054 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,0516 | -0,307 | 0,2038 | 0,952 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | -0,1728 | -0,4512 | 0,1056 | 0,371 | |
| | | 2.menetrend | 1,7188 | 1,4404 | 1,9972 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,0912 | 1,8128 | 2,3696 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,8916 | 1,6132 | 2,17 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,264 | 1,9856 | 2,5424 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,3724 | 0,094 | 0,6508 | 0,004 |
| Cser szijács 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia | | Szigni- fikancia | értékelés |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 6,1204 | 3,0208 | 9,22 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 12,6596 | 9,56 | 15,7592 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 14,6708 | 11,5712 | 17,7704 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 6,5392 | 3,4396 | 9,6388 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 8,5504 | 5,4508 | 11,65 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 2,0112 | -1,0884 | 5,1108 | 0,331 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Cser 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Sznig- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | 33,716 | 7,7148 | 59,7172 | 0,006 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 26,6916 | 0,6904 | 52,6928 | 0,042 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 44,7179 | 17,1395 | 72,2963 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -7,0244 | -33,0256 | 18,9768 | 0,894 | |
| | | 3.menetrend | 11,0019 | -16,5765 | 38,5803 | 0,724 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 18,0263 | -9,5521 | 45,6047 | 0,324 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 49,474 | 32,6017 | 66,3463 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 51,57483 | 34,3397 | 68,81 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 60,45049 | 43,2153 | 77,6856 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,10083 | -15,1343 | 19,336 | 0,989 | |
| | | 3.menetrend | 10,97649 | -6,2587 | 28,2116 | 0,347 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 8,87565 | -8,7149 | 26,4662 | 0,553 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 1278,012 | -124,17 | 2680,2 | 0,087 | |
| | | 2.menetrend | 989,916 | -412,27 | 2392,1 | 0,258 | |
| | | 3.menetrend | 1057,939 | -374,4 | 2490,28 | 0,222 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -288,096 | -1690,28 | 1114,09 | 0,95 | |
| | | 3.menetrend | -220,073 | -1652,42 | 1212,27 | 0,978 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 68,023 | -1364,32 | 1500,37 | 0,999 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 4,2096 | 2,4533 | 5,9659 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 4,128 | 2,3717 | 5,8843 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,95249 | 2,1584 | 5,7466 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,0816 | -1,8379 | 1,6747 | 0,999 | |
| | | 3.menetrend | -0,25711 | -2,0512 | 1,537 | 0,982 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,17551 | -1,9696 | 1,6186 | 0,994 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -10,0132 | -17,0021 | -3,0243 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -8,1716 | -15,1605 | -1,1827 | 0,015 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -14,2556 | -21,2445 | -7,2667 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,8416 | -5,1473 | 8,8305 | 0,901 | |
| | | 3.menetrend | -4,2424 | -11,2313 | 2,7465 | 0,391 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -6,084 | -13,0729 | 0,9049 | 0,111 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 29,108 | 27,5195 | 30,6965 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 30,2348 | 28,6463 | 31,8233 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 34,0604 | 32,4719 | 35,6489 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,1268 | -0,4617 | 2,7153 | 0,255 | |
| | | 3.menetrend | 4,9524 | 3,3639 | 6,5409 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 3,8256 | 2,2371 | 5,4141 | 0 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------|
| Cser 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -1,584 | -2,048 | -1,12 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -1,716 | -2,18 | -1,252 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -0,3432 | -0,8072 | 0,1208 | 0,221 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,132 | -0,596 | 0,332 | 0,879 | |
| | | 3.menetrend | 1,2408 | 0,7768 | 1,7048 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,3728 | 0,9088 | 1,8368 | 0 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | 1,5928 | 0,6001 | 2,5855 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,106 | 2,1133 | 4,0987 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 6,4316 | 5,4389 | 7,4243 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,5132 | 0,5205 | 2,5059 | 0,001 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,8388 | 3,8461 | 5,8315 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 3,3256 | 2,3329 | 4,3183 | 0 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,5356 | 3,2749 | 3,7963 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 4,3444 | 4,0837 | 4,6051 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,6552 | 4,3945 | 4,9159 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,8088 | 0,5481 | 1,0695 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,1196 | 0,8589 | 1,3803 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,3108 | 0,0501 | 0,5715 | 0,013 |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 10,0308 | 8,5175 | 11,5441 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 9,8464 | 8,3331 | 11,3597 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 11,2172 | 9,7039 | 12,7305 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,1844 | -1,6977 | 1,3289 | 0,989 | |
| | | 3.menetrend | 1,1864 | -0,3269 | 2,6997 | 0,177 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,3708 | -0,1425 | 2,8841 | 0,09 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 1,9972 | 1,7551 | 2,2393 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 2,3784 | 2,1363 | 2,6205 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,5952 | 2,3531 | 2,8373 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,3812 | 0,1391 | 0,6233 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,598 | 0,3559 | 0,8401 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,2168 | -0,0253 | 0,4589 | 0,096 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 4,7036 | 4,4398 | 4,9674 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 5,7848 | 5,521 | 6,0486 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 6,3876 | 6,1238 | 6,6514 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,0812 | 0,8174 | 1,345 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,684 | 1,4202 | 1,9478 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,6028 | 0,339 | 0,8666 | 0 |
| Cser szijács 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia | | Szigni- fikancia | értékelés |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 21,2176 | 19,0762 | 23,359 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 23,2308 | 21,0894 | 25,3722 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 24,4984 | 22,357 | 26,6398 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,0132 | -0,1282 | 4,1546 | 0,073 | |
| | | 3.menetrend | 3,2808 | 1,1394 | 5,4222 | 0,001 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,2676 | -0,8738 | 3,409 | 0,413 |

2.Bükk:

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-Mellékletéről | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-----------|----------|----------|------------------|------------------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Bükk 180°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SÜRÜSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 674,0536 | 45,37422 | 9,07484 | 655,324 | 692,7832 | 565,33 | 754,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 678,8368 | 42,88175 | 8,57635 | 661,1361 | 696,5375 | 560,63 | 741,67 |
| | | 2.menetrend | 25 | 681,4716 | 44,14117 | 8,82823 | 663,251 | 699,6922 | 602,44 | 803,27 |
| | | 3.menetrend | 25 | 672,2696 | 38,70331 | 7,74066 | 656,2937 | 688,2455 | 587,88 | 740,18 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 125,9444 | 19,04312 | 3,80862 | 118,0838 | 133,805 | 98,88 | 177,39 |
| | | 1.menetrend | 25 | 136,2704 | 24,48639 | 4,89728 | 126,1629 | 146,3779 | 75,46 | 174,33 |
| | | 2.menetrend | 25 | 133,2708 | 26,03019 | 5,20604 | 122,5261 | 144,0155 | 61,07 | 168,37 |
| | | 3.menetrend | 25 | 124,8536 | 25,93716 | 5,18743 | 114,1473 | 135,5599 | 68,5 | 171,93 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 12498,51 | 1699,364 | 339,873 | 11797,05 | 13199,98 | 9465 | 14833 |
| | | 1.menetrend | 25 | 13195,25 | 1489,13 | 297,826 | 12580,57 | 13766,24 | 10193 | 15753 |
| | | 2.menetrend | 25 | 13031,18 | 1780,769 | 356,154 | 12296,11 | 13766,24 | 8386 | 15745 |
| | | 3.menetrend | 25 | 12652,1 | 2065,334 | 413,067 | 11799,57 | 13504,63 | 8220 | 17058 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 10,582 | 1,56462 | 0,31292 | 9,9362 | 11,2278 | 8,44 | 13,84 |
| | | 1.menetrend | 25 | 7,7236 | 2,73159 | 0,54632 | 6,5961 | 8,8511 | 2,97 | 13,09 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7,562 | 2,21909 | 0,44382 | 6,646 | 8,478 | 2,48 | 11,48 |
| | | 3.menetrend | 25 | 6,9848 | 2,57092 | 0,51418 | 5,9236 | 8,046 | 2,35 | 12,21 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 63,2888 | 6,01869 | 1,20374 | 60,8044 | 65,7732 | 48,9 | 71,95 |
| | | 1.menetrend | 25 | 66,5556 | 7,01836 | 1,40367 | 63,6586 | 69,4526 | 51,88 | 78,33 |
| | | 2.menetrend | 25 | 67,5452 | 8,80113 | 1,76023 | 63,9123 | 71,1781 | 53,58 | 91,04 |
| | | 3.menetrend | 25 | 67,0756 | 8,92487 | 1,78497 | 63,3916 | 70,7596 | 37,82 | 78,81 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 81,0208 | 1,06456 | 0,21291 | 80,5814 | 81,4602 | 79,26 | 82,81 |
| | | 1.menetrend | 25 | 61,2268 | 2,12857 | 0,42571 | 60,3482 | 62,1054 | 57,18 | 65,43 |
| | | 2.menetrend | 25 | 60,1976 | 3,95359 | 0,79072 | 58,5656 | 61,8296 | 51,09 | 65,15 |
| | | 3.menetrend | 25 | 56,1632 | 3,74401 | 0,7488 | 54,6177 | 57,7087 | 47,91 | 61,57 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 5,1976 | 0,31442 | 0,06288 | 5,0678 | 5,3274 | 4,49 | 5,94 |
| | | 1.menetrend | 25 | 10,8012 | 0,45404 | 0,09081 | 10,6138 | 10,9886 | 10,1 | 11,66 |
| | | 2.menetrend | 25 | 10,93 | 0,34344 | 0,06869 | 10,7882 | 11,0718 | 10,28 | 11,61 |
| | | 3.menetrend | 25 | 10,95 | 0,36994 | 0,07399 | 10,7973 | 11,1027 | 10,12 | 11,65 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 19,228 | 0,88374 | 0,17675 | 18,8632 | 19,5928 | 17,26 | 21,23 |
| | | 1.menetrend | 25 | 22,222 | 0,56569 | 0,11314 | 21,9885 | 22,4555 | 21,33 | 23,24 |
| | | 2.menetrend | 25 | 22,0172 | 0,65818 | 0,13164 | 21,7455 | 22,2889 | 21,03 | 23,75 |
| | | 3.menetrend | 25 | 22,0408 | 0,85882 | 0,17176 | 21,6863 | 22,3953 | 19,88 | 23,31 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 12,3408 | 0,86313 | 0,17263 | 11,9845 | 12,6971 | 10,45 | 14,1 |
| | | 1.menetrend | 25 | 11,4448 | 0,85281 | 0,17056 | 11,0928 | 11,7968 | 10,06 | 13,2 |
| | | 2.menetrend | 25 | 11,1476 | 0,68937 | 0,13787 | 10,863 | 11,4322 | 9,86 | 12,36 |
| | | 3.menetrend | 25 | 10,9076 | 0,57409 | 0,11482 | 10,6706 | 11,1446 | 9,79 | 12,36 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 41,1668 | 5,71658 | 1,14332 | 38,8071 | 43,5265 | 22,86 | 51,45 |
| | | 1.menetrend | 25 | 47,3052 | 7,35715 | 1,47143 | 44,2683 | 50,3421 | 33,51 | 57,73 |
| | | 2.menetrend | 25 | 41,068 | 4,4011 | 0,88022 | 39,2513 | 42,8847 | 27,85 | 50,31 |
| | | 3.menetrend | 25 | 39,2428 | 5,72428 | 1,14486 | 36,8799 | 41,6057 | 28,8 | 53,26 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 5,3356 | 0,68039 | 0,13608 | 5,0548 | 5,6164 | 4,11 | 6,57 |
| | | 1.menetrend | 25 | 5,0256 | 0,55215 | 0,11043 | 4,7977 | 5,2535 | 3,89 | 6,56 |
| | | 2.menetrend | 25 | 5,0788 | 0,49047 | 0,09809 | 4,8763 | 5,2813 | 4,25 | 6,23 |
| | | 3.menetrend | 25 | 4,9112 | 0,64742 | 0,12948 | 4,644 | 5,1784 | 3,75 | 6,08 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 12,0176 | 0,42855 | 0,08571 | 11,8407 | 12,1945 | 11,01 | 12,69 |
| | | 1.menetrend | 25 | 11,8004 | 0,96281 | 0,19256 | 11,403 | 12,1978 | 10,05 | 14,08 |
| | | 2.menetrend | 25 | 11,9924 | 0,86605 | 0,17321 | 11,6349 | 12,3499 | 10,25 | 14,2 |
| | | 3.menetrend | 25 | 11,0804 | 0,74068 | 0,14814 | 10,7747 | 11,3861 | 9,86 | 12,8 |

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-Mellékletről | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------|--------|----------|----------|---------------|---------------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Bükk 200°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SÚRÚSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 674,0536 | 45,37422 | 9,07484 | 655,324 | 692,7832 | 565,33 | 754,27 |
| | | 1.menetrend | 25 | 642,2964 | 19,90574 | 3,98115 | 634,0797 | 650,5131 | 615,39 | 704,82 |
| | | 2.menetrend | 25 | 607,89 | 41,00355 | 8,20071 | 590,9646 | 624,8154 | 443,27 | 646,66 |
| | | 3.menetrend | 25 | 613,6164 | 20,70503 | 4,14101 | 605,0698 | 622,163 | 586,17 | 646,66 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 125,9444 | 19,04312 | 3,80862 | 118,0838 | 133,805 | 98,88 | 177,39 |
| | | 1.menetrend | 25 | 122,6764 | 21,09705 | 4,21941 | 113,968 | 131,3848 | 61,89 | 153,44 |
| | | 2.menetrend | 25 | 116,618 | 17,471 | 3,4942 | 109,4063 | 123,8297 | 85,68 | 144,21 |
| | | 3.menetrend | 25 | 101,1292 | 23,89078 | 4,77816 | 91,2676 | 110,9908 | 53,19 | 147,46 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 12498,51 | 1699,364 | 339,873 | 11797,05 | 13199,98 | 9465 | 14833 |
| | | 1.menetrend | 25 | 13517,02 | 1168,394 | 233,679 | 13034,73 | 13999,31 | 11413 | 16128 |
| | | 2.menetrend | 25 | 10981,27 | 1752,426 | 350,485 | 10257,9 | 11704,64 | 7085 | 15169 |
| | | 3.menetrend | 25 | 11175,39 | 1520,879 | 304,176 | 10547,6 | 11803,18 | 7685 | 14134 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 10,582 | 1,56462 | 0,31292 | 9,9362 | 11,2278 | 8,44 | 13,84 |
| | | 1.menetrend | 25 | 7,2536 | 1,86419 | 0,37284 | 6,4841 | 8,0231 | 2,2 | 9,4 |
| | | 2.menetrend | 24 | 6,3421 | 2,83591 | 0,57888 | 5,1446 | 7,5396 | 2,45 | 11,57 |
| | | 3.menetrend | 25 | 6,3848 | 2,0409 | 0,40818 | 5,5424 | 7,2272 | 1,33 | 10,23 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 63,2888 | 6,01869 | 1,20374 | 60,8044 | 65,7732 | 48,9 | 71,95 |
| | | 1.menetrend | 25 | 79,6868 | 9,07557 | 1,81511 | 75,9406 | 83,433 | 55,94 | 91,44 |
| | | 2.menetrend | 25 | 84,816 | 9,80589 | 1,96118 | 80,7683 | 88,8637 | 62,75 | 108,13 |
| | | 3.menetrend | 25 | 83,6428 | 8,3625 | 1,6725 | 80,1909 | 87,0947 | 70,59 | 105,73 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 81,0208 | 1,06456 | 0,21291 | 80,5814 | 81,4602 | 79,26 | 82,81 |
| | | 1.menetrend | 25 | 50,1168 | 2,23117 | 0,44623 | 49,1958 | 51,0378 | 46,05 | 55,15 |
| | | 2.menetrend | 25 | 45,2424 | 1,2046 | 0,24092 | 44,7452 | 45,7396 | 43,42 | 47,76 |
| | | 3.menetrend | 25 | 38,3424 | 1,67072 | 0,33414 | 37,6528 | 39,032 | 34,91 | 42,66 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 5,1976 | 0,31442 | 0,06288 | 5,0678 | 5,3274 | 4,49 | 5,94 |
| | | 1.menetrend | 25 | 10,8404 | 0,32299 | 0,0646 | 10,7071 | 10,9737 | 10,32 | 11,55 |
| | | 2.menetrend | 25 | 9,672 | 0,23622 | 0,04724 | 9,5745 | 9,7695 | 9,21 | 10,13 |
| | | 3.menetrend | 25 | 9,2912 | 0,54453 | 0,10891 | 9,0664 | 9,516 | 8,07 | 10,54 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 19,228 | 0,88374 | 0,17675 | 18,8632 | 19,5928 | 17,26 | 21,23 |
| | | 1.menetrend | 25 | 21,1852 | 0,86124 | 0,17225 | 20,8297 | 21,5407 | 19,84 | 22,99 |
| | | 2.menetrend | 25 | 19,2316 | 0,85247 | 0,17049 | 18,8797 | 19,5835 | 17,99 | 20,78 |
| | | 3.menetrend | 25 | 15,706 | 1,35873 | 0,27175 | 15,1451 | 16,2669 | 12,52 | 19,04 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 12,3408 | 0,86313 | 0,17263 | 11,9845 | 12,6971 | 10,45 | 14,1 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,3928 | 0,56356 | 0,11271 | 9,1602 | 9,6254 | 8,15 | 10,86 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7,6364 | 0,58921 | 0,11784 | 7,3932 | 7,8796 | 6,65 | 8,75 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,124 | 0,73928 | 0,14786 | 6,8188 | 7,4292 | 5,11 | 8,19 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 39,812 | 3,5806 | 0,71612 | 38,334 | 41,29 | 31,91 | 45,45 |
| | | 1.menetrend | 25 | 42,31 | 6,61479 | 1,32296 | 39,5795 | 45,0405 | 28,57 | 54,49 |
| | | 2.menetrend | 25 | 21,9848 | 7,27046 | 1,45409 | 18,9837 | 24,9859 | 7,48 | 34,39 |
| | | 3.menetrend | 25 | 14,8636 | 7,00282 | 1,40056 | 11,973 | 17,7542 | 3,47 | 25,71 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 5,3356 | 0,68039 | 0,13608 | 5,0548 | 5,6164 | 4,11 | 6,57 |
| | | 1.menetrend | 25 | 4,1108 | 0,41382 | 0,08276 | 3,94 | 4,2816 | 3,18 | 5,01 |
| | | 2.menetrend | 25 | 4,0864 | 0,46127 | 0,09225 | 3,896 | 4,2768 | 3,15 | 5,26 |
| | | 3.menetrend | 25 | 3,6728 | 0,51776 | 0,10355 | 3,4591 | 3,8865 | 2,39 | 4,45 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 12,0176 | 0,42855 | 0,08571 | 11,8407 | 12,1945 | 11,01 | 12,69 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,5744 | 0,75784 | 0,15157 | 9,2616 | 9,8872 | 8,12 | 10,98 |
| | | 2.menetrend | 25 | 8,2044 | 0,49093 | 0,09819 | 8,0018 | 8,407 | 6,98 | 9,22 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,1912 | 0,66974 | 0,13395 | 6,9147 | 7,4677 | 5,98 | 8,69 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Bükk 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Sznig- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | -4,78 | -36,47 | 26,9 | 0,98 | |
| | | 2.menetrend | -7,42 | -39,11 | 24,27 | 0,93 | |
| | | 3.menetrend | 1,78 | -29,9 | 33,47 | 1 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -2,63 | -34,32 | 29,05 | 1 | |
| | | 3.menetrend | 6,57 | -25,12 | 38,25 | 0,95 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 9,2 | -22,49 | 40,89 | 0,87 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -10,33 | -28,11 | 7,46 | 0,43 | |
| | | 2.menetrend | -7,33 | -25,11 | 10,46 | 0,7 | |
| | | 3.menetrend | 1,09 | -16,69 | 18,87 | 1 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 3 | -14,78 | 20,78 | 0,97 | |
| | | 3.menetrend | 11,42 | -6,36 | 29,2 | 0,34 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 8,42 | -9,36 | 26,2 | 0,61 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -696,74 | -2006,24 | 612,76 | 0,51 | |
| | | 2.menetrend | -532,67 | -1842,17 | 776,84 | 0,71 | |
| | | 3.menetrend | -153,59 | -1463,09 | 1155,92 | 0,99 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 164,08 | -1145,43 | 1473,58 | 0,99 | |
| | | 3.menetrend | 543,16 | -766,35 | 1852,66 | 0,7 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 379,08 | -930,42 | 1688,58 | 0,87 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 2,8584 | 1,15 | 4,57 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,02 | 1,31 | 4,73 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,5972 | 1,88 | 5,31 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,16 | -1,55 | 1,87 | 1 | |
| | | 3.menetrend | 0,74 | -0,97 | 2,45 | 0,67 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,58 | -1,14 | 2,29 | 0,82 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -3,27 | -9,03 | 2,49 | 0,45 | |
| | | 2.menetrend | -4,26 | -10,02 | 1,5 | 0,22 | |
| | | 3.menetrend | -3,79 | -9,55 | 1,97 | 0,32 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,99 | -6,75 | 4,77 | 0,97 | |
| | | 3.menetrend | -0,52 | -6,28 | 5,24 | 1 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,47 | -5,29 | 6,23 | 1 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 19,794 | 17,6 | 21,99 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 20,8232 | 18,63 | 23,02 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 24,8576 | 22,66 | 27,05 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,03 | -1,17 | 3,23 | 0,61 | |
| | | 3.menetrend | 5,0636 | 2,87 | 7,26 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 4,0344 | 1,84 | 6,23 | 0 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Bükk 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -5,6036 | -5,88 | -5,33 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -5,7324 | -6,01 | -5,46 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -5,7524 | -6,03 | -5,48 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,13 | -0,41 | 0,15 | 0,62 | |
| | | 3.menetrend | -0,15 | -0,43 | 0,13 | 0,5 | |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,02 | -0,3 | 0,26 | 1 | |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | -2,994 | -3,55 | -2,44 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -2,7892 | -3,35 | -2,23 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -2,8128 | -3,37 | -2,26 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,2 | -0,35 | 0,76 | 0,77 | |
| | | 3.menetrend | 0,18 | -0,38 | 0,74 | 0,83 | |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,02 | -0,58 | 0,53 | 1 | |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,896 | 0,34 | 1,45 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 1,1932 | 0,64 | 1,75 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,4332 | 0,88 | 1,99 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,3 | -0,26 | 0,86 | 0,51 | |
| | | 3.menetrend | 0,54 | -0,02 | 1,1 | 0,06 | |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,24 | -0,32 | 0,8 | 0,68 | |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | -6,1384 | -10,5 | -1,78 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 0,1 | -4,26 | 4,46 | 1 | |
| | | 3.menetrend | 1,92 | -2,43 | 6,28 | 0,66 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 6,2372 | 1,88 | 10,6 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 8,0624 | 3,7 | 12,42 | 0 | Szignifikáns |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,83 | -2,53 | 6,18 | 0,69 | |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,31 | -0,13 | 0,75 | 0,26 | |
| | | 2.menetrend | 0,26 | -0,19 | 0,7 | 0,43 | |
| | | 3.menetrend | 0,42 | -0,02 | 0,87 | 0,06 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,05 | -0,5 | 0,39 | 0,99 | |
| | | 3.menetrend | 0,11 | -0,33 | 0,56 | 0,91 | |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,17 | -0,27 | 0,61 | 0,75 | |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,22 | -0,36 | 0,79 | 0,76 | |
| | | 2.menetrend | 0,03 | -0,55 | 0,6 | 1 | |
| | | 3.menetrend | 0,9372 | 0,36 | 1,51 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,19 | -0,77 | 0,38 | 0,82 | |
| | | 3.menetrend | 0,72 | 0,15 | 1,29 | 0,01 | Szignifikáns |
| | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,912 | 0,34 | 1,49 | 0 | Szignifikáns |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Bükk 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | 31,7572 | 6,7742 | 56,7402 | 0,007 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 66,1636 | 41,1806 | 91,1466 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 60,4372 | 35,4542 | 85,4202 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 34,4064 | 9,4234 | 59,3894 | 0,003 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 28,68 | 3,697 | 53,663 | 0,018 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -5,7264 | -30,7094 | 19,2566 | 0,932 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,268 | -11,9045 | 18,4405 | 0,943 | |
| | | 2.menetrend | 9,3264 | -5,8461 | 24,4989 | 0,379 | |
| | | 3.menetrend | 24,8152 | 9,6427 | 39,9877 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 6,0584 | -9,1141 | 21,2309 | 0,724 | |
| | | 3.menetrend | 21,5472 | 6,3747 | 36,7197 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 15,4888 | 0,3163 | 30,6613 | 0,044 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -1018,506 | -2166,38 | 129,37 | 0,101 | |
| | | 2.menetrend | 1517,243 | 369,37 | 2665,11 | 0,004 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1323,125 | 175,25 | 2471 | 0,017 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2535,749 | 1387,88 | 3683,62 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2341,632 | 1193,76 | 3489,5 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -194,118 | -1341,99 | 953,75 | 0,971 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,3284 | 1,7601 | 4,8967 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 4,23992 | 2,6553 | 5,8245 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,1972 | 2,6289 | 5,7655 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,91152 | -0,6731 | 2,4961 | 0,439 | |
| | | 3.menetrend | 0,8688 | -0,6995 | 2,4371 | 0,473 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -0,04272 | -1,6273 | 1,5419 | 1 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -16,398 | -22,6368 | -10,1592 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -21,5272 | -27,766 | -15,2884 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -20,354 | -26,5928 | -14,1152 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -5,1292 | -11,368 | 1,1096 | 0,145 | |
| | | 3.menetrend | -3,956 | -10,1948 | 2,2828 | 0,352 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,1732 | -5,0656 | 7,412 | 0,961 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 30,904 | 29,7142 | 32,0938 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 35,7784 | 34,5886 | 36,9682 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 42,6784 | 41,4886 | 43,8682 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 4,8744 | 3,6846 | 6,0642 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 11,7744 | 10,5846 | 12,9642 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 6,9 | 5,7102 | 8,0898 | 0 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Bükk 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Sznig- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -5,6428 | -5,9184 | -5,3672 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -4,4744 | -4,75 | -4,1988 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -4,0936 | -4,3692 | -3,818 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,1684 | 0,8928 | 1,444 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,5492 | 1,2736 | 1,8248 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,3808 | 0,1052 | 0,6564 | 0,003 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | -1,9572 | -2,7055 | -1,2089 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -0,0036 | -0,7519 | 0,7447 | 1 | |
| | | 3.menetrend | 3,522 | 2,7737 | 4,2703 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,9536 | 1,2053 | 2,7019 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 5,4792 | 4,7309 | 6,2275 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 3,5256 | 2,7773 | 4,2739 | 0 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 2,948 | 2,4308 | 3,4652 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 4,7044 | 4,1872 | 5,2216 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 5,2168 | 4,6996 | 5,734 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,7564 | 1,2392 | 2,2736 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,2688 | 1,7516 | 2,786 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,5124 | -0,0048 | 1,0296 | 0,053 |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | -2,498 | -7,1528 | 2,1568 | 0,501 | |
| | | 2.menetrend | 17,8272 | 13,1724 | 22,482 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 24,9484 | 20,2936 | 29,6032 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 20,3252 | 15,6704 | 24,98 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 27,4464 | 22,7916 | 32,1012 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 7,1212 | 2,4664 | 11,776 | 0,001 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 1,2248 | 0,8344 | 1,6152 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 1,2492 | 0,8588 | 1,6396 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,6628 | 1,2724 | 2,0532 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,0244 | -0,366 | 0,4148 | 0,998 | |
| | | 3.menetrend | 0,438 | 0,0476 | 0,8284 | 0,021 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,4136 | 0,0232 | 0,804 | 0,034 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 2,4432 | 1,9983 | 2,8881 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,8132 | 3,3683 | 4,2581 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,8264 | 4,3815 | 5,2713 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,37 | 0,9251 | 1,8149 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,3832 | 1,9383 | 2,8281 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,0132 | 0,5683 | 1,4581 | 0 |

3.Nyár:

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-melléklettről | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------|----------------|-------------|--------|---------------|----------------|---------------|---------------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Nyár 180°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 411,2472 | 23,26407 | 4,65281 | 401,6443 | 420,8501 | 356,24 | 447,89 |
| | | 1.menetrend | 25 | 419,8104 | 18,06447 | 3,61289 | 412,3538 | 427,267 | 398,38 | 461,59 |
| | | 2.menetrend | 25 | 408,0284 | 31,13923 | 6,22785 | 395,1748 | 420,882 | 353,35 | 457,89 |
| | | 3.menetrend | 25 | 412,0384 | 18,03823 | 3,60765 | 404,5926 | 419,4842 | 386,72 | 446,25 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 63,5148 | 12,15043 | 2,43009 | 58,4994 | 68,5302 | 44,01 | 82,5 |
| | | 1.menetrend | 25 | 64,8136 | 16,50014 | 3,30003 | 58,0027 | 71,6245 | 39,53 | 103,25 |
| | | 2.menetrend | 25 | 59,5284 | 10,24223 | 2,04845 | 55,3006 | 63,7562 | 37,78 | 75,56 |
| | | 3.menetrend | 25 | 55,8364 | 16,14025 | 3,22805 | 49,174 | 62,4988 | 27,32 | 82,44 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 7695,83 | 1039,339 | 207,868 | 7266,81 | 8124,85 | 6011 | 9535 |
| | | 1.menetrend | 25 | 8797,42 | 1496,383 | 299,277 | 8179,74 | 9415,09 | 6572 | 13699 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7452,2 | 1024,15 | 204,83 | 7029,45 | 7874,95 | 5507 | 9031 |
| | | 3.menetrend | 25 | 6938,34 | 1716,302 | 343,26 | 6229,88 | 7646,79 | 4393 | 9290 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 4,8604 | 0,98755 | 0,19751 | 4,4528 | 5,268 | 3,21 | 6,52 |
| | | 1.menetrend | 25 | 2,206 | 0,74959 | 0,14992 | 1,8966 | 2,5154 | 0,81 | 3,32 |
| | | 2.menetrend | 25 | 1,8916 | 0,81394 | 0,16279 | 1,5556 | 2,2276 | 0,78 | 3,59 |
| | | 3.menetrend | 25 | 1,328 | 0,76017 | 0,15203 | 1,0142 | 1,6418 | 0,62 | 3,16 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 38,8256 | 4,17644 | 0,83529 | 37,1016 | 40,5496 | 32,25 | 47,35 |
| | | 1.menetrend | 25 | 42,07 | 3,85389 | 0,77078 | 40,4792 | 43,6608 | 35,2 | 47,06 |
| | | 2.menetrend | 25 | 42,3356 | 4,84298 | 0,9686 | 40,3365 | 44,3347 | 35,23 | 48,44 |
| | | 3.menetrend | 25 | 48,5132 | 4,10327 | 0,82065 | 46,8195 | 50,2069 | 41,69 | 58,28 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 83,9976 | 0,84516 | 0,16903 | 83,6487 | 84,3465 | 81,87 | 85,71 |
| | | 1.menetrend | 25 | 76,2384 | 2,19506 | 0,43901 | 75,3323 | 77,1445 | 71,7 | 79,2 |
| | | 2.menetrend | 25 | 72,372 | 4,1413 | 0,82826 | 70,6626 | 74,0814 | 60,37 | 78,88 |
| | | 3.menetrend | 25 | 63,598 | 3,88867 | 0,77773 | 61,9928 | 65,2032 | 55,35 | 70,41 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 3,6256 | 0,2422 | 0,04844 | 3,5256 | 3,7256 | 3,17 | 4,1 |
| | | 1.menetrend | 25 | 6,508 | 0,91787 | 0,18357 | 6,1291 | 6,8869 | 4,85 | 7,8 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7,8424 | 0,87801 | 0,1756 | 7,48 | 8,2048 | 6,2 | 9,74 |
| | | 3.menetrend | 25 | 9,9184 | 0,96069 | 0,19214 | 9,5218 | 10,315 | 8,15 | 12,08 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 18,424 | 0,82608 | 0,16522 | 18,083 | 18,765 | 17,04 | 19,94 |
| | | 1.menetrend | 25 | 21,8252 | 1,39417 | 0,27883 | 21,2497 | 22,4007 | 19,72 | 24,9 |
| | | 2.menetrend | 25 | 23,7952 | 1,79146 | 0,35829 | 23,0557 | 24,5347 | 19,77 | 27,32 |
| | | 3.menetrend | 25 | 25,5016 | 0,94856 | 0,18971 | 25,1101 | 25,8931 | 23,49 | 26,66 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 12,2636 | 0,73695 | 0,14739 | 11,9594 | 12,5678 | 9,97 | 13,45 |
| | | 1.menetrend | 25 | 11,686 | 0,62957 | 0,12591 | 11,4261 | 11,9459 | 10,02 | 13,25 |
| | | 2.menetrend | 25 | 10,1912 | 0,67069 | 0,13414 | 9,9144 | 10,468 | 9,01 | 12,31 |
| | | 3.menetrend | 25 | 9,5896 | 0,59902 | 0,1198 | 9,3423 | 9,8369 | 8,62 | 11,2 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 49,098 | 10,44972 | 2,08994 | 44,7846 | 53,4114 | 30 | 70,65 |
| | | 1.menetrend | 25 | 53,544 | 8,08201 | 1,6164 | 50,2079 | 56,8801 | 34,52 | 69,77 |
| | | 2.menetrend | 25 | 51,3248 | 8,85358 | 1,77072 | 47,6702 | 54,9794 | 32,05 | 66,67 |
| | | 3.menetrend | 25 | 42,7404 | 11,69791 | 2,33958 | 37,9117 | 47,5691 | 15,19 | 74,47 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 4,602 | 0,70152 | 0,1403 | 4,3124 | 4,8916 | 3,75 | 6,25 |
| | | 1.menetrend | 25 | 4,3088 | 0,5088 | 0,10176 | 4,0988 | 4,5188 | 3,44 | 5,37 |
| | | 2.menetrend | 25 | 4,164 | 0,54164 | 0,10833 | 3,9404 | 4,3876 | 3,24 | 5,66 |
| | | 3.menetrend | 25 | 3,7012 | 0,51867 | 0,10373 | 3,4871 | 3,9153 | 2,88 | 4,89 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 11,44 | 0,50192 | 0,10038 | 11,2328 | 11,6472 | 10,3 | 12,48 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,7148 | 0,55061 | 0,11012 | 9,4875 | 9,9421 | 8,98 | 10,69 |
| | | 2.menetrend | 25 | 8,0429 | 0,82212 | 0,13435 | 7,7607 | 8,3250 | 5,35 | 10,18 |
| | | 3.menetrend | 25 | 7,9266 | 0,60755 | 0,12131 | 7,6719 | 8,1814 | 6,73 | 9,77 |

| SPSS-Leíró statisztika-összesítő, a CD-Mellékletről | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------|--------|----------|----------|---------------|---------------------------------------|-------------|---------------|---------------|
| Nyár 200°C | Klíma | Kezelés | n (db) | Átlag | Szórás | Standard hiba | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Minimum érték | Maximum érték |
| | | | | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SÚRÚSÉG (kg/m ³) | normál | Kezeletlen | 25 | 411,2472 | 23,26407 | 4,65281 | 401,6443 | 420,8501 | 356,24 | 447,89 |
| | | 1.menetrend | 25 | 394,4124 | 46,82016 | 9,36403 | 375,086 | 413,7388 | 333,73 | 521,02 |
| | | 2.menetrend | 25 | 369,6152 | 11,32996 | 2,26599 | 364,9384 | 374,292 | 348,07 | 387,09 |
| | | 3.menetrend | 25 | 359,2876 | 33,74046 | 6,74809 | 345,3602 | 373,215 | 285,93 | 403,51 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 63,5148 | 12,15043 | 2,43009 | 58,4994 | 68,5302 | 44,01 | 82,5 |
| | | 1.menetrend | 25 | 49,2888 | 16,44347 | 3,28869 | 42,5013 | 56,0763 | 31,42 | 83,82 |
| | | 2.menetrend | 25 | 44,1944 | 15,73623 | 3,14725 | 37,6988 | 50,69 | 19,76 | 85,53 |
| | | 3.menetrend | 24 | 42,3825 | 11,44227 | 2,33564 | 37,5509 | 47,2141 | 28,98 | 71,86 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 7695,83 | 1039,339 | 207,868 | 7266,81 | 8124,85 | 6011 | 9535 |
| | | 1.menetrend | 25 | 7351,26 | 1169,997 | 233,999 | 6868,31 | 7834,21 | 4358 | 9455 |
| | | 2.menetrend | 25 | 7534,98 | 1409,833 | 281,967 | 6953,03 | 8116,93 | 4865 | 9980 |
| | | 3.menetrend | 24 | 7261,25 | 1125,885 | 229,82 | 6785,83 | 7736,67 | 5141 | 9178 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 4,8604 | 0,98755 | 0,19751 | 4,4528 | 5,268 | 3,21 | 6,52 |
| | | 1.menetrend | 25 | 1,3976 | 0,94729 | 0,18946 | 1,0066 | 1,7886 | 0,5 | 3,36 |
| | | 2.menetrend | 25 | 1,4576 | 0,74874 | 0,14975 | 1,1485 | 1,7667 | 0,63 | 3,34 |
| | | 3.menetrend | 25 | 1,3096 | 0,73004 | 0,14601 | 1,0083 | 1,6109 | 0,66 | 3,07 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | normál | Kezeletlen | 25 | 38,8256 | 4,17644 | 0,83529 | 37,1016 | 40,5496 | 32,25 | 47,35 |
| | | 1.menetrend | 25 | 48,3632 | 5,21828 | 1,04366 | 46,2092 | 50,5172 | 39,79 | 55,82 |
| | | 2.menetrend | 25 | 50,5976 | 4,03141 | 0,80628 | 48,9335 | 52,2617 | 42,7 | 57,63 |
| | | 3.menetrend | 25 | 50,4092 | 4,15197 | 0,83039 | 48,6954 | 52,123 | 42,03 | 58,97 |
| VILÁGOSSÁG- L* | normál | Kezeletlen | 25 | 83,9976 | 0,84516 | 0,16903 | 83,6487 | 84,3465 | 81,87 | 85,71 |
| | | 1.menetrend | 25 | 48,6244 | 1,97986 | 0,39597 | 47,8072 | 49,4416 | 45,12 | 52,32 |
| | | 2.menetrend | 25 | 43,6748 | 1,49669 | 0,29934 | 43,057 | 44,2926 | 41,24 | 46,47 |
| | | 3.menetrend | 25 | 40,7696 | 2,02844 | 0,40569 | 39,9323 | 41,6069 | 34,85 | 44,1 |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | normál | Kezeletlen | 25 | 3,6256 | 0,2422 | 0,04844 | 3,5256 | 3,7256 | 3,17 | 4,1 |
| | | 1.menetrend | 25 | 10,3612 | 0,25384 | 0,05077 | 10,2564 | 10,466 | 9,72 | 10,83 |
| | | 2.menetrend | 25 | 9,5764 | 0,27239 | 0,05448 | 9,464 | 9,6888 | 9,16 | 10,02 |
| | | 3.menetrend | 25 | 9,4872 | 0,56052 | 0,1121 | 9,2558 | 9,7186 | 8,13 | 10,46 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | normál | Kezeletlen | 25 | 18,424 | 0,82608 | 0,16522 | 18,083 | 18,765 | 17,04 | 19,94 |
| | | 1.menetrend | 25 | 23,5404 | 1,24117 | 0,24823 | 23,0281 | 24,0527 | 21,32 | 25,4 |
| | | 2.menetrend | 25 | 20,45 | 1,07841 | 0,21568 | 20,0049 | 20,8951 | 18,75 | 22,42 |
| | | 3.menetrend | 25 | 17,7024 | 1,63538 | 0,32708 | 17,0273 | 18,3775 | 13,38 | 20,67 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | normál | Kezeletlen | 25 | 12,2636 | 0,73695 | 0,14739 | 11,9594 | 12,5678 | 9,97 | 13,45 |
| | | 1.menetrend | 25 | 9,4828 | 0,65764 | 0,13153 | 9,2113 | 9,7543 | 8,33 | 10,75 |
| | | 2.menetrend | 25 | 8,9432 | 0,63741 | 0,12748 | 8,6801 | 9,2063 | 7,98 | 10,37 |
| | | 3.menetrend | 25 | 8,1464 | 0,72007 | 0,14401 | 7,8492 | 8,4436 | 6,97 | 9,46 |
| GOMBABONTÁS (%) | 23°C | Kezeletlen | 25 | 43,2016 | 8,26769 | 1,65354 | 39,7889 | 46,6143 | 22,87 | 57,55 |
| | | 1.menetrend | 25 | 10,0328 | 3,82623 | 0,76525 | 8,4534 | 11,6122 | 2,5 | 18,56 |
| | | 2.menetrend | 25 | 5,9808 | 2,72225 | 0,54445 | 4,8571 | 7,1045 | 1,94 | 12,96 |
| | | 3.menetrend | 25 | 2,9268 | 0,96663 | 0,19333 | 2,5278 | 3,3258 | 1,05 | 5,62 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 4,602 | 0,70152 | 0,1403 | 4,3124 | 4,8916 | 3,75 | 6,25 |
| | | 1.menetrend | 25 | 4,0572 | 0,43384 | 0,08677 | 3,8781 | 4,2363 | 2,99 | 5,01 |
| | | 2.menetrend | 25 | 3,1516 | 0,46677 | 0,09335 | 2,9589 | 3,3443 | 1,99 | 4,01 |
| | | 3.menetrend | 25 | 2,7032 | 0,41393 | 0,08279 | 2,5323 | 2,8741 | 1,95 | 3,56 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | áztatás vízben | Kezeletlen | 25 | 11,44 | 0,50192 | 0,10038 | 11,2328 | 11,6472 | 10,3 | 12,48 |
| | | 1.menetrend | 25 | 7,7952 | 0,54252 | 0,1085 | 7,5713 | 8,0191 | 6,98 | 9,02 |
| | | 2.menetrend | 25 | 5,742 | 0,42393 | 0,08479 | 5,567 | 5,917 | 4,85 | 6,56 |
| | | 3.menetrend | 25 | 5,2112 | 0,47018 | 0,09404 | 5,0171 | 5,4053 | 4,31 | 6,12 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Nyár 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | -8,5632 | -25,7584 | 8,632 | 0,564 | |
| | | 2.menetrend | 3,2188 | -13,9764 | 20,414 | 0,961 | |
| | | 3.menetrend | -0,7912 | -17,9864 | 16,404 | 0,999 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 11,782 | -5,4132 | 28,9772 | 0,284 | |
| | | 3.menetrend | 7,772 | -9,4232 | 24,9672 | 0,64 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -4,01 | -21,2052 | 13,1852 | 0,929 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -1,2988 | -11,6607 | 9,0631 | 0,988 | |
| | | 2.menetrend | 3,9864 | -6,3755 | 14,3483 | 0,746 | |
| | | 3.menetrend | 7,6784 | -2,6835 | 18,0403 | 0,219 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 5,2852 | -5,0767 | 15,6471 | 0,544 | |
| | | 3.menetrend | 8,9772 | -1,3847 | 19,3391 | 0,114 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 3,692 | -6,6699 | 14,0539 | 0,788 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -1101,589 | -2101,58 | -101,59 | 0,025 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 243,627 | -756,37 | 1243,62 | 0,92 | |
| | | 3.menetrend | 757,488 | -242,51 | 1757,48 | 0,203 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1345,216 | 345,22 | 2345,21 | 0,004 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1859,077 | 859,08 | 2859,07 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 513,861 | -486,13 | 1513,86 | 0,538 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 2,6544 | 2,0382 | 3,2706 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 2,9688 | 2,3526 | 3,585 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,5324 | 2,9162 | 4,1486 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,3144 | -0,3018 | 0,9306 | 0,544 | |
| | | 3.menetrend | 0,878 | 0,2618 | 1,4942 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,5636 | -0,0526 | 1,1798 | 0,086 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -3,2444 | -6,3947 | -0,0941 | 0,041 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -3,51 | -6,6603 | -0,3597 | 0,023 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -9,6876 | -12,8379 | -6,5373 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,2656 | -3,4159 | 2,8847 | 0,996 | |
| | | 3.menetrend | -6,4432 | -9,5935 | -3,2929 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -6,1776 | -9,3279 | -3,0273 | 0 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 7,7592 | 5,4857 | 10,0327 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 11,6256 | 9,3521 | 13,8991 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 20,3996 | 18,1261 | 22,6731 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 3,8664 | 1,5929 | 6,1399 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 12,6404 | 10,3669 | 14,9139 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 8,774 | 6,5005 | 11,0475 | 0 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Nyár 180°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -2,8824 | -3,478 | -2,2868 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -4,2168 | -4,8124 | -3,6212 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -6,2928 | -6,8884 | -5,6972 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -1,3344 | -1,93 | -0,7388 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -3,4104 | -4,006 | -2,8148 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -2,076 | -2,6716 | -1,4804 | 0 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | -3,4012 | -4,3608 | -2,4416 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -5,3712 | -6,3308 | -4,4116 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -7,0776 | -8,0372 | -6,118 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -1,97 | -2,9296 | -1,0104 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -3,6764 | -4,636 | -2,7168 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | -1,7064 | -2,666 | -0,7468 | 0 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,5776 | 0,0887 | 1,0665 | 0,014 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 2,0724 | 1,5835 | 2,5613 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,674 | 2,1851 | 3,1629 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 1,4948 | 1,0059 | 1,9837 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,0964 | 1,6075 | 2,5853 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,6016 | 0,1127 | 1,0905 | 0,009 |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | -4,446 | -11,7458 | 2,8538 | 0,388 | |
| | | 2.menetrend | -2,2268 | -9,5266 | 5,073 | 0,855 | |
| | | 3.menetrend | 6,3576 | -0,9422 | 13,6574 | 0,111 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,2192 | -5,0806 | 9,519 | 0,857 | |
| | | 3.menetrend | 10,8036 | 3,5038 | 18,1034 | 0,001 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 8,5844 | 1,2846 | 15,8842 | 0,014 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,2932 | -0,1306 | 0,717 | 0,275 | |
| | | 2.menetrend | 0,438 | 0,0142 | 0,8618 | 0,04 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,9008 | 0,477 | 1,3246 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,1448 | -0,279 | 0,5686 | 0,808 | |
| | | 3.menetrend | 0,6076 | 0,1838 | 1,0314 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,4628 | 0,039 | 0,8866 | 0,027 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 1,7252 | 1,2577 | 2,1927 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,3971 | 3,0497 | 3,9847 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,5134 | 3,2853 | 4,2203 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,792 | 2,3245 | 3,2595 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,0276 | 2,5601 | 3,4951 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,2356 | -0,2319 | 0,7031 | 0,554 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------|--------------|
| Nyár 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0,05$ | | Sznig- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| NEDVES SŰRŰSÉG (kg/m ³) | kezeletlen | 1.menetrend | 16,8348 | -6,5513 | 40,2209 | 0,243 | |
| | | 2.menetrend | 41,632 | 18,2459 | 65,0181 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 51,9596 | 28,5735 | 75,3457 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 24,7972 | 1,4111 | 48,1833 | 0,033 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 35,1248 | 11,7387 | 58,5109 | 0,001 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 10,3276 | -13,0585 | 33,7137 | 0,657 |
| HAJLÍTÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 14,226 | 3,7692 | 24,6828 | 0,003 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 19,3204 | 8,8636 | 29,7772 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 21,1323 | 10,5672 | 31,6974 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 5,0944 | -5,3624 | 15,5512 | 0,582 | |
| | | 3.menetrend | 6,9063 | -3,6588 | 17,4714 | 0,325 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 1,8119 | -8,7532 | 12,377 | 0,97 |
| HAJLÍTÓ-RUGALMASSÁGI MODULUSZ (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 344,571 | -539,24 | 1228,38 | 0,738 | |
| | | 2.menetrend | 160,844 | -722,97 | 1044,66 | 0,964 | |
| | | 3.menetrend | 434,578 | -458,39 | 1327,55 | 0,582 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -183,727 | -1067,54 | 700,08 | 0,948 | |
| | | 3.menetrend | 90,007 | -802,96 | 982,98 | 0,994 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 273,734 | -619,24 | 1166,7 | 0,853 |
| ÜTŐ-TÖRŐ MUNKA (J/cm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,4628 | 2,826 | 4,0996 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,4028 | 2,766 | 4,0396 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 3,5508 | 2,914 | 4,1876 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -0,06 | -0,6968 | 0,5768 | 0,995 | |
| | | 3.menetrend | 0,088 | -0,5488 | 0,7248 | 0,984 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,148 | -0,4888 | 0,7848 | 0,929 |
| NYOMÓSZILÁRDSÁG (N/mm ²) | kezeletlen | 1.menetrend | -9,5376 | -12,8067 | -6,2685 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -11,772 | -15,0411 | -8,5029 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -11,5836 | -14,8527 | -8,3145 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | -2,2344 | -5,5035 | 1,0347 | 0,286 | |
| | | 3.menetrend | -2,046 | -5,3151 | 1,2231 | 0,363 | |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,1884 | -3,0807 | 3,4575 | 0,999 |
| VILÁGOSSÁG- L* | kezeletlen | 1.menetrend | 35,3732 | 34,1475 | 36,5989 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 40,3228 | 39,0971 | 41,5485 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 43,228 | 42,0023 | 44,4537 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 4,9496 | 3,7239 | 6,1753 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 7,8548 | 6,6291 | 9,0805 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 2,9052 | 1,6795 | 4,1309 | 0 |

| SPSS-Post Hoc Test, Tukey HSD szignifikanciavizsgálat-összegzés, a CD-Mellékletéről | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
| Nyár 200°C | bázis | hasonlí- tandó | Átlag- különbség | Konfidencia intervallum $\alpha=0.05$ | | Szigni- fikancia | értékelés |
| | | | | alsó határ | felső határ | | |
| VÖRÖS SZÍNEZET- a* | kezeletlen | 1.menetrend | -6,7356 | -7 | -6,4712 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -5,9508 | -6,2152 | -5,6864 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | -5,8616 | -6,126 | -5,5972 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,7848 | 0,5204 | 1,0492 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,874 | 0,6096 | 1,1384 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,0892 | -0,1752 | 0,3536 | 0,814 |
| SÁRGA SZÍNEZET- b* | kezeletlen | 1.menetrend | -5,1164 | -6,0267 | -4,2061 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | -2,026 | -2,9363 | -1,1157 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 0,7216 | -0,1887 | 1,6319 | 0,169 | |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 3,0904 | 2,1801 | 4,0007 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 5,838 | 4,9277 | 6,7483 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 2,7476 | 1,8373 | 3,6579 | 0 |
| NETTÓ FANEDVESSÉG (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 2,7808 | 2,2711 | 3,2905 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3,3204 | 2,8107 | 3,8301 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 4,1172 | 3,6075 | 4,6269 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,5396 | 0,0299 | 1,0493 | 0,034 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,3364 | 0,8267 | 1,8461 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,7968 | 0,2871 | 1,3065 | 0,001 |
| GOMBABONTÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 33,1688 | 29,6349 | 36,7027 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 37,2208 | 33,6869 | 40,7547 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 40,2748 | 36,7409 | 43,8087 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 4,052 | 0,5181 | 7,5859 | 0,018 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 7,106 | 3,5721 | 10,6399 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 3,054 | -0,4799 | 6,5879 | 0,115 |
| MAXIMÁLIS RADIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 0,5448 | 0,1624 | 0,9272 | 0,002 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 1,4504 | 1,068 | 1,8328 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,8988 | 1,5164 | 2,2812 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 0,9056 | 0,5232 | 1,288 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 1,354 | 0,9716 | 1,7364 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,4484 | 0,066 | 0,8308 | 0,015 |
| MAXIMÁLIS TANGENCIÁLIS DAGADÁS (%) | kezeletlen | 1.menetrend | 3,6448 | 3,285 | 4,0046 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 5,698 | 5,3382 | 6,0578 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 6,2288 | 5,869 | 6,5886 | 0 | Szignifikáns |
| | 1.menetrend | 2.menetrend | 2,0532 | 1,6934 | 2,413 | 0 | Szignifikáns |
| | | 3.menetrend | 2,584 | 2,2242 | 2,9438 | 0 | Szignifikáns |
| | | 2.menetrend | 3.menetrend | 0,5308 | 0,171 | 0,8906 | 0,001 |

1. sz. melléklet a 4.1. alfejezethez: A próbatetek gombabontás általi tömegcsökkenése (%)
 1.1. Cser- vizsgálati gombafaj: Labirintustapló (*Daedalea quercina*)

| Cser -szíjács gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,87 | 1,5 | 19,79 | 1,87 | 1,53 | 18,18 | 1,67 | 1,48 | 11,38 | 1,7 | 1,59 | 6,47 |
| 2 | 1,73 | 1,41 | 18,50 | 1,66 | 1,46 | 12,05 | 1,75 | 1,56 | 10,86 | 1,66 | 1,53 | 7,83 |
| 3 | 1,72 | 1,36 | 20,93 | 1,97 | 1,51 | 23,35 | 1,71 | 1,52 | 11,11 | 1,65 | 1,47 | 10,91 |
| 4 | 1,55 | 1,17 | 24,52 | 1,78 | 1,41 | 20,79 | 1,60 | 1,41 | 11,88 | 1,5 | 1,32 | 12,00 |
| 5 | 1,7 | 1,41 | 17,06 | 1,74 | 1,31 | 24,71 | 1,91 | 1,72 | 9,95 | 1,66 | 1,48 | 10,84 |
| 6 | 1,96 | 1,58 | 19,39 | 1,87 | 1,45 | 22,46 | 1,66 | 1,48 | 10,84 | 1,84 | 1,66 | 9,78 |
| 7 | 1,79 | 1,38 | 22,91 | 1,85 | 1,44 | 22,16 | 1,64 | 1,46 | 10,98 | 1,77 | 1,59 | 10,17 |
| 8 | 1,68 | 1,27 | 24,40 | 1,75 | 1,41 | 19,43 | 1,61 | 1,43 | 11,18 | 1,35 | 1,17 | 13,33 |
| 9 | 1,77 | 1,38 | 22,03 | 1,84 | 1,48 | 19,57 | 1,72 | 1,57 | 8,72 | 1,69 | 1,6 | 5,33 |
| 10 | 1,66 | 1,25 | 24,70 | 1,89 | 1,39 | 26,46 | 1,65 | 1,50 | 9,09 | 1,47 | 1,29 | 12,24 |
| 11 | 1,77 | 1,29 | 27,12 | 1,81 | 1,62 | 10,50 | 1,59 | 1,47 | 7,55 | 1,55 | 1,46 | 5,81 |
| 12 | 1,6 | 1,21 | 24,38 | 1,86 | 1,46 | 21,51 | 1,56 | 1,44 | 7,69 | 1,57 | 1,39 | 11,46 |
| 13 | 1,57 | 1,18 | 24,84 | 1,73 | 1,49 | 13,87 | 1,54 | 1,41 | 8,44 | 1,66 | 1,48 | 10,84 |
| 14 | 1,76 | 1,36 | 22,73 | 1,81 | 1,57 | 13,26 | 1,65 | 1,48 | 10,30 | 1,74 | 1,55 | 10,92 |
| 15 | 1,8 | 1,31 | 27,22 | 1,71 | 1,45 | 15,20 | 1,83 | 1,49 | 18,58 | 1,73 | 1,55 | 10,40 |
| 16 | 1,62 | 1,27 | 21,60 | 1,70 | 1,43 | 15,88 | 1,64 | 1,45 | 11,59 | 1,59 | 1,4 | 11,95 |
| 17 | 1,71 | 1,25 | 26,90 | 1,66 | 1,35 | 18,67 | 1,52 | 1,31 | 13,82 | 1,59 | 1,44 | 9,43 |
| 18 | 1,71 | 1,2 | 29,82 | 1,92 | 1,48 | 22,92 | 1,76 | 1,53 | 13,07 | 1,43 | 1,28 | 10,49 |
| 19 | 1,85 | 1,29 | 30,27 | 1,81 | 1,48 | 18,23 | 1,73 | 1,46 | 15,61 | 1,72 | 1,55 | 9,88 |
| 20 | 1,67 | 1,18 | 29,34 | 1,64 | 1,46 | 10,98 | 1,86 | 1,51 | 18,82 | 1,46 | 1,28 | 12,33 |
| 21 | 1,86 | 1,19 | 36,02 | 1,66 | 1,42 | 14,46 | 1,69 | 1,55 | 8,28 | 1,89 | 1,77 | 6,35 |
| 22 | 1,8 | 1,21 | 32,78 | 1,93 | 1,50 | 22,28 | 1,67 | 1,45 | 13,17 | 1,53 | 1,36 | 11,11 |
| 23 | 1,94 | 1,28 | 34,02 | 1,77 | 1,42 | 19,77 | 1,47 | 1,28 | 12,93 | 1,78 | 1,62 | 8,99 |
| 24 | 1,57 | 1,19 | 24,20 | 1,69 | 1,48 | 12,43 | 1,84 | 1,42 | 22,83 | 1,46 | 1,29 | 11,64 |
| 25 | 1,76 | 1,52 | 13,64 | 1,89 | 1,38 | 26,98 | 1,72 | 1,48 | 13,95 | 1,52 | 1,34 | 11,84 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 24,76 | | | 18,64 | | | 12,10 | | | 10,09 |
| szórás | | | 5,35 | | | 4,83 | | | 3,69 | | | 2,17 |

| Cser -szíjács gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,47 | 0,99 | 32,65 | 1,47 | 1,42 | 3,40 | 1,77 | 1,71 | 3,39 | 1,56 | 1,53 | 1,92 |
| 2 | 1,38 | 1,14 | 17,39 | 1,74 | 1,64 | 5,75 | 1,71 | 1,66 | 2,92 | 1,49 | 1,47 | 1,34 |
| 3 | 1,63 | 1,21 | 25,77 | 1,19 | 1,15 | 3,36 | 1,72 | 1,68 | 2,33 | 1,63 | 1,60 | 1,84 |
| 4 | 1,51 | 1,14 | 24,50 | 1,33 | 1,27 | 4,51 | 1,69 | 1,66 | 1,78 | 1,67 | 1,64 | 1,80 |
| 5 | 1,48 | 1,10 | 25,68 | 1,69 | 1,60 | 5,33 | 1,66 | 1,63 | 1,81 | 1,57 | 1,53 | 2,55 |
| 6 | 1,59 | 1,21 | 23,90 | 1,39 | 1,28 | 7,91 | 1,80 | 1,76 | 2,22 | 1,58 | 1,53 | 3,16 |
| 7 | 1,58 | 1,11 | 29,75 | 1,33 | 1,26 | 5,26 | 1,76 | 1,72 | 2,27 | 1,67 | 1,62 | 2,99 |
| 8 | 1,40 | 0,91 | 35,00 | 1,49 | 1,38 | 7,38 | 1,65 | 1,61 | 2,42 | 1,58 | 1,55 | 1,90 |
| 9 | 1,74 | 1,19 | 31,61 | 1,12 | 1,05 | 6,25 | 1,96 | 1,92 | 2,04 | 1,38 | 1,37 | 0,72 |
| 10 | 1,69 | 1,30 | 23,08 | 1,44 | 1,34 | 6,94 | 1,69 | 1,65 | 2,37 | 1,51 | 1,46 | 3,31 |
| 11 | 1,77 | 1,31 | 25,99 | 1,88 | 1,80 | 4,26 | 1,57 | 1,51 | 3,82 | 1,54 | 1,52 | 1,30 |
| 12 | 1,71 | 1,18 | 30,99 | 1,46 | 1,38 | 5,48 | 1,91 | 1,81 | 5,24 | 1,51 | 1,47 | 2,65 |
| 13 | 1,72 | 1,17 | 31,98 | 1,63 | 1,52 | 6,75 | 1,74 | 1,65 | 5,17 | 1,55 | 1,49 | 3,87 |
| 14 | 1,52 | 1,17 | 23,03 | 1,28 | 1,19 | 7,03 | 1,72 | 1,65 | 4,07 | 1,69 | 1,67 | 1,18 |
| 15 | 1,38 | 1,08 | 21,74 | 1,46 | 1,39 | 4,79 | 1,59 | 1,51 | 5,03 | 1,55 | 1,50 | 3,23 |
| 16 | 1,95 | 1,56 | 20,00 | 1,31 | 1,23 | 6,11 | 1,70 | 1,68 | 1,18 | 1,61 | 1,60 | 0,62 |
| 17 | 1,76 | 1,28 | 27,27 | 1,65 | 1,56 | 5,45 | 1,88 | 1,79 | 4,79 | 1,72 | 1,68 | 2,33 |
| 18 | 1,53 | 1,11 | 27,45 | 1,81 | 1,72 | 4,97 | 1,52 | 1,48 | 2,63 | 1,39 | 1,36 | 2,16 |
| 19 | 1,50 | 1,10 | 26,67 | 1,39 | 1,29 | 7,19 | 1,89 | 1,72 | 8,99 | 1,43 | 1,41 | 1,40 |
| 20 | 1,75 | 1,29 | 26,29 | 1,40 | 1,34 | 4,29 | 1,77 | 1,68 | 5,08 | 1,57 | 1,53 | 2,55 |
| 21 | 1,61 | 1,09 | 32,30 | 1,86 | 1,75 | 5,91 | 1,70 | 1,64 | 3,53 | 1,43 | 1,41 | 1,40 |
| 22 | 1,59 | 1,13 | 28,93 | 1,69 | 1,61 | 4,73 | 1,64 | 1,57 | 4,27 | 1,56 | 1,52 | 2,56 |
| 23 | 1,63 | 1,30 | 20,25 | 1,44 | 1,38 | 4,17 | 1,61 | 1,54 | 4,35 | 1,77 | 1,75 | 1,13 |
| 24 | 1,42 | 0,88 | 38,03 | 1,59 | 1,52 | 4,40 | 1,81 | 1,73 | 4,42 | 1,68 | 1,64 | 2,38 |
| 25 | 1,52 | 1,25 | 17,76 | 1,68 | 1,58 | 5,95 | 1,78 | 1,76 | 1,12 | 1,52 | 1,44 | 5,26 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 26,72 | | | 5,50 | | | 3,49 | | | 2,22 |
| szórás | | | 5,28 | | | 1,24 | | | 1,73 | | | 1,06 |

| Cser -geszt gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,73 | 1,51 | 12,72 | 1,90 | 1,75 | 7,89 | 1,82 | 1,75 | 3,85 | 1,87 | 1,79 | 4,28 |
| 2 | 1,59 | 1,43 | 10,06 | 1,77 | 1,65 | 6,78 | 1,77 | 1,71 | 3,39 | 1,79 | 1,73 | 3,35 |
| 3 | 1,79 | 1,57 | 12,29 | 1,79 | 1,59 | 11,17 | 1,73 | 1,59 | 8,09 | 1,76 | 1,71 | 2,84 |
| 4 | 1,64 | 1,48 | 9,76 | 1,56 | 1,48 | 5,13 | 1,70 | 1,64 | 3,53 | 1,59 | 1,5 | 5,66 |
| 5 | 1,59 | 1,44 | 9,43 | 1,73 | 1,58 | 8,67 | 1,56 | 1,49 | 4,49 | 1,78 | 1,71 | 3,93 |
| 6 | 1,63 | 1,53 | 6,13 | 2,04 | 1,73 | 15,20 | 1,73 | 1,64 | 5,20 | 1,78 | 1,68 | 5,62 |
| 7 | 1,46 | 1,3 | 10,96 | 1,86 | 1,64 | 11,83 | 1,77 | 1,61 | 9,04 | 1,94 | 1,85 | 4,64 |
| 8 | 1,63 | 1,38 | 15,34 | 1,70 | 1,49 | 12,35 | 1,46 | 1,24 | 15,07 | 1,79 | 1,69 | 5,59 |
| 9 | 1,66 | 1,46 | 12,05 | 1,83 | 1,70 | 7,10 | 1,71 | 1,61 | 5,85 | 1,82 | 1,67 | 8,24 |
| 10 | 1,61 | 1,45 | 9,94 | 1,72 | 1,61 | 6,40 | 1,80 | 1,71 | 5,00 | 1,65 | 1,6 | 3,03 |
| 11 | 1,61 | 1,41 | 12,42 | 1,79 | 1,61 | 10,06 | 1,54 | 1,40 | 9,09 | 1,37 | 1,29 | 5,84 |
| 12 | 1,58 | 1,43 | 9,49 | 1,63 | 1,47 | 9,82 | 1,82 | 1,61 | 11,54 | 1,84 | 1,76 | 4,35 |
| 13 | 1,69 | 1,45 | 14,20 | 1,61 | 1,48 | 8,07 | 1,63 | 1,48 | 9,20 | 1,74 | 1,6 | 8,05 |
| 14 | 1,72 | 1,51 | 12,21 | 1,82 | 1,65 | 9,34 | 1,79 | 1,65 | 7,82 | 1,85 | 1,72 | 7,03 |
| 15 | 1,72 | 1,57 | 8,72 | 1,83 | 1,64 | 10,38 | 1,74 | 1,64 | 5,75 | 1,79 | 1,66 | 7,26 |
| 16 | 1,79 | 1,54 | 13,97 | 1,64 | 1,43 | 12,80 | 1,80 | 1,65 | 8,33 | 2,03 | 1,87 | 7,88 |
| 17 | 1,63 | 1,47 | 9,82 | 1,73 | 1,56 | 9,83 | 1,70 | 1,56 | 8,24 | 1,98 | 1,81 | 8,59 |
| 18 | 1,61 | 1,4 | 13,04 | 1,75 | 1,60 | 8,57 | 1,67 | 1,61 | 3,59 | 1,96 | 1,83 | 6,63 |
| 19 | 1,82 | 1,5 | 17,58 | 1,90 | 1,62 | 14,74 | 1,58 | 1,46 | 7,59 | 1,86 | 1,75 | 5,91 |
| 20 | 1,83 | 1,59 | 13,11 | 1,70 | 1,52 | 10,59 | 1,39 | 1,22 | 12,23 | 1,95 | 1,91 | 2,05 |
| 21 | 1,64 | 1,47 | 10,37 | 1,90 | 1,77 | 6,84 | 1,93 | 1,87 | 3,11 | 2 | 1,95 | 2,50 |
| 22 | 1,73 | 1,49 | 13,87 | 1,84 | 1,69 | 8,15 | 1,93 | 1,80 | 6,74 | 1,86 | 1,82 | 2,15 |
| 23 | 1,65 | 1,48 | 10,30 | 1,75 | 1,52 | 13,14 | 1,66 | 1,52 | 8,43 | 1,82 | 1,78 | 2,20 |
| 24 | 1,69 | 1,5 | 11,24 | 1,60 | 1,42 | 11,25 | 1,74 | 1,62 | 6,90 | 1,85 | 1,82 | 1,62 |
| 25 | 1,72 | 1,53 | 11,05 | 1,67 | 1,46 | 12,57 | 1,75 | 1,60 | 8,57 | 2,12 | 2,01 | 5,19 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 11,60 | | | 9,95 | | | 7,23 | | | 4,98 |
| szórás | | | 2,40 | | | 2,64 | | | 2,98 | | | 2,15 |

| Cser -geszt gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,42 | 1,25 | 11,97 | 1,48 | 1,44 | 2,70 | 1,53 | 1,50 | 1,96 | 1,84 | 1,84 | 0,00 |
| 2 | 1,47 | 1,34 | 8,84 | 1,52 | 1,49 | 1,97 | 1,52 | 1,49 | 1,97 | 1,72 | 1,69 | 1,74 |
| 3 | 1,53 | 1,36 | 11,11 | 1,65 | 1,62 | 1,82 | 1,84 | 1,78 | 3,26 | 1,83 | 1,80 | 1,64 |
| 4 | 1,62 | 1,44 | 11,11 | 1,55 | 1,52 | 1,94 | 1,62 | 1,57 | 3,09 | 1,82 | 1,81 | 0,55 |
| 5 | 1,61 | 1,46 | 9,32 | 1,65 | 1,60 | 3,03 | 1,69 | 1,65 | 2,37 | 1,86 | 1,85 | 0,54 |
| 6 | 1,65 | 1,50 | 9,09 | 1,45 | 1,41 | 2,76 | 1,44 | 1,41 | 2,08 | 1,86 | 1,83 | 1,61 |
| 7 | 1,59 | 1,43 | 10,06 | 1,65 | 1,62 | 1,82 | 1,47 | 1,45 | 1,36 | 1,83 | 1,80 | 1,64 |
| 8 | 1,63 | 1,53 | 6,13 | 1,63 | 1,60 | 1,84 | 1,59 | 1,55 | 2,52 | 1,42 | 1,40 | 1,41 |
| 9 | 1,46 | 1,30 | 10,96 | 1,69 | 1,64 | 2,96 | 1,61 | 1,58 | 1,86 | 1,55 | 1,53 | 1,29 |
| 10 | 1,63 | 1,31 | 19,63 | 1,29 | 1,25 | 3,10 | 1,48 | 1,44 | 2,70 | 1,93 | 1,90 | 1,55 |
| 11 | 1,66 | 1,46 | 12,05 | 1,47 | 1,44 | 2,04 | 1,72 | 1,68 | 2,33 | 1,60 | 1,57 | 1,88 |
| 12 | 1,61 | 1,45 | 9,94 | 1,73 | 1,70 | 1,73 | 1,42 | 1,40 | 1,41 | 1,91 | 1,88 | 1,57 |
| 13 | 1,61 | 1,43 | 11,18 | 1,67 | 1,65 | 1,20 | 1,66 | 1,62 | 2,41 | 1,77 | 1,76 | 0,56 |
| 14 | 1,58 | 1,43 | 9,49 | 1,65 | 1,63 | 1,21 | 1,59 | 1,56 | 1,89 | 2,00 | 1,97 | 1,50 |
| 15 | 1,69 | 1,43 | 15,38 | 1,63 | 1,59 | 2,45 | 1,43 | 1,39 | 2,80 | 1,87 | 1,87 | 0,00 |
| 16 | 1,72 | 1,51 | 12,21 | 1,56 | 1,52 | 2,56 | 1,55 | 1,51 | 2,58 | 1,84 | 1,82 | 1,09 |
| 17 | 1,58 | 1,41 | 10,76 | 1,51 | 1,47 | 2,65 | 1,53 | 1,51 | 1,31 | 1,93 | 1,89 | 2,07 |
| 18 | 1,52 | 1,30 | 14,47 | 1,49 | 1,46 | 2,01 | 1,68 | 1,65 | 1,79 | 1,73 | 1,71 | 1,16 |
| 19 | 1,57 | 1,31 | 16,56 | 1,06 | 1,04 | 1,89 | 1,44 | 1,40 | 2,78 | 1,69 | 1,69 | 0,00 |
| 20 | 1,60 | 1,42 | 11,25 | 1,64 | 1,61 | 1,83 | 1,84 | 1,79 | 2,72 | 1,65 | 1,64 | 0,61 |
| 21 | 1,79 | 1,34 | 25,14 | 1,58 | 1,54 | 2,53 | 1,39 | 1,36 | 2,16 | 1,82 | 1,80 | 1,10 |
| 22 | 1,62 | 1,42 | 12,35 | 1,52 | 1,49 | 1,97 | 1,60 | 1,56 | 2,50 | 1,93 | 1,92 | 0,52 |
| 23 | 1,70 | 1,49 | 12,35 | 1,62 | 1,58 | 2,47 | 1,62 | 1,57 | 3,09 | 1,72 | 1,72 | 0,00 |
| 24 | 1,76 | 1,48 | 15,91 | 1,55 | 1,52 | 1,94 | 1,41 | 1,36 | 3,55 | 1,81 | 1,80 | 0,55 |
| 25 | 1,68 | 1,54 | 8,33 | 1,67 | 1,63 | 2,40 | 1,70 | 1,65 | 2,94 | 1,73 | 1,72 | 0,58 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 12,22 | | | 2,19 | | | 2,38 | | | 1,01 |
| szórás | | | 3,96 | | | 0,52 | | | 0,60 | | | 0,65 |

1.2 Bükk- vizsgálati gombafaj: Lepketapló (*Coriolus versicolor*)

| Bükk gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,54 | 0,85 | 44,81 | 1,70 | 0,78 | 54,12 | 1,86 | 1,12 | 39,78 | 1,71 | 1,1 | 35,67 |
| 2 | 1,43 | 0,81 | 43,36 | 1,80 | 0,81 | 55,00 | 1,69 | 1,11 | 34,32 | 1,63 | 1,02 | 37,42 |
| 3 | 1,48 | 0,92 | 37,84 | 1,94 | 0,91 | 53,09 | 1,95 | 1,19 | 38,97 | 1,69 | 0,99 | 41,42 |
| 4 | 1,29 | 0,82 | 36,43 | 2,00 | 0,93 | 53,50 | 1,70 | 1,01 | 40,59 | 1,69 | 1,04 | 38,46 |
| 5 | 1,47 | 0,91 | 38,10 | 1,66 | 0,72 | 56,63 | 1,58 | 1,14 | 27,85 | 1,62 | 0,96 | 40,74 |
| 6 | 1,38 | 0,67 | 51,45 | 1,76 | 0,75 | 57,39 | 1,48 | 0,81 | 45,27 | 1,73 | 0,97 | 43,93 |
| 7 | 1,52 | 0,76 | 50,00 | 1,75 | 0,85 | 51,43 | 1,74 | 1,05 | 39,66 | 1,7 | 1,03 | 39,41 |
| 8 | 1,33 | 0,7 | 47,37 | 1,94 | 0,82 | 57,73 | 1,77 | 1,06 | 40,11 | 1,67 | 1,02 | 38,92 |
| 9 | 1,39 | 0,78 | 43,88 | 1,79 | 0,86 | 51,96 | 1,66 | 0,98 | 40,96 | 1,84 | 1,31 | 28,80 |
| 10 | 1,38 | 0,73 | 47,10 | 1,62 | 0,86 | 46,91 | 1,80 | 1,06 | 41,11 | 1,51 | 0,88 | 41,72 |
| 11 | 1,33 | 0,76 | 42,86 | 1,49 | 0,68 | 54,36 | 1,71 | 0,98 | 42,69 | 1,7 | 0,87 | 48,82 |
| 12 | 1,47 | 0,82 | 44,22 | 1,76 | 0,78 | 55,68 | 1,64 | 0,96 | 41,46 | 1,88 | 1,05 | 44,15 |
| 13 | 1,37 | 0,81 | 40,88 | 1,54 | 0,83 | 46,10 | 1,71 | 0,96 | 43,86 | 1,84 | 1,05 | 42,93 |
| 14 | 1,41 | 0,76 | 46,10 | 1,83 | 0,96 | 47,54 | 1,78 | 1,03 | 42,13 | 1,52 | 0,83 | 45,39 |
| 15 | 1,24 | 0,74 | 40,32 | 1,85 | 1,23 | 33,51 | 1,60 | 0,91 | 43,13 | 1,84 | 0,86 | 53,26 |
| 16 | 1,35 | 0,79 | 41,48 | 1,55 | 0,97 | 37,42 | 1,64 | 1,02 | 37,80 | 1,81 | 1,04 | 42,54 |
| 17 | 1,63 | 1,01 | 38,04 | 1,86 | 1,09 | 41,40 | 2,07 | 1,26 | 39,13 | 1,78 | 1,23 | 30,90 |
| 18 | 1,56 | 1,01 | 35,26 | 1,70 | 1,05 | 38,24 | 1,90 | 1,16 | 38,95 | 1,68 | 1,11 | 33,93 |
| 19 | 1,54 | 0,9 | 41,56 | 1,84 | 1,04 | 43,48 | 1,73 | 1,07 | 38,15 | 1,6 | 1,02 | 36,25 |
| 20 | 1,4 | 1,08 | 22,86 | 1,83 | 1,01 | 44,81 | 1,64 | 0,99 | 39,63 | 1,73 | 1,11 | 35,84 |
| 21 | 1,32 | 0,83 | 37,12 | 1,77 | 1,08 | 38,98 | 1,84 | 0,96 | 47,83 | 1,9 | 1,16 | 38,95 |
| 22 | 1,43 | 0,82 | 42,66 | 1,67 | 0,99 | 40,72 | 1,74 | 0,95 | 45,40 | 1,73 | 1,14 | 34,10 |
| 23 | 1,38 | 0,86 | 37,68 | 1,70 | 1,02 | 40,00 | 1,60 | 0,93 | 41,88 | 1,85 | 1,12 | 39,46 |
| 24 | 1,47 | 0,9 | 38,78 | 1,80 | 1,05 | 41,67 | 1,64 | 0,89 | 45,73 | 1,79 | 1,09 | 39,11 |
| 25 | 1,41 | 0,86 | 39,01 | 1,66 | 0,98 | 40,96 | 1,59 | 0,79 | 50,31 | 1,52 | 1,08 | 28,95 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 41,17 | | | 47,31 | | | 41,07 | | | 39,24 |
| szórás | | | 5,72 | | | 7,36 | | | 4,40 | | | 5,72 |

| Bükk gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 1,47 | 0,84 | 42,86 | 1,57 | 0,75 | 52,23 | 1,54 | 1,25 | 18,83 | 1,49 | 1,33 | 10,74 |
| 2 | 1,47 | 0,88 | 40,14 | 1,60 | 0,94 | 41,25 | 1,47 | 1,36 | 7,48 | 1,44 | 1,35 | 6,25 |
| 3 | 1,54 | 0,84 | 45,45 | 1,66 | 0,95 | 42,77 | 1,56 | 1,44 | 7,69 | 1,40 | 1,31 | 6,43 |
| 4 | 1,38 | 0,86 | 37,68 | 1,56 | 0,71 | 54,49 | 1,70 | 1,34 | 21,18 | 1,47 | 1,37 | 6,80 |
| 5 | 1,47 | 0,93 | 36,73 | 1,57 | 1,01 | 35,67 | 1,76 | 1,17 | 33,52 | 1,57 | 1,33 | 15,29 |
| 6 | 1,48 | 0,91 | 38,51 | 1,54 | 0,77 | 50,00 | 1,54 | 1,15 | 25,32 | 1,57 | 1,41 | 10,19 |
| 7 | 1,48 | 0,90 | 39,19 | 1,33 | 0,73 | 45,11 | 1,54 | 1,33 | 13,64 | 1,40 | 1,04 | 25,71 |
| 8 | 1,41 | 0,96 | 31,91 | 1,49 | 0,81 | 45,64 | 1,51 | 1,26 | 16,56 | 1,38 | 1,14 | 17,39 |
| 9 | 1,56 | 0,95 | 39,10 | 1,35 | 0,77 | 42,96 | 1,53 | 1,08 | 29,41 | 1,43 | 1,15 | 19,58 |
| 10 | 1,33 | 0,84 | 36,84 | 1,68 | 0,94 | 44,05 | 1,64 | 1,08 | 34,15 | 1,59 | 1,19 | 25,16 |
| 11 | 1,23 | 0,75 | 39,02 | 1,58 | 0,82 | 48,10 | 1,57 | 1,03 | 34,39 | 1,35 | 1,09 | 19,26 |
| 12 | 1,50 | 0,86 | 42,67 | 1,73 | 1,19 | 31,21 | 1,62 | 1,27 | 21,60 | 1,29 | 1,01 | 21,71 |
| 13 | 1,44 | 0,88 | 38,89 | 1,61 | 1,15 | 28,57 | 1,69 | 1,42 | 15,98 | 1,42 | 1,09 | 23,24 |
| 14 | 1,38 | 0,91 | 34,06 | 1,59 | 1,01 | 36,48 | 1,62 | 1,07 | 33,95 | 1,29 | 1,04 | 19,38 |
| 15 | 1,58 | 0,92 | 41,77 | 1,53 | 1,02 | 33,33 | 1,40 | 1,20 | 14,29 | 1,41 | 1,31 | 7,09 |
| 16 | 1,42 | 0,79 | 44,37 | 1,48 | 0,84 | 43,24 | 1,38 | 1,07 | 22,46 | 1,46 | 1,34 | 8,22 |
| 17 | 1,33 | 0,85 | 36,09 | 1,57 | 0,89 | 43,31 | 1,44 | 1,13 | 21,53 | 1,51 | 1,36 | 9,93 |
| 18 | 1,40 | 0,78 | 44,29 | 1,62 | 0,87 | 46,30 | 1,48 | 1,16 | 21,62 | 1,37 | 1,24 | 9,49 |
| 19 | 1,46 | 0,82 | 43,84 | 1,47 | 0,91 | 38,10 | 1,50 | 1,17 | 22,00 | 1,44 | 1,39 | 3,47 |
| 20 | 1,61 | 0,95 | 40,99 | 1,52 | 0,74 | 51,32 | 1,39 | 1,08 | 22,30 | 1,37 | 1,24 | 9,49 |
| 21 | 1,47 | 0,85 | 42,18 | 1,61 | 0,94 | 41,61 | 1,54 | 1,21 | 21,43 | 1,36 | 1,15 | 15,44 |
| 22 | 1,50 | 0,84 | 44,00 | 1,54 | 0,90 | 41,56 | 1,55 | 1,19 | 23,23 | 1,38 | 1,11 | 19,57 |
| 23 | 1,43 | 0,94 | 34,27 | 1,49 | 0,78 | 47,65 | 1,62 | 1,27 | 21,60 | 1,36 | 1,18 | 13,24 |
| 24 | 1,48 | 0,86 | 41,89 | 1,39 | 0,88 | 36,69 | 1,63 | 1,25 | 23,31 | 1,58 | 1,19 | 24,68 |
| 25 | 1,53 | 0,94 | 38,56 | 1,44 | 0,92 | 36,11 | 1,49 | 1,16 | 22,15 | 1,51 | 1,15 | 23,84 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 39,81 | | | 42,31 | | | 21,99 | | | 14,86 |
| szórás | | | 3,58 | | | 6,61 | | | 7,27 | | | 7,00 |

1.3 Nyár- vizsgálati gombafaj: Lepketapló (*Coriolus versicolor*)

| Nyár gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 0,87 | 0,39 | 55,17 | 0,87 | 0,33 | 62,07 | 0,96 | 0,39 | 59,38 | 0,84 | 0,33 | 60,71 |
| 2 | 0,86 | 0,35 | 59,30 | 0,86 | 0,26 | 69,77 | 0,85 | 0,35 | 58,82 | 0,94 | 0,24 | 74,47 |
| 3 | 0,89 | 0,4 | 55,06 | 0,89 | 0,37 | 58,43 | 0,94 | 0,40 | 57,45 | 0,9 | 0,6 | 33,33 |
| 4 | 0,8 | 0,29 | 63,75 | 0,80 | 0,34 | 57,50 | 0,70 | 0,29 | 58,57 | 0,97 | 0,45 | 53,61 |
| 5 | 0,72 | 0,25 | 65,28 | 0,72 | 0,28 | 61,11 | 0,66 | 0,25 | 62,12 | 0,85 | 0,37 | 56,47 |
| 6 | 0,71 | 0,48 | 32,39 | 0,71 | 0,41 | 42,25 | 0,72 | 0,48 | 33,33 | 0,77 | 0,4 | 48,05 |
| 7 | 0,92 | 0,44 | 52,17 | 0,92 | 0,45 | 51,09 | 0,97 | 0,44 | 54,64 | 0,93 | 0,55 | 40,86 |
| 8 | 0,94 | 0,4 | 57,45 | 0,94 | 0,51 | 45,74 | 1,01 | 0,40 | 60,40 | 0,93 | 0,69 | 25,81 |
| 9 | 0,84 | 0,37 | 55,95 | 0,84 | 0,29 | 65,48 | 0,75 | 0,37 | 50,67 | 0,91 | 0,52 | 42,86 |
| 10 | 0,84 | 0,35 | 58,33 | 0,84 | 0,38 | 54,76 | 0,91 | 0,35 | 61,54 | 0,88 | 0,47 | 46,59 |
| 11 | 0,77 | 0,49 | 36,36 | 0,77 | 0,38 | 50,65 | 1,01 | 0,49 | 51,49 | 0,85 | 0,41 | 51,76 |
| 12 | 0,87 | 0,53 | 39,08 | 0,87 | 0,45 | 48,28 | 0,96 | 0,53 | 44,79 | 0,85 | 0,43 | 49,41 |
| 13 | 0,91 | 0,45 | 50,55 | 0,91 | 0,35 | 61,54 | 0,91 | 0,45 | 50,55 | 0,98 | 0,56 | 42,86 |
| 14 | 0,79 | 0,46 | 41,77 | 0,79 | 0,39 | 50,63 | 0,75 | 0,46 | 38,67 | 0,9 | 0,62 | 31,11 |
| 15 | 0,84 | 0,45 | 46,43 | 0,84 | 0,40 | 52,38 | 0,96 | 0,45 | 53,13 | 0,79 | 0,67 | 15,19 |
| 16 | 0,85 | 0,48 | 43,53 | 0,85 | 0,36 | 57,65 | 0,89 | 0,48 | 46,07 | 0,87 | 0,5 | 42,53 |
| 17 | 0,85 | 0,54 | 36,47 | 0,85 | 0,47 | 44,71 | 0,98 | 0,54 | 44,90 | 0,79 | 0,47 | 40,51 |
| 18 | 0,91 | 0,49 | 46,15 | 0,91 | 0,49 | 46,15 | 0,97 | 0,49 | 49,48 | 0,91 | 0,55 | 39,56 |
| 19 | 0,87 | 0,47 | 45,98 | 0,87 | 0,37 | 57,47 | 0,92 | 0,47 | 48,91 | 0,88 | 0,54 | 38,64 |
| 20 | 0,78 | 0,44 | 43,59 | 0,78 | 0,41 | 47,44 | 0,87 | 0,44 | 49,43 | 0,76 | 0,45 | 40,79 |
| 21 | 0,92 | 0,43 | 53,26 | 0,92 | 0,47 | 48,91 | 1,02 | 0,43 | 57,84 | 0,89 | 0,58 | 34,83 |
| 22 | 0,8 | 0,56 | 30,00 | 0,80 | 0,34 | 63,04 | 0,96 | 0,56 | 41,67 | 0,95 | 0,59 | 37,89 |
| 23 | 0,86 | 0,45 | 47,67 | 0,86 | 0,41 | 51,19 | 0,91 | 0,45 | 50,55 | 0,83 | 0,45 | 45,78 |
| 24 | 0,9 | 0,53 | 41,11 | 0,90 | 0,55 | 34,52 | 0,78 | 0,53 | 32,05 | 0,96 | 0,63 | 34,38 |
| 25 | 0,92 | 0,27 | 70,65 | 0,92 | 0,34 | 55,84 | 0,81 | 0,27 | 66,67 | 0,79 | 0,47 | 40,51 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 49,10 | | | 53,54 | | | 51,32 | | | 42,74 |
| szórás | | | 10,45 | | | 8,08 | | | 8,85 | | | 11,70 |

| Nyár gombabontása | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % | m _o (g) | m _v (g) | Δm % |
| 1 | 0,97 | 0,64 | 34,00 | 0,95 | 0,81 | 14,74 | 1,04 | 0,98 | 5,77 | 0,96 | 0,94 | 2,08 |
| 2 | 0,97 | 0,43 | 55,64 | 0,99 | 0,88 | 11,11 | 1,05 | 0,98 | 6,67 | 1,03 | 0,99 | 3,88 |
| 3 | 1,03 | 0,59 | 42,55 | 0,77 | 0,71 | 7,79 | 0,95 | 0,88 | 7,37 | 0,84 | 0,81 | 3,57 |
| 4 | 1,03 | 0,57 | 44,90 | 0,96 | 0,88 | 8,33 | 1,09 | 1,04 | 4,59 | 1,01 | 0,98 | 2,97 |
| 5 | 0,91 | 0,56 | 38,52 | 1,27 | 1,08 | 14,96 | 1,02 | 0,95 | 6,86 | 1,01 | 0,97 | 3,96 |
| 6 | 0,96 | 0,58 | 40,04 | 1,07 | 0,95 | 11,21 | 0,97 | 0,90 | 7,22 | 0,94 | 0,92 | 2,13 |
| 7 | 0,84 | 0,58 | 30,51 | 0,97 | 0,79 | 18,56 | 1,00 | 0,91 | 9,00 | 0,98 | 0,94 | 4,08 |
| 8 | 0,83 | 0,64 | 22,87 | 1,05 | 0,89 | 15,24 | 1,08 | 0,94 | 12,96 | 1,03 | 1,00 | 2,91 |
| 9 | 1,04 | 0,54 | 48,53 | 0,80 | 0,78 | 2,50 | 1,18 | 1,12 | 5,08 | 0,96 | 0,94 | 2,08 |
| 10 | 1,01 | 0,45 | 55,80 | 0,81 | 0,76 | 6,17 | 1,02 | 0,92 | 9,80 | 1,06 | 1,03 | 2,83 |
| 11 | 0,92 | 0,39 | 57,55 | 0,79 | 0,74 | 6,33 | 1,02 | 0,99 | 2,94 | 1,06 | 1,04 | 1,89 |
| 12 | 0,98 | 0,55 | 43,67 | 0,78 | 0,68 | 12,82 | 1,03 | 1,01 | 1,94 | 0,87 | 0,84 | 3,45 |
| 13 | 0,89 | 0,58 | 35,26 | 1,07 | 0,94 | 12,15 | 1,02 | 0,92 | 9,80 | 0,98 | 0,95 | 3,06 |
| 14 | 0,99 | 0,62 | 36,90 | 0,85 | 0,78 | 8,24 | 1,29 | 1,25 | 3,10 | 0,96 | 0,93 | 3,12 |
| 15 | 1,06 | 0,58 | 44,88 | 1,01 | 0,86 | 14,85 | 0,99 | 0,92 | 7,07 | 0,97 | 0,94 | 3,09 |
| 16 | 0,96 | 0,49 | 49,23 | 0,84 | 0,76 | 9,52 | 1,10 | 1,06 | 3,64 | 1,04 | 1,02 | 1,92 |
| 17 | 0,99 | 0,47 | 52,39 | 1,19 | 1,08 | 9,24 | 1,06 | 0,96 | 9,43 | 0,89 | 0,84 | 5,62 |
| 18 | 0,98 | 0,58 | 41,20 | 0,80 | 0,73 | 8,75 | 1,10 | 1,07 | 2,73 | 0,98 | 0,95 | 3,06 |
| 19 | 0,99 | 0,54 | 45,06 | 0,79 | 0,76 | 3,80 | 1,20 | 1,15 | 4,17 | 1,00 | 0,96 | 4,00 |
| 20 | 0,90 | 0,52 | 41,84 | 0,77 | 0,70 | 9,09 | 1,05 | 1,00 | 4,76 | 0,95 | 0,92 | 3,16 |
| 21 | 1,04 | 0,65 | 37,25 | 0,90 | 0,85 | 5,56 | 1,05 | 0,99 | 5,71 | 0,95 | 0,93 | 2,11 |
| 22 | 0,92 | 0,56 | 38,72 | 0,88 | 0,78 | 11,36 | 1,15 | 1,09 | 5,22 | 0,95 | 0,93 | 1,05 |
| 23 | 0,98 | 0,52 | 47,41 | 1,02 | 0,91 | 10,78 | 1,04 | 1,01 | 2,88 | 0,96 | 0,94 | 2,08 |
| 24 | 1,02 | 0,48 | 52,64 | 0,79 | 0,73 | 7,59 | 1,03 | 0,99 | 3,88 | 0,98 | 0,94 | 2,04 |
| 25 | 1,04 | 0,60 | 42,68 | 0,79 | 0,71 | 10,13 | 1,01 | 0,94 | 6,93 | 0,99 | 0,96 | 3,03 |
| Stat. összegzés | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % | | | Δm % |
| átlag | | | 43,20 | | | 10,03 | | | 5,98 | | | 2,93 |
| szórás | | | 8,27 | | | 3,83 | | | 2,72 | | | 0,97 |

2.1 sz. melléklet a 4.2.1 alfejezethez, A próbatetek normál klímához tartozó egyensúlyi fanedvessége:

2.1.1 Cser

| Cser | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|---------------|----------------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 |
| 1 | 11,23 | 11,12 | 9,02 | 9,02 |
| 2 | 11,18 | 10,36 | 8,86 | 8,86 |
| 3 | 10,98 | 10,56 | 8,97 | 8,97 |
| 4 | 12,09 | 10,96 | 9,63 | 9,63 |
| 5 | 12,35 | 11,77 | 9,52 | 9,52 |
| 6 | 11,65 | 10,68 | 9,12 | 9,12 |
| 7 | 11,59 | 11,22 | 9,05 | 9,05 |
| 8 | 11,79 | 11,15 | 9,87 | 9,87 |
| 9 | 11,55 | 11,37 | 9,68 | 9,68 |
| 10 | 11,87 | 10,89 | 9,77 | 9,77 |
| 11 | 12,27 | 11,68 | 9,42 | 9,42 |
| 12 | 12,06 | 11,98 | 9,64 | 9,64 |
| 13 | 11,78 | 10,48 | 9,17 | 9,17 |
| 14 | 11,63 | 12,07 | 9,61 | 9,61 |
| 15 | 11,47 | 10,48 | 10,02 | 10,02 |
| 16 | 11,42 | 11,66 | 9,54 | 9,54 |
| 17 | 11,53 | 10,27 | 9,36 | 9,36 |
| 18 | 11,77 | 11,01 | 9,47 | 9,47 |
| 19 | 11,89 | 10,85 | 9,98 | 9,98 |
| 20 | 12,17 | 10,74 | 10,25 | 10,25 |
| 21 | 12,00 | 11,49 | 9,87 | 9,87 |
| 22 | 11,75 | 10,73 | 10,31 | 10,31 |
| 23 | 11,62 | 10,34 | 9,02 | 9,02 |
| 24 | 11,11 | 10,89 | 9,17 | 9,17 |
| 25 | 11,64 | 11,12 | 9,55 | 9,55 |
| átlag | 11,70 | 11,03 | 9,51 | 9,51 |
| szórás | 0,35 | 0,52 | 0,40 | 0,40 |

| Cser | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|---------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| sorszám | kontroll | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 11,23 | 8,89 | 8,12 | 6,67 |
| 2 | 11,18 | 7,96 | 6,86 | 7,14 |
| 3 | 10,98 | 8,01 | 7,36 | 7,24 |
| 4 | 12,09 | 8,13 | 7,77 | 7,06 |
| 5 | 12,35 | 8,46 | 7,23 | 6,73 |
| 6 | 11,65 | 8,31 | 7,35 | 6,79 |
| 7 | 11,59 | 8,35 | 7,06 | 7,28 |
| 8 | 11,79 | 7,65 | 7,13 | 7,02 |
| 9 | 11,55 | 8,09 | 7,48 | 6,95 |
| 10 | 11,87 | 7,95 | 7,62 | 6,52 |
| 11 | 12,27 | 8,45 | 7,12 | 7,42 |
| 12 | 12,06 | 8,16 | 7,11 | 7,37 |
| 13 | 11,78 | 8,27 | 7,00 | 6,79 |
| 14 | 11,63 | 8,39 | 7,85 | 6,88 |
| 15 | 11,47 | 7,89 | 7,33 | 7,25 |
| 16 | 11,42 | 8,27 | 7,52 | 7,16 |
| 17 | 11,53 | 8,31 | 7,22 | 7,32 |
| 18 | 11,77 | 8,09 | 7,34 | 7,21 |
| 19 | 11,89 | 8,54 | 7,28 | 6,94 |
| 20 | 12,17 | 8,20 | 7,50 | 6,90 |
| 21 | 12,00 | 8,22 | 7,88 | 7,13 |
| 22 | 11,75 | 7,88 | 7,72 | 6,25 |
| 23 | 11,62 | 8,23 | 6,80 | 7,89 |
| 24 | 11,11 | 7,89 | 7,00 | 7,91 |
| 25 | 11,64 | 7,41 | 7,13 | 6,19 |
| átlag | 11,70 | 8,16 | 7,35 | 7,04 |
| szórás | 0,35 | 0,30 | 0,34 | 0,41 |

2.1.2 Bükk

| Bükk | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|---------------|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 |
| 1 | 11,56 | 11,29 | 11,02 | 11,36 |
| 2 | 12,35 | 10,56 | 9,86 | 10,26 |
| 3 | 11,86 | 12,39 | 10,25 | 9,87 |
| 4 | 13,56 | 12,18 | 10,36 | 10,29 |
| 5 | 12,78 | 12,09 | 10,45 | 10,45 |
| 6 | 11,75 | 10,89 | 10,02 | 10,65 |
| 7 | 12,69 | 10,78 | 11,02 | 10,44 |
| 8 | 10,45 | 11,56 | 12,00 | 11,65 |
| 9 | 11,67 | 10,48 | 11,86 | 11,45 |
| 10 | 12,05 | 11,68 | 11,75 | 11,32 |
| 11 | 12,41 | 11,24 | 11,46 | 11,02 |
| 12 | 11,09 | 11,78 | 10,23 | 11,60 |
| 13 | 12,89 | 11,00 | 11,56 | 11,09 |
| 14 | 13,07 | 10,06 | 11,78 | 11,18 |
| 15 | 10,56 | 11,45 | 12,04 | 10,98 |
| 16 | 13,59 | 10,76 | 12,36 | 10,65 |
| 17 | 12,45 | 10,45 | 11,49 | 12,36 |
| 18 | 12,59 | 13,20 | 11,67 | 11,23 |
| 19 | 12,27 | 12,98 | 11,39 | 10,89 |
| 20 | 12,41 | 11,08 | 10,89 | 10,98 |
| 21 | 14,10 | 12,26 | 10,51 | 11,04 |
| 22 | 12,89 | 12,37 | 10,89 | 10,71 |
| 23 | 12,69 | 12,18 | 11,03 | 9,79 |
| 24 | 12,26 | 10,16 | 11,52 | 10,56 |
| 25 | 12,53 | 11,25 | 11,28 | 10,87 |
| átlag | 12,34 | 11,44 | 11,15 | 10,91 |
| szórás | 0,86 | 0,85 | 0,69 | 0,57 |

| Bükk | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|---------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| sorszám | kontroll | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 11,56 | 8,15 | 7,70 | 6,85 |
| 2 | 12,35 | 8,98 | 7,85 | 7,69 |
| 3 | 11,86 | 9,26 | 6,65 | 8,19 |
| 4 | 13,56 | 9,19 | 8,75 | 7,28 |
| 5 | 12,78 | 10,56 | 8,34 | 5,98 |
| 6 | 11,75 | 9,23 | 8,23 | 6,02 |
| 7 | 12,69 | 9,06 | 7,56 | 6,13 |
| 8 | 10,45 | 9,78 | 7,59 | 7,34 |
| 9 | 11,67 | 9,87 | 7,68 | 7,84 |
| 10 | 12,05 | 9,35 | 7,42 | 5,11 |
| 11 | 12,41 | 9,23 | 7,98 | 7,46 |
| 12 | 11,09 | 10,24 | 8,02 | 6,99 |
| 13 | 12,89 | 9,26 | 8,66 | 7,74 |
| 14 | 13,07 | 10,86 | 7,83 | 6,44 |
| 15 | 10,56 | 8,76 | 6,98 | 6,82 |
| 16 | 13,59 | 9,02 | 6,87 | 7,15 |
| 17 | 12,45 | 9,13 | 7,06 | 7,56 |
| 18 | 12,59 | 9,78 | 7,89 | 7,73 |
| 19 | 12,27 | 9,52 | 7,76 | 7,36 |
| 20 | 12,41 | 9,35 | 8,24 | 7,45 |
| 21 | 14,10 | 9,55 | 7,15 | 7,26 |
| 22 | 12,89 | 9,11 | 7,11 | 6,59 |
| 23 | 12,69 | 9,36 | 6,86 | 7,25 |
| 24 | 12,26 | 9,19 | 6,75 | 7,98 |
| 25 | 12,53 | 9,03 | 7,98 | 7,89 |
| átlag | 12,34 | 9,39 | 7,64 | 7,12 |
| szórás | 0,86 | 0,56 | 0,59 | 0,74 |

2.1.3 Nyár

| Nyár sorszám | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|-----------------|----------------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 |
| 1 | 11,89 | 12,36 | 11,20 | 10,21 |
| 2 | 12,54 | 10,98 | 10,86 | 10,02 |
| 3 | 12,45 | 11,25 | 10,23 | 9,17 |
| 4 | 12,03 | 11,56 | 10,56 | 8,95 |
| 5 | 11,87 | 11,23 | 10,44 | 11,20 |
| 6 | 11,02 | 11,45 | 10,36 | 9,65 |
| 7 | 10,98 | 12,03 | 10,24 | 9,23 |
| 8 | 13,27 | 13,25 | 9,58 | 9,87 |
| 9 | 12,86 | 11,98 | 9,68 | 9,03 |
| 10 | 12,71 | 11,83 | 10,29 | 9,48 |
| 11 | 12,16 | 11,45 | 12,31 | 9,66 |
| 12 | 12,34 | 11,56 | 9,25 | 9,78 |
| 13 | 12,17 | 12,04 | 10,23 | 9,43 |
| 14 | 12,24 | 10,02 | 10,08 | 9,07 |
| 15 | 12,04 | 11,36 | 9,98 | 9,28 |
| 16 | 12,66 | 11,45 | 10,45 | 9,96 |
| 17 | 12,75 | 11,68 | 9,68 | 10,07 |
| 18 | 12,86 | 11,78 | 10,26 | 10,51 |
| 19 | 12,24 | 12,36 | 10,45 | 10,18 |
| 20 | 12,55 | 12,11 | 10,23 | 9,11 |
| 21 | 9,97 | 12,78 | 10,23 | 8,75 |
| 22 | 12,68 | 11,56 | 10,09 | 8,98 |
| 23 | 13,45 | 11,24 | 9,98 | 8,62 |
| 24 | 12,49 | 11,21 | 9,11 | 9,87 |
| 25 | 12,37 | 11,63 | 9,01 | 9,66 |
| átlag | 12,26 | 11,69 | 10,19 | 9,59 |
| szórás | 0,74 | 0,63 | 0,67 | 0,60 |

| Nyár sorszám | Nettó fanedvesség(%); 20°C / 65%rel.p. | | | |
|-----------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | kontroll | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 11,89 | 8,74 | 8,14 | 7,89 |
| 2 | 12,54 | 9,23 | 8,84 | 8,26 |
| 3 | 12,45 | 9,01 | 7,98 | 7,53 |
| 4 | 12,03 | 9,03 | 10,20 | 8,65 |
| 5 | 11,87 | 8,45 | 9,12 | 7,39 |
| 6 | 11,02 | 8,66 | 8,97 | 7,75 |
| 7 | 10,98 | 10,75 | 8,35 | 7,84 |
| 8 | 13,27 | 9,04 | 9,23 | 7,67 |
| 9 | 12,86 | 9,17 | 9,03 | 9,31 |
| 10 | 12,71 | 9,75 | 8,45 | 9,46 |
| 11 | 12,16 | 9,77 | 8,66 | 9,01 |
| 12 | 12,34 | 10,53 | 8,74 | 8,87 |
| 13 | 12,17 | 10,23 | 8,14 | 8,36 |
| 14 | 12,24 | 8,76 | 8,69 | 7,59 |
| 15 | 12,04 | 8,33 | 8,95 | 7,98 |
| 16 | 12,66 | 10,53 | 9,11 | 7,63 |
| 17 | 12,75 | 10,01 | 9,36 | 7,48 |
| 18 | 12,86 | 10,19 | 8,01 | 7,25 |
| 19 | 12,24 | 9,55 | 10,37 | 6,97 |
| 20 | 12,55 | 9,65 | 10,10 | 7,28 |
| 21 | 9,97 | 9,47 | 9,56 | 9,22 |
| 22 | 12,68 | 9,37 | 9,27 | 8,67 |
| 23 | 13,45 | 9,44 | 8,79 | 8,71 |
| 24 | 12,49 | 9,78 | 8,85 | 8,88 |
| 25 | 12,37 | 9,63 | 8,67 | 8,01 |
| átlag | 12,26 | 9,48 | 8,94 | 8,15 |
| szórás | 0,74 | 0,66 | 0,64 | 0,72 |

2.2 sz. melléklet a 4.2.2 alfejezethez, A próbatetek normál klímához tartozó nedves sűrűsége:

2.2.1 Cser

| Cser sorsz. | Nedves sűrűség - ρ_x (kg/m ³); 20°C / 65% rel.p. | | | | | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 735,91 | 773,37 | 795,75 | 788,37 | 764,46 | 701,20 | 694,98 |
| 2 | 805,14 | 725,84 | 784,35 | 783,65 | 701,84 | 718,83 | 705,52 |
| 3 | 737,50 | 773,48 | 767,48 | 750,15 | 730,79 | 774,62 | 787,46 |
| 4 | 809,05 | 731,74 | 755,80 | 718,59 | 767,88 | 745,83 | 720,92 |
| 5 | 789,47 | 761,58 | 769,85 | 749,89 | 766,93 | 799,97 | 747,25 |
| 6 | 752,82 | 815,70 | 794,44 | 866,89 | 781,10 | 695,67 | 710,05 |
| 7 | 756,59 | 768,73 | 767,00 | 832,73 | 723,69 | 776,69 | 743,44 |
| 8 | 789,63 | 786,36 | 718,86 | 738,00 | 730,76 | 742,09 | 726,17 |
| 9 | 756,04 | 746,76 | 787,96 | 782,44 | 718,88 | 739,74 | 645,48 |
| 10 | 767,47 | 741,33 | 763,86 | 787,15 | 729,00 | 712,50 | 832,29 |
| 11 | 765,58 | 764,01 | 682,62 | 760,66 | 752,99 | 802,73 | 737,44 |
| 12 | 743,07 | 797,01 | 770,39 | 718,40 | 745,89 | 668,73 | 762,88 |
| 13 | 753,65 | 717,53 | 725,01 | 716,54 | 771,59 | 802,85 | 741,27 |
| 14 | 739,59 | 770,92 | 786,67 | 820,10 | 714,07 | 778,53 | 720,75 |
| 15 | 788,79 | 722,16 | 789,87 | 782,47 | 609,28 | 708,02 | 729,91 |
| 16 | 766,12 | 790,03 | 780,75 | 739,89 | 721,00 | 715,68 | 721,49 |
| 17 | 761,54 | 827,35 | 766,27 | 759,79 | 765,65 | 697,83 | 691,34 |
| 18 | 770,70 | 778,60 | 772,01 | 737,05 | 763,01 | 736,47 | 763,03 |
| 19 | 750,60 | 767,80 | 701,37 | 808,09 | 741,74 | 708,22 | 697,27 |
| 20 | 773,64 | 839,58 | 724,84 | 734,07 | 742,19 | 837,47 | 717,44 |
| 21 | 747,89 | 857,35 | 773,57 | 830,05 | 718,03 | 679,50 | 705,97 |
| 22 | 823,27 | 751,31 | 851,01 | 775,59 | 722,28 | 762,16 | 716,54 |
| 23 | 771,53 | 712,84 | 749,96 | 851,24 | 707,28 | 770,90 | 681,50 |
| 24 | 813,51 | 768,79 | 776,07 | 673,81 | 719,00 | 726,21 | 716,01 |
| 25 | 746,81 | 798,35 | 784,61 | 750,30 | 763,68 | 746,18 | 674,68 |
| átlag | 768,64 | 771,54 | 765,62 | 770,24 | 734,92 | 741,94 | 723,64 |
| szórás | 24,92 | 37,44 | 34,53 | 46,43 | 34,76 | 43,04 | 37,80 |

2.2.2 Bükk

| Bükk | Nedves sűrűség - ρ_x (kg/m ³); 20°C / 65% rel.p. | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | sorsz. | kontrol | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 676,3245 | 677,4081 | 727,0008 | 694,3886 | 675,7732 | 597,3328 | 603,7715 |
| 2 | 695,1328 | 712,9326 | 702,3713 | 655,1995 | 634,83 | 443,2746 | 587,1235 |
| 3 | 754,2657 | 741,6662 | 695,8676 | 707,3694 | 622,7065 | 642,1323 | 636,0446 |
| 4 | 723,812 | 723,2496 | 602,4406 | 638,6032 | 615,3896 | 642,8746 | 629,276 |
| 5 | 645,9023 | 659,4363 | 664,9657 | 670,5248 | 641,1517 | 591,2635 | 593,9909 |
| 6 | 713,014 | 712,3518 | 629,754 | 683,1758 | 635,8737 | 627,6447 | 642,3492 |
| 7 | 683,4937 | 690,6752 | 672,0115 | 677,9226 | 655,4081 | 593,4083 | 593,2405 |
| 8 | 712,7868 | 737,4222 | 673,5561 | 654,4999 | 643,0803 | 603,1773 | 646,6558 |
| 9 | 699,5741 | 698,046 | 682,6483 | 706,8336 | 628,8072 | 610,6788 | 646,505 |
| 10 | 650,2507 | 649,9056 | 685,0861 | 604,0622 | 627,6883 | 590,6886 | 602,1979 |
| 11 | 565,3317 | 560,6283 | 654,4978 | 653,9684 | 648,2204 | 627,6038 | 634,654 |
| 12 | 695,9973 | 699,7082 | 684,7841 | 703,5082 | 627,1129 | 594,116 | 612,4423 |
| 13 | 649,2317 | 657,0653 | 658,2584 | 711,0964 | 619,0187 | 577,6014 | 589,4147 |
| 14 | 688,3227 | 667,3209 | 694,0954 | 587,8772 | 629,0941 | 639,6629 | 619,8972 |
| 15 | 688,0384 | 676,8493 | 640,9209 | 651,119 | 627,9425 | 603,7715 | 626,0038 |
| 16 | 588,7648 | 593,7911 | 679,1676 | 704,1175 | 629,3345 | 587,1235 | 599,3405 |
| 17 | 678,9765 | 723,9467 | 803,2664 | 677,1593 | 637,8065 | 636,0446 | 630,6911 |
| 18 | 661,3236 | 633,5 | 769,5332 | 647,1069 | 704,8214 | 629,276 | 621,6142 |
| 19 | 627,0593 | 686,3389 | 699,7136 | 670,8722 | 634,5805 | 593,9909 | 591,5407 |
| 20 | 698,8307 | 699,5353 | 641,1336 | 696,7216 | 658,5048 | 642,3492 | 592,7057 |
| 21 | 649,4068 | 634,1459 | 677,292 | 740,1778 | 666,1956 | 593,2405 | 601,2202 |
| 22 | 672,9031 | 659,198 | 731,2651 | 681,7486 | 650,0049 | 646,6558 | 592,4674 |
| 23 | 711,0451 | 703,9936 | 696,6829 | 719,061 | 637,0581 | 646,505 | 621,1272 |
| 24 | 727,8811 | 706,2298 | 640,0153 | 680,2631 | 660,5213 | 602,1979 | 639,9739 |
| 25 | 593,6919 | 665,5448 | 630,4511 | 589,3568 | 646,4953 | 634,654 | 586,1697 |
| átlag | 674,0545 | 678,8356 | 681,4712 | 672,2693 | 642,2968 | 607,8907 | 613,6167 |
| szórás | 45,37332 | 42,88198 | 44,14075 | 38,7034 | 19,90608 | 41,00295 | 20,70475 |

2.2.3 Nyár

| Nyár | Nedves sűrűség - ρ_x (kg/m ³); 20°C / 65% rel.p. | | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | sorsz. | kontrol | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 426,54 | 431,93 | 434,40 | 428,67 | 343,33 | 378,83 | 322,38 |
| 2 | 447,89 | 414,00 | 383,76 | 418,25 | 397,98 | 384,19 | 396,72 |
| 3 | 383,84 | 404,20 | 442,46 | 393,64 | 453,29 | 362,78 | 341,82 |
| 4 | 426,01 | 416,60 | 368,01 | 402,90 | 387,42 | 359,07 | 371,88 |
| 5 | 426,28 | 398,38 | 411,59 | 433,41 | 403,87 | 378,96 | 319,70 |
| 6 | 417,16 | 437,98 | 369,98 | 433,28 | 419,95 | 385,83 | 393,80 |
| 7 | 379,78 | 399,63 | 457,89 | 433,47 | 477,06 | 373,76 | 361,67 |
| 8 | 434,46 | 420,25 | 363,31 | 392,35 | 356,57 | 348,07 | 388,24 |
| 9 | 434,90 | 412,23 | 448,80 | 401,81 | 402,34 | 370,64 | 389,62 |
| 10 | 415,67 | 407,68 | 430,29 | 442,55 | 372,50 | 371,06 | 393,72 |
| 11 | 422,79 | 410,31 | 430,75 | 412,09 | 333,73 | 369,99 | 331,60 |
| 12 | 388,96 | 411,70 | 439,95 | 391,51 | 342,71 | 358,98 | 328,47 |
| 13 | 447,47 | 461,59 | 353,35 | 407,34 | 485,32 | 357,45 | 387,66 |
| 14 | 406,96 | 417,22 | 391,38 | 403,34 | 376,89 | 367,26 | 403,51 |
| 15 | 382,19 | 435,09 | 410,75 | 430,39 | 381,31 | 359,01 | 377,17 |
| 16 | 373,07 | 403,73 | 386,25 | 398,14 | 379,64 | 369,68 | 335,21 |
| 17 | 402,84 | 408,65 | 364,47 | 386,72 | 521,02 | 382,94 | 302,52 |
| 18 | 409,17 | 423,70 | 413,24 | 400,96 | 401,72 | 355,27 | 285,93 |
| 19 | 410,18 | 434,77 | 418,38 | 429,37 | 353,42 | 357,07 | 378,64 |
| 20 | 399,03 | 456,21 | 433,44 | 421,33 | 345,43 | 379,64 | 323,76 |
| 21 | 356,24 | 398,86 | 415,19 | 387,58 | 393,28 | 386,45 | 389,93 |
| 22 | 421,56 | 414,30 | 402,19 | 401,37 | 361,93 | 387,09 | 383,27 |
| 23 | 422,87 | 450,86 | 438,43 | 446,25 | 404,61 | 356,17 | 380,21 |
| 24 | 417,22 | 426,34 | 365,84 | 400,98 | 381,36 | 370,50 | 363,73 |
| 25 | 428,10 | 399,05 | 426,61 | 403,26 | 383,63 | 369,69 | 331,03 |
| átlag | 411,25 | 419,81 | 408,03 | 412,04 | 394,41 | 369,62 | 359,29 |
| szórás | 23,26 | 18,06 | 31,14 | 18,04 | 46,82 | 11,33 | 33,74 |

2.3/a sz. melléklet a 4.2.3 alfejezethez, A próbatetek normál klímához tartozó színkoordinátái

2.3.1 Cser

| Cser- sorsz. | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 68,03 | 9,14 | 19,67 | 60,04 | 8,88 | 22,42 | 53,49 | 10,46 | 21,52 | 51,83 | 9,98 | 21,57 |
| 2 | 69,24 | 6,64 | 18,75 | 56,87 | 10,18 | 23,05 | 52,48 | 9,74 | 21,78 | 56,08 | 10,07 | 22,99 |
| 3 | 71,2 | 7,36 | 19,07 | 56,96 | 10,07 | 23,2 | 51,24 | 10,28 | 22,27 | 44,53 | 10,84 | 20,38 |
| 4 | 69,4 | 7,22 | 19,48 | 59,83 | 9,41 | 22,41 | 47,86 | 11,16 | 22,65 | 53,4 | 9,78 | 22,04 |
| 5 | 69,03 | 8,2 | 20,82 | 59,13 | 9,63 | 23,66 | 52,9 | 10,33 | 21,84 | 46,31 | 11,1 | 20,46 |
| 6 | 69,25 | 7,14 | 19,35 | 57,05 | 9,68 | 22,91 | 48,95 | 10,98 | 22,2 | 54,39 | 9,39 | 21,86 |
| 7 | 72,84 | 7,44 | 18,48 | 56,58 | 10,27 | 24,03 | 60,08 | 9,71 | 24,53 | 53,88 | 9,79 | 23,13 |
| 8 | 69,4 | 6,36 | 17,86 | 59,04 | 8,95 | 23,22 | 57,87 | 8,97 | 22,09 | 56,3 | 9,45 | 22,08 |
| 9 | 71,94 | 6,43 | 18,07 | 55,03 | 9,03 | 20,84 | 48,11 | 10,38 | 21,56 | 49,25 | 10,85 | 21,88 |
| 10 | 70,91 | 7,26 | 19,99 | 59,98 | 8,45 | 20,33 | 50,93 | 10,55 | 21,97 | 51,84 | 10,18 | 22,34 |
| 11 | 71,91 | 6,6 | 18,49 | 64,7 | 7,86 | 20,47 | 56,93 | 9,66 | 22,32 | 48,23 | 10,17 | 20,91 |
| 12 | 69,5 | 7,83 | 18,48 | 57,31 | 9,12 | 20,45 | 59,9 | 8,85 | 21,25 | 47,31 | 10,25 | 20,95 |
| 13 | 69,48 | 8,53 | 20,55 | 63,47 | 8,59 | 22,28 | 55,22 | 10,22 | 24,14 | 48,06 | 10,58 | 22,22 |
| 14 | 65,91 | 7,78 | 20,12 | 61,77 | 9,26 | 22,86 | 55,07 | 9,46 | 22,19 | 48,59 | 9,97 | 20,76 |
| 15 | 66,51 | 7,64 | 18,88 | 58,79 | 8,87 | 21,82 | 54,47 | 9,63 | 21,42 | 54,04 | 10,75 | 23,61 |
| 16 | 67,86 | 7,09 | 18,64 | 62,4 | 9,14 | 22,49 | 51,57 | 10,76 | 23,68 | 54,78 | 10,26 | 22,58 |
| 17 | 70,55 | 7,64 | 18,73 | 59,49 | 9,13 | 23,15 | 57,24 | 9,54 | 22,44 | 53,8 | 10,67 | 22,87 |
| 18 | 71,84 | 6,87 | 18,69 | 59,22 | 8,25 | 20,85 | 43,21 | 10,21 | 19,52 | 54,12 | 9,97 | 23,08 |
| 19 | 69,48 | 7,46 | 18,14 | 63,18 | 8,07 | 20,55 | 49,81 | 10,35 | 20,73 | 51,51 | 9,68 | 20,59 |
| 20 | 71,21 | 7,57 | 19,21 | 58,11 | 10 | 23,3 | 54,94 | 10,28 | 22,3 | 56,91 | 10,1 | 23,81 |
| 21 | 69,08 | 8,27 | 19,1 | 57,88 | 8,09 | 20,16 | 54,71 | 10,35 | 22,84 | 56,18 | 9,91 | 22,26 |
| 22 | 71,42 | 8,33 | 20,33 | 60,93 | 8,44 | 21,45 | 55,17 | 9,98 | 23,01 | 56,79 | 9,17 | 21,09 |
| 23 | 70,76 | 7,81 | 19,46 | 58,85 | 9,84 | 22,59 | 53,28 | 10,56 | 23,52 | 52,95 | 9,69 | 21,6 |
| 24 | 66,73 | 8,72 | 19,78 | 60,72 | 9,09 | 21,6 | 55,09 | 10,17 | 22,32 | 43,29 | 10,3 | 19,13 |
| 25 | 70,93 | 6,74 | 18,35 | 56,53 | 9,5 | 21,92 | 58,83 | 9,58 | 22,37 | 43,96 | 10,51 | 20,08 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 69,78 | 7,52 | 19,14 | 59,35 | 9,11 | 22,08 | 53,57 | 10,09 | 22,26 | 51,53 | 10,14 | 21,77 |
| szórás | 1,80 | 0,73 | 0,80 | 2,42 | 0,69 | 1,16 | 4,03 | 0,57 | 1,05 | 4,21 | 0,49 | 1,18 |

| Cser- geszt | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 68,03 | 9,14 | 19,67 | 37,7 | 8,88 | 15,99 | 37,8 | 8,62 | 14,21 | 35,62 | 7,99 | 13,13 |
| 2 | 69,24 | 6,64 | 18,75 | 40,39 | 8,81 | 16,69 | 37,62 | 8 | 13,95 | 36,61 | 8,22 | 13,79 |
| 3 | 71,2 | 7,36 | 19,07 | 40,5 | 8,77 | 16,43 | 40,88 | 9,91 | 17,8 | 35,31 | 7,74 | 12,64 |
| 4 | 69,4 | 7,22 | 19,48 | 44,54 | 9,49 | 19,56 | 38,97 | 9,01 | 15,6 | 35,29 | 8,03 | 12,45 |
| 5 | 69,03 | 8,2 | 20,82 | 43,73 | 9,62 | 19,94 | 38,02 | 8,44 | 14,17 | 36,02 | 8,1 | 13,08 |
| 6 | 69,25 | 7,14 | 19,35 | 45,7 | 9,59 | 20,07 | 36,07 | 8,12 | 12,98 | 34,85 | 7,48 | 11,74 |
| 7 | 72,84 | 7,44 | 18,48 | 28,92 | 6,89 | 13,12 | 38,48 | 9 | 16,07 | 36,37 | 8,05 | 13,71 |
| 8 | 69,4 | 6,36 | 17,86 | 39,34 | 9,33 | 17,28 | 37,1 | 8,58 | 14,11 | 33,86 | 7,05 | 10,51 |
| 9 | 71,94 | 6,43 | 18,07 | 40,19 | 8,65 | 16,55 | 37,53 | 8,81 | 14,4 | 34,84 | 7,45 | 11,91 |
| 10 | 70,91 | 7,26 | 19,99 | 39,74 | 8,26 | 15,53 | 38,51 | 9,61 | 16,2 | 35,39 | 7,45 | 11,79 |
| 11 | 71,91 | 6,6 | 18,49 | 40,38 | 8,57 | 16,74 | 39,06 | 9,59 | 16,15 | 36,92 | 7,86 | 12,95 |
| 12 | 69,5 | 7,83 | 18,48 | 40,8 | 9,57 | 18,56 | 42,28 | 9,73 | 17,3 | 37,04 | 8,74 | 14,91 |
| 13 | 69,48 | 8,53 | 20,55 | 43,53 | 9,87 | 19,33 | 39,71 | 9,57 | 16,41 | 36,15 | 7,95 | 13,19 |
| 14 | 65,91 | 7,78 | 20,12 | 40,63 | 8,79 | 16,53 | 42,7 | 9,68 | 18,06 | 35,05 | 7,98 | 13,25 |
| 15 | 66,51 | 7,64 | 18,88 | 39,59 | 8,88 | 17,11 | 42,77 | 9,65 | 16,91 | 36,87 | 8,34 | 13,91 |
| 16 | 67,86 | 7,09 | 18,64 | 42,07 | 9,62 | 18,38 | 41,23 | 9,34 | 16,89 | 35,88 | 8,48 | 13,53 |
| 17 | 70,55 | 7,64 | 18,73 | 41,03 | 8,97 | 16,74 | 40,91 | 9,02 | 16,35 | 35,54 | 7,42 | 11,65 |
| 18 | 71,84 | 6,87 | 18,69 | 42,29 | 9,42 | 18,19 | 39,53 | 9,64 | 16,53 | 35,38 | 7,75 | 12,33 |
| 19 | 69,48 | 7,46 | 18,14 | 41,4 | 9,52 | 18,88 | 43,77 | 10,1 | 19,15 | 37,42 | 8,41 | 13,55 |
| 20 | 71,21 | 7,57 | 19,21 | 40,29 | 9,63 | 18,24 | 35,93 | 8,09 | 13,16 | 36,12 | 8,5 | 13,42 |
| 21 | 69,08 | 8,27 | 19,1 | 38,72 | 8,96 | 16,66 | 43,05 | 10,09 | 18,92 | 35,61 | 7,76 | 12,72 |
| 22 | 71,42 | 8,33 | 20,33 | 39,03 | 8,49 | 15,61 | 41,36 | 10,32 | 18,04 | 35,11 | 7,55 | 12,11 |
| 23 | 70,76 | 7,81 | 19,46 | 41,67 | 9,81 | 19,1 | 39,33 | 9,39 | 15,94 | 34,35 | 7,25 | 11,21 |
| 24 | 66,73 | 8,72 | 19,78 | 42,76 | 9,41 | 18,24 | 38,27 | 9,37 | 16,2 | 35,15 | 7,45 | 11,85 |
| 25 | 70,93 | 6,74 | 18,35 | 41,77 | 9,87 | 19,2 | 37,66 | 9,29 | 15,34 | 36,15 | 7,65 | 12,37 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 69,78 | 7,52 | 19,14 | 40,67 | 9,11 | 17,55 | 39,54 | 9,24 | 16,03 | 35,72 | 7,87 | 12,71 |
| szórás | 1,80 | 0,73 | 0,80 | 3,08 | 0,66 | 1,65 | 2,24 | 0,65 | 1,69 | 0,86 | 0,43 | 0,99 |

2.3.2 Bükk

| Bükk | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| sorsz. | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 82,81 | 4,49 | 18,26 | 62,12 | 10,16 | 22,83 | 53,48 | 11,61 | 22,26 | 54,86 | 11,38 | 23,31 |
| 2 | 80,9 | 5,24 | 20,01 | 61,67 | 10,42 | 22,45 | 58,33 | 11,01 | 21,66 | 48,57 | 10,65 | 19,88 |
| 3 | 81,4 | 5,19 | 19,87 | 57,37 | 11,16 | 21,86 | 56,87 | 11,31 | 21,15 | 54,56 | 10,58 | 21,32 |
| 4 | 80,97 | 5,4 | 20,28 | 62,43 | 10,29 | 21,61 | 58,94 | 11,36 | 21,57 | 52,78 | 10,99 | 21,3 |
| 5 | 79,38 | 5,65 | 20,62 | 60,32 | 10,65 | 21,5 | 62,8 | 10,81 | 21,34 | 59,34 | 11,24 | 22,75 |
| 6 | 80,26 | 5,34 | 19,51 | 62,59 | 10,71 | 22,4 | 63,34 | 10,47 | 21,79 | 59,42 | 10,63 | 22,15 |
| 7 | 81,7 | 5,02 | 17,26 | 61,08 | 11,25 | 22,46 | 62 | 10,96 | 21,44 | 57,97 | 10,94 | 21,93 |
| 8 | 82,31 | 4,92 | 19,34 | 57,18 | 11,63 | 21,97 | 62,35 | 11 | 22,38 | 55,39 | 10,63 | 22,15 |
| 9 | 82,53 | 4,82 | 19,53 | 61,71 | 10,33 | 23,24 | 60,23 | 10,28 | 22,34 | 59,51 | 10,94 | 22,89 |
| 10 | 82,51 | 4,87 | 19,62 | 59,63 | 10,3 | 22,07 | 63,78 | 10,98 | 21,63 | 60,05 | 11,08 | 22,42 |
| 11 | 82,79 | 4,76 | 18,99 | 61,58 | 11,03 | 23,11 | 65,06 | 10,43 | 22,21 | 58,92 | 11,17 | 22,83 |
| 12 | 80,11 | 5,63 | 19,72 | 59,88 | 10,91 | 22,28 | 60,92 | 11,19 | 21,03 | 56,93 | 11,29 | 22,23 |
| 13 | 82,01 | 5,06 | 18,92 | 60,94 | 10,65 | 21,87 | 61,54 | 10,85 | 23,3 | 61,57 | 10,52 | 22,24 |
| 14 | 80,04 | 5,4 | 18,12 | 62,76 | 10,33 | 21,79 | 61,87 | 10,61 | 22,62 | 58,69 | 10,9 | 23,27 |
| 15 | 80,14 | 5,17 | 18,79 | 63,81 | 10,7 | 21,65 | 62,55 | 10,97 | 23,75 | 55,07 | 11,33 | 21,22 |
| 16 | 80,02 | 5,19 | 20,12 | 61,18 | 10,55 | 21,75 | 60,23 | 10,75 | 21,74 | 57,98 | 11,18 | 22,68 |
| 17 | 80,37 | 5,21 | 18,29 | 60,25 | 11,22 | 22,95 | 53,61 | 11,16 | 22,01 | 50,69 | 11,65 | 20,56 |
| 18 | 80,56 | 5,13 | 18,44 | 65,43 | 10,1 | 22,31 | 51,09 | 11,12 | 21,83 | 47,91 | 10,96 | 20,92 |
| 19 | 80,43 | 5,24 | 18,66 | 58,15 | 10,83 | 21,33 | 55,14 | 11,19 | 23,15 | 50,49 | 10,82 | 21,72 |
| 20 | 81,41 | 5,05 | 18,26 | 64,67 | 10,58 | 22,67 | 56,49 | 10,79 | 22,32 | 53,04 | 11,38 | 21,75 |
| 21 | 79,26 | 5,6 | 19,43 | 64,71 | 10,86 | 22,51 | 57,25 | 11,52 | 21,79 | 57,02 | 10,12 | 21,79 |
| 22 | 80,28 | 5,94 | 21,23 | 60,12 | 11,48 | 22,53 | 63,91 | 10,59 | 21,94 | 58,27 | 10,45 | 21,87 |
| 23 | 81,21 | 5,2 | 19,25 | 61,69 | 10,88 | 23,18 | 63,48 | 10,41 | 21,43 | 58,81 | 10,85 | 21,82 |
| 24 | 80,21 | 5,39 | 18,9 | 59,29 | 11,66 | 21,59 | 64,53 | 10,89 | 22,07 | 56,7 | 11,46 | 22,98 |
| 25 | 81,91 | 5,03 | 19,28 | 60,11 | 11,35 | 21,64 | 65,15 | 10,99 | 21,68 | 59,54 | 10,61 | 23,04 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 81,02 | 5,20 | 19,23 | 61,23 | 10,80 | 22,22 | 60,20 | 10,93 | 22,02 | 56,16 | 10,95 | 22,04 |
| szórás | 1,06 | 0,31 | 0,88 | 2,13 | 0,45 | 0,57 | 3,95 | 0,34 | 0,66 | 3,74 | 0,37 | 0,86 |

| Bükk | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| sorsz. | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 82,81 | 4,49 | 18,26 | 48,58 | 10,38 | 20,86 | 44,84 | 9,44 | 18,3 | 37,85 | 8,94 | 15,27 |
| 2 | 80,9 | 5,24 | 20,01 | 49,14 | 10,96 | 21,8 | 43,98 | 9,74 | 18,49 | 39,17 | 9,53 | 15,93 |
| 3 | 81,4 | 5,19 | 19,87 | 49,26 | 10,55 | 21,49 | 44,86 | 9,42 | 19,13 | 41,33 | 9,09 | 16,58 |
| 4 | 80,97 | 5,4 | 20,28 | 50,75 | 10,32 | 20,34 | 44,23 | 9,29 | 18,56 | 39,73 | 10,04 | 16,48 |
| 5 | 79,38 | 5,65 | 20,62 | 48,22 | 10,55 | 19,84 | 43,59 | 9,67 | 17,99 | 42,66 | 10,54 | 19,04 |
| 6 | 80,26 | 5,34 | 19,51 | 50,83 | 10,52 | 21,93 | 45,39 | 9,85 | 20,15 | 38,08 | 9,33 | 14,94 |
| 7 | 81,7 | 5,02 | 17,26 | 46,05 | 11,26 | 20,57 | 47,76 | 10,13 | 20,78 | 39,13 | 9,95 | 17,02 |
| 8 | 82,31 | 4,92 | 19,34 | 51,37 | 11,33 | 20,88 | 45,4 | 9,75 | 19,83 | 37,73 | 9,55 | 15,9 |
| 9 | 82,53 | 4,82 | 19,53 | 51,64 | 10,81 | 20,99 | 46,36 | 9,61 | 20,23 | 38,39 | 9,02 | 15,57 |
| 10 | 82,51 | 4,87 | 19,62 | 53,4 | 10,9 | 22,15 | 43,59 | 9,34 | 18,22 | 39,66 | 9,53 | 16,44 |
| 11 | 82,79 | 4,76 | 18,99 | 55,15 | 10,92 | 22,75 | 43,42 | 9,55 | 18,33 | 36,41 | 9,06 | 14,88 |
| 12 | 80,11 | 5,63 | 19,72 | 53,99 | 11,08 | 22,99 | 45,54 | 9,7 | 19,99 | 38,55 | 9,54 | 16,81 |
| 13 | 82,01 | 5,06 | 18,92 | 49,51 | 10,86 | 21,66 | 43,62 | 9,8 | 18,12 | 37,21 | 8,69 | 15,16 |
| 14 | 80,04 | 5,4 | 18,12 | 52,95 | 11,02 | 22,58 | 47,07 | 10 | 19,98 | 34,91 | 8,12 | 12,78 |
| 15 | 80,14 | 5,17 | 18,79 | 48,57 | 10,87 | 20,54 | 46,33 | 9,61 | 19,71 | 35,86 | 8,07 | 12,52 |
| 16 | 80,02 | 5,19 | 20,12 | 47,38 | 11,26 | 20,38 | 47,39 | 10,05 | 20,48 | 37,49 | 9,11 | 16,03 |
| 17 | 80,37 | 5,21 | 18,29 | 48,42 | 10,58 | 20,07 | 45,66 | 9,79 | 18,91 | 38,53 | 9,66 | 16,43 |
| 18 | 80,56 | 5,13 | 18,44 | 46,42 | 11,05 | 20,25 | 45,13 | 9,21 | 18,47 | 37 | 9,08 | 14,45 |
| 19 | 80,43 | 5,24 | 18,66 | 50,57 | 11,55 | 21,92 | 45,9 | 9,78 | 20,19 | 38,68 | 9,54 | 16,41 |
| 20 | 81,41 | 5,05 | 18,26 | 51,59 | 10,86 | 21,09 | 45,45 | 9,71 | 19,65 | 40,32 | 9,5 | 16,54 |
| 21 | 79,26 | 5,6 | 19,43 | 49,34 | 10,33 | 20,66 | 44,9 | 9,5 | 18,95 | 37,65 | 9,54 | 16,1 |
| 22 | 80,28 | 5,94 | 21,23 | 50,54 | 10,56 | 21,07 | 44,19 | 9,44 | 18,56 | 37,09 | 8,71 | 13,93 |
| 23 | 81,21 | 5,2 | 19,25 | 49,3 | 10,7 | 20,47 | 45,08 | 9,8 | 18,44 | 38,81 | 9,48 | 15,87 |
| 24 | 80,21 | 5,39 | 18,9 | 50,56 | 11,07 | 21,56 | 44,88 | 9,66 | 19,42 | 39,12 | 9,48 | 16,5 |
| 25 | 81,91 | 5,03 | 19,28 | 49,39 | 10,72 | 20,79 | 46,5 | 9,96 | 19,91 | 37,2 | 9,18 | 15,07 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 81,02 | 5,20 | 19,23 | 50,12 | 10,84 | 21,19 | 45,24 | 9,67 | 19,23 | 38,34 | 9,29 | 15,71 |
| szórás | 1,06 | 0,31 | 0,88 | 2,23 | 0,32 | 0,86 | 1,20 | 0,24 | 0,85 | 1,67 | 0,54 | 1,36 |

2.3.3 Nyár

| Nyár | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| sorsz. | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 83,12 | 4,01 | 19,75 | 79,09 | 4,85 | 20,26 | 75,74 | 6,84 | 21,96 | 57,82 | 11,33 | 25,72 |
| 2 | 82,88 | 4,01 | 19,77 | 74,78 | 7,07 | 24,23 | 78,88 | 6,54 | 19,77 | 59,95 | 11,27 | 25,71 |
| 3 | 84,86 | 3,28 | 18,15 | 75,33 | 6,7 | 23,04 | 73,18 | 8 | 23,4 | 55,69 | 11,09 | 24,06 |
| 4 | 84,08 | 3,49 | 19,04 | 78,53 | 5,61 | 20,46 | 69,62 | 7,88 | 25,65 | 55,35 | 12,08 | 25,17 |
| 5 | 83,84 | 3,61 | 19,94 | 75,14 | 6,96 | 21,07 | 71,21 | 8,2 | 25,56 | 61,31 | 9,98 | 25,6 |
| 6 | 83,61 | 3,76 | 18,87 | 79,2 | 5,84 | 20,34 | 76,8 | 6,99 | 20,85 | 65,45 | 9,84 | 26,66 |
| 7 | 83,89 | 3,34 | 17,61 | 78,15 | 5,39 | 20,88 | 74,39 | 8,21 | 22,63 | 65,21 | 9,93 | 25,54 |
| 8 | 84,97 | 3,32 | 17,66 | 78,76 | 5 | 19,72 | 65,6 | 9,61 | 25,07 | 70,41 | 8,56 | 23,49 |
| 9 | 85,71 | 3,49 | 17,04 | 75,92 | 6,47 | 22,27 | 74,77 | 6,76 | 22,98 | 69,18 | 8,15 | 24,98 |
| 10 | 84,7 | 3,43 | 17,63 | 78,98 | 4,95 | 20,75 | 76,86 | 7,83 | 23,47 | 63,87 | 9,63 | 25,06 |
| 11 | 84,56 | 3,17 | 19,36 | 73,62 | 7,49 | 23,79 | 60,37 | 9,74 | 27,32 | 65,59 | 10,14 | 26,52 |
| 12 | 83,34 | 3,84 | 17,97 | 77,91 | 6,01 | 20,8 | 72,02 | 7,9 | 24,92 | 63,93 | 9,43 | 26,38 |
| 13 | 85,55 | 3,39 | 18,47 | 75,7 | 7,8 | 22,16 | 71,66 | 8,17 | 25,2 | 62,02 | 10,52 | 26,3 |
| 14 | 84,1 | 3,46 | 17,23 | 76,81 | 6,64 | 21,38 | 68,51 | 8,03 | 24,73 | 66,33 | 9,6 | 25,96 |
| 15 | 83,89 | 3,62 | 18,24 | 71,7 | 7,7 | 24,9 | 71,09 | 8,11 | 24,96 | 67,62 | 9,87 | 25,82 |
| 16 | 83,85 | 3,71 | 17,53 | 75,55 | 7,22 | 22,92 | 75,86 | 6,2 | 22,89 | 63,78 | 10,06 | 26,42 |
| 17 | 83,34 | 3,86 | 18,3 | 74,5 | 7,15 | 22,49 | 70,32 | 7,84 | 24,96 | 65,67 | 9,29 | 25,44 |
| 18 | 83,56 | 3,7 | 19,33 | 74,26 | 7,19 | 20,37 | 67,88 | 7,8 | 25,05 | 64,25 | 9,5 | 26,15 |
| 19 | 83,68 | 3,74 | 18,15 | 78,4 | 6,33 | 21,05 | 71,29 | 9,25 | 25,27 | 59,99 | 11,06 | 26,41 |
| 20 | 83,47 | 3,8 | 17,55 | 74,9 | 6,26 | 21,68 | 69,44 | 8,44 | 25,63 | 60,13 | 10,85 | 26,66 |
| 21 | 84,37 | 3,53 | 18,22 | 72,38 | 7,48 | 23,71 | 71,89 | 8,2 | 23,81 | 65,03 | 9,27 | 26,17 |
| 22 | 84,94 | 3,56 | 18,34 | 75,45 | 6,74 | 21,86 | 74,77 | 7,74 | 21,92 | 64,64 | 9,43 | 24,67 |
| 23 | 84 | 3,6 | 19,1 | 76,94 | 7,01 | 21,14 | 77,14 | 7,8 | 22,26 | 69,35 | 8,38 | 25,07 |
| 24 | 81,87 | 4,1 | 19,13 | 79,2 | 5,27 | 21,11 | 76,18 | 6,85 | 21,66 | 63,18 | 9,48 | 23,98 |
| 25 | 83,76 | 3,82 | 18,22 | 74,76 | 7,57 | 23,25 | 73,83 | 7,13 | 22,96 | 64,2 | 9,22 | 23,6 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 84,00 | 3,63 | 18,42 | 76,24 | 6,51 | 21,83 | 72,37 | 7,84 | 23,80 | 63,60 | 9,92 | 25,50 |
| szórás | 0,85 | 0,24 | 0,83 | 2,20 | 0,92 | 1,39 | 4,14 | 0,88 | 1,79 | 3,89 | 0,96 | 0,95 |

| Nyár | Színkoordináták | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| sorsz. | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| 1 | 83,12 | 4,01 | 19,75 | 49,31 | 10,55 | 23,88 | 45,64 | 9,95 | 20,98 | 38,08 | 8,98 | 15,61 |
| 2 | 82,88 | 4,01 | 19,77 | 48,22 | 10,6 | 23,59 | 42,68 | 9,52 | 19,73 | 41,37 | 9,35 | 17,8 |
| 3 | 84,86 | 3,28 | 18,15 | 48,3 | 10,42 | 23,34 | 44,39 | 9,59 | 21,4 | 39,79 | 9,03 | 17,14 |
| 4 | 84,08 | 3,49 | 19,04 | 51,46 | 10,64 | 25,26 | 46,44 | 9,86 | 22,36 | 40,91 | 9,42 | 17,55 |
| 5 | 83,84 | 3,61 | 19,94 | 47,12 | 10,29 | 22,82 | 46,47 | 9,86 | 22,42 | 40,31 | 9,44 | 17,32 |
| 6 | 83,61 | 3,76 | 18,87 | 49,51 | 10,49 | 23,84 | 45,3 | 9,91 | 22,18 | 34,85 | 8,13 | 13,38 |
| 7 | 83,89 | 3,34 | 17,61 | 45,84 | 10,56 | 22,14 | 44,81 | 9,22 | 20,27 | 42,27 | 10,12 | 19,4 |
| 8 | 84,97 | 3,32 | 17,66 | 50,52 | 10,83 | 25,4 | 41,97 | 9,18 | 19,02 | 40,35 | 9,36 | 17,13 |
| 9 | 85,71 | 3,49 | 17,04 | 46,38 | 9,72 | 21,41 | 43,31 | 9,62 | 20,42 | 41,5 | 9,97 | 18,19 |
| 10 | 84,7 | 3,43 | 17,63 | 47,79 | 10,51 | 23,3 | 42,99 | 9,41 | 19,79 | 38,93 | 8,74 | 15,45 |
| 11 | 84,56 | 3,17 | 19,36 | 51,26 | 10,52 | 24,76 | 42,84 | 9,23 | 19,11 | 44,1 | 10,46 | 20,67 |
| 12 | 83,34 | 3,84 | 17,97 | 52,32 | 10,59 | 25,4 | 44,25 | 9,68 | 21,01 | 40,59 | 9,2 | 17,56 |
| 13 | 85,55 | 3,39 | 18,47 | 45,75 | 10,1 | 21,95 | 41,24 | 9,26 | 18,75 | 40,71 | 10,24 | 19,19 |
| 14 | 84,1 | 3,46 | 17,23 | 48,01 | 10,52 | 23,66 | 44,24 | 9,82 | 21,38 | 41,49 | 9,93 | 18,42 |
| 15 | 83,89 | 3,62 | 18,24 | 50,66 | 10,27 | 24,83 | 42,68 | 9,59 | 20,07 | 41,98 | 9,32 | 17,88 |
| 16 | 83,85 | 3,71 | 17,53 | 48,59 | 10,38 | 23,96 | 44,47 | 9,63 | 20,69 | 41,08 | 9,9 | 17,71 |
| 17 | 83,34 | 3,86 | 18,3 | 47,74 | 10,24 | 22,69 | 43,07 | 9,55 | 20 | 40,39 | 9,47 | 17,45 |
| 18 | 83,56 | 3,7 | 19,33 | 48,31 | 10,68 | 24,32 | 41,85 | 9,45 | 19,4 | 44,1 | 9,92 | 19,81 |
| 19 | 83,68 | 3,74 | 18,15 | 50,89 | 10,26 | 24,3 | 43,31 | 10,02 | 20,8 | 40,53 | 8,74 | 16,8 |
| 20 | 83,47 | 3,8 | 17,55 | 50,66 | 10,06 | 24,32 | 43,17 | 9,98 | 20,57 | 38,56 | 8,92 | 15,81 |
| 21 | 84,37 | 3,53 | 18,22 | 49,95 | 10,25 | 24,66 | 42,7 | 9,35 | 19,64 | 43,44 | 10,31 | 20,19 |
| 22 | 84,94 | 3,56 | 18,34 | 45,12 | 10,04 | 21,32 | 42,46 | 9,16 | 19,5 | 43,22 | 9,83 | 19,14 |
| 23 | 84 | 3,6 | 19,1 | 46,07 | 10,06 | 21,46 | 46,31 | 9,75 | 22,09 | 40,08 | 9,41 | 16,92 |
| 24 | 81,87 | 4,1 | 19,13 | 48,08 | 10,13 | 22,65 | 41,93 | 9,22 | 19,26 | 41,91 | 9,76 | 19,15 |
| 25 | 83,76 | 3,82 | 18,22 | 47,75 | 10,32 | 23,25 | 43,35 | 9,6 | 20,41 | 38,7 | 9,23 | 16,89 |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 84,00 | 3,63 | 18,42 | 48,62 | 10,36 | 23,54 | 43,67 | 9,58 | 20,45 | 40,77 | 9,49 | 17,70 |
| szórás | 0,85 | 0,24 | 0,83 | 1,98 | 0,25 | 1,24 | 1,50 | 0,27 | 1,08 | 2,03 | 0,56 | 1,64 |

2.3/b sz. melléklet a 4.2.3 alfejezethez, A próbatetek normál klímához tartozó teljes színeltérései, ΔE

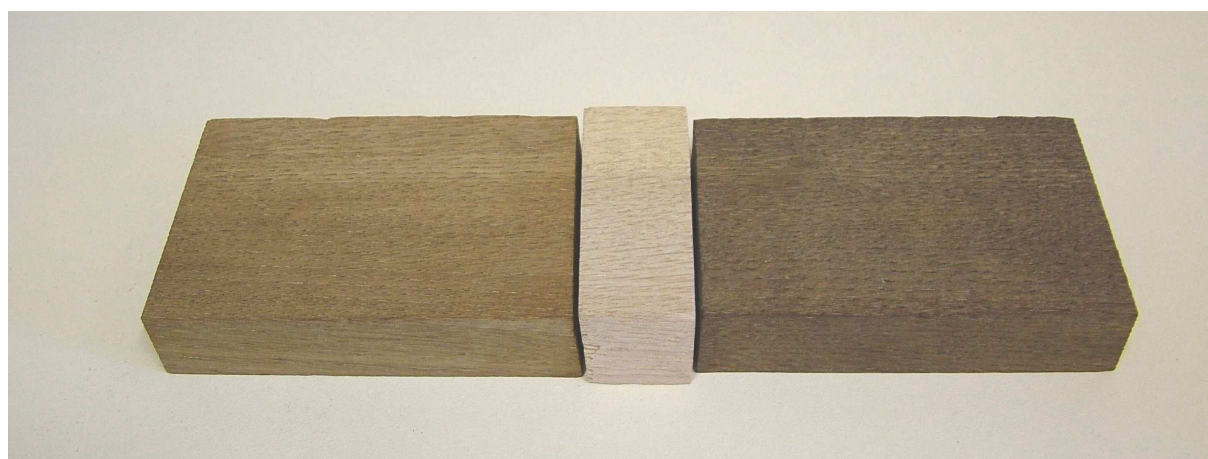
2.3.1 Cser

| Cser | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 69,78 | 7,52 | 19,14 | 59,35 | 9,11 | 22,08 | 53,57 | 10,09 | 22,26 | 51,53 | 10,14 | 21,77 |
| szórás | 1,80 | 0,73 | 0,80 | 2,42 | 0,69 | 1,16 | 4,03 | 0,57 | 1,05 | 4,21 | 0,49 | 1,18 |
| ΔE | 0,00 | | | 10,94 | | | 16,70 | | | 18,62 | | |

| Cser | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 69,78 | 7,52 | 19,14 | 40,67 | 9,11 | 17,55 | 39,54 | 9,24 | 16,03 | 35,72 | 7,87 | 12,71 |
| szórás | 1,80 | 0,73 | 0,80 | 3,08 | 0,66 | 1,65 | 2,24 | 0,65 | 1,69 | 0,86 | 0,43 | 0,99 |
| ΔE | 0,00 | | | 29,19 | | | 30,44 | | | 34,66 | | |

| Cser | | Szijács és geszt teljes színeltérése, ΔE | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------------------------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-3.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | | |
| | | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) |
| szijács | 1 | 69,56 | 7,99 | 24,58 | 47,46 | 9,09 | 19,34 | 36,72 | 8,6 | 16,66 | |
| | 2 | 69,45 | 7,86 | 24,62 | 47,53 | 9,17 | 19,64 | 35,94 | 8,32 | 15,48 | |
| | 3 | 68,81 | 7,81 | 23,80 | 46,95 | 9,23 | 19,51 | 36,62 | 8,37 | 15,43 | |
| | 4 | 69,44 | 7,92 | 24,26 | 46,13 | 9,34 | 19,28 | 36,19 | 8,30 | 15,11 | |
| | 5 | 70,02 | 7,76 | 24,07 | 47,03 | 9,22 | 19,46 | 36,68 | 8,37 | 15,40 | |
| | 6 | 69,73 | 7,89 | 24,67 | 46,67 | 9,16 | 19,24 | 38,41 | 8,32 | 15,64 | |
| | 7 | 69,78 | 7,78 | 24,42 | 47,16 | 9,12 | 19,40 | 35,92 | 8,52 | 16,28 | |
| | 8 | 69,37 | 7,95 | 24,87 | 46,62 | 9,33 | 19,56 | 36,06 | 8,48 | 14,73 | |
| | 9 | 68,51 | 8,07 | 24,10 | 49,00 | 9,34 | 19,87 | 36,34 | 8,24 | 14,30 | |
| | 10 | 69,35 | 7,87 | 24,36 | 47,20 | 9,38 | 19,87 | 35,67 | 8,22 | 13,46 | |
| | átlag | 69,40 | 7,89 | 24,38 | 47,18 | 9,24 | 19,52 | 36,46 | 8,37 | 15,25 | |
| szórás | 0,45 | 0,10 | 0,32 | 0,76 | 0,10 | 0,22 | 0,77 | 0,12 | 0,93 | | |
| geszt | 1 | 63,84 | 7,83 | 20,54 | 47,10 | 10,39 | 21,13 | 35,15 | 8,78 | 13,87 | |
| | 2 | 64,29 | 7,70 | 19,85 | 46,71 | 10,44 | 20,53 | 35,76 | 9,00 | 14,28 | |
| | 3 | 64,88 | 7,38 | 19,36 | 49,49 | 10,08 | 21,13 | 34,85 | 9,04 | 13,89 | |
| | 4 | 64,65 | 7,93 | 19,84 | 48,87 | 10,34 | 21,19 | 35,89 | 9,10 | 14,44 | |
| | 5 | 63,90 | 8,09 | 19,86 | 46,25 | 11,15 | 21,77 | 35,17 | 9,15 | 14,06 | |
| | 6 | 64,69 | 7,64 | 19,59 | 46,68 | 10,47 | 20,59 | 34,61 | 8,96 | 13,71 | |
| | 7 | 63,83 | 7,71 | 19,80 | 45,96 | 10,36 | 20,33 | 35,43 | 8,70 | 14,05 | |
| | 8 | 64,05 | 7,64 | 19,83 | 48,09 | 10,61 | 21,52 | 35,73 | 8,82 | 14,25 | |
| | 9 | 63,96 | 7,74 | 20,16 | 48,75 | 10,32 | 21,42 | 35,18 | 9,24 | 14,11 | |
| | 10 | 64,82 | 7,74 | 19,59 | 47,13 | 11,02 | 21,78 | 35,14 | 8,70 | 13,87 | |
| | átlag | 64,29 | 7,74 | 19,84 | 47,50 | 10,52 | 21,14 | 35,29 | 8,95 | 14,05 | |
| szórás | 0,43 | 0,19 | 0,32 | 1,21 | 0,33 | 0,51 | 0,41 | 0,19 | 0,22 | | |
| ΔE | 6,83 | | | 2,09 | | | 1,77 | | | | |

Cser szijács és geszt színváltozása a hőkezelés hatására: 180°C-on 3. menetrenddel kezelve -bal, középen kezeletlen, 200°C-on 3. menetrenddel kezelve -jobb



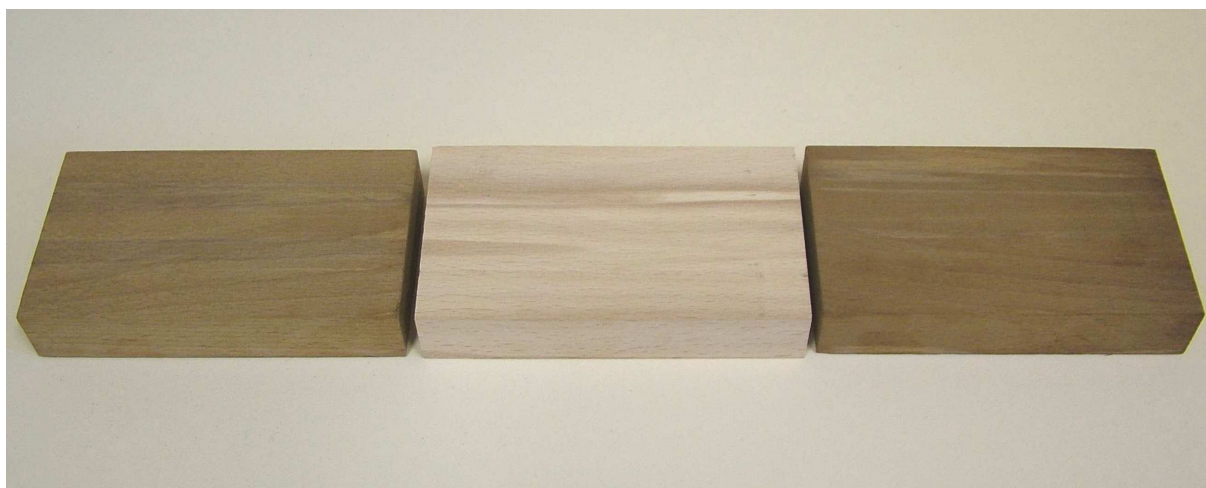
2.3.2 Bükk

| Bükk | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 81,02 | 5,20 | 19,23 | 61,23 | 10,80 | 22,22 | 60,20 | 10,93 | 22,02 | 56,16 | 10,95 | 22,04 |
| szórás | 1,06 | 0,31 | 0,88 | 2,13 | 0,45 | 0,57 | 3,95 | 0,34 | 0,66 | 3,74 | 0,37 | 0,86 |
| ΔE | 0,00 | | | 20,79 | | | 21,78 | | | 25,67 | | |

| Bükk | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 81,02 | 5,20 | 19,23 | 50,12 | 10,84 | 21,19 | 45,24 | 9,67 | 19,23 | 38,34 | 9,29 | 15,71 |
| szórás | 1,06 | 0,31 | 0,88 | 2,23 | 0,32 | 0,86 | 1,20 | 0,24 | 0,85 | 1,67 | 0,54 | 1,36 |
| ΔE | 0,00 | | | 31,48 | | | 36,06 | | | 43,02 | | |

| Álgesztes bükk | Próbatesen belüli színeltérés | | | | | Átlagos színeltérés | |
|--------------------------|-------------------------------|-------|------|------|------|---------------------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | x | s |
| mintaszám | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| kontroll | 11,34 | 11,34 | 2,97 | 9,74 | 3,84 | 6,00 | 1,25 |
| | 2,97 | 8,60 | 8,60 | 2,11 | 7,65 | | |
| | 9,74 | 2,11 | 6,87 | 6,87 | 0,96 | | |
| | 3,84 | 7,65 | 0,96 | 5,93 | 5,93 | | |
| átlag | 6,97 | 7,42 | 4,85 | 6,16 | 4,60 | | |
| szórás | 4,18 | 3,87 | 3,50 | 3,15 | 2,88 | | |
| 180°C-3.menetrend | 0,99 | 0,99 | 2,50 | 3,34 | 1,20 | 2,30 | 0,40 |
| | 2,50 | 3,07 | 3,07 | 3,91 | 0,36 | | |
| | 3,34 | 3,91 | 0,86 | 0,86 | 2,96 | | |
| | 1,20 | 0,36 | 2,96 | 3,80 | 3,80 | | |
| átlag | 2,01 | 2,08 | 2,35 | 2,98 | 2,08 | | |
| szórás | 1,11 | 1,68 | 1,02 | 1,43 | 1,58 | | |
| 200°C-3.menetrend | 6,70 | 6,70 | 2,43 | 1,26 | 6,18 | 3,82 | 0,62 |
| | 2,43 | 4,28 | 4,28 | 5,61 | 1,31 | | |
| | 1,26 | 5,61 | 1,39 | 1,39 | 3,85 | | |
| | 6,18 | 1,31 | 3,85 | 5,23 | 5,23 | | |
| átlag | 4,14 | 4,47 | 2,99 | 3,37 | 4,14 | | |
| szórás | 2,70 | 2,33 | 1,32 | 2,37 | 2,12 | | |

Álgesztes bükk színmódosulása a hőkezelés hatására: 180°C-on 3. menetrenddel kezelve -bal, közepen kezeletlen, 200°C-on 3. menetrenddel kezelve -jobb



2.3.3 Nyár

| Nyár | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 180°C-1.menetrend | | | 180°C-2.menetrend | | | 180°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 84,00 | 3,63 | 18,42 | 76,24 | 6,51 | 21,83 | 72,37 | 7,84 | 23,80 | 63,60 | 9,92 | 25,50 |
| szórás | 0,85 | 0,24 | 0,83 | 2,20 | 0,92 | 1,39 | 4,14 | 0,88 | 1,79 | 3,89 | 0,96 | 0,95 |
| ΔE | 0,00 | | | 8,95 | | | 13,48 | | | 22,49 | | |

| Nyár | Teljes színeltérés ΔE | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
| | Kontroll / kezeletlen | | | 200°C-1.menetrend | | | 200°C-2.menetrend | | | 200°C-3.menetrend | | |
| | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) | L*(D65) | a*(D65) | b*(D65) |
| átlag | 84,00 | 3,63 | 18,42 | 48,62 | 10,36 | 23,54 | 43,67 | 9,58 | 20,45 | 40,77 | 9,49 | 17,70 |
| szórás | 0,85 | 0,24 | 0,83 | 1,98 | 0,25 | 1,24 | 1,50 | 0,27 | 1,08 | 2,03 | 0,56 | 1,64 |
| ΔE | 0,00 | | | 36,37 | | | 40,81 | | | 43,63 | | |

2.4 sz. melléklet a 4.2.4 alfejezethez: A próbatetek maximális dagadása (d_{\max}), átlagos dimenzióstabilitása ($DS_{\text{át}}$) az egyes anatómiai irányokban és a dagadási anizotrópia (a_d)

2.4.1 Cser

| Cser | Maximális radiális dagadás - $d_{r \max}$ (%) | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 6,55 | 6,31 | 5,68 | 5,86 | 4,56 | 4,35 | 3,42 |
| 2 | 6,89 | 6,38 | 5,89 | 6,23 | 4,57 | 4,25 | 3,12 |
| 3 | 6,32 | 6,66 | 6,12 | 6,51 | 4,12 | 4,01 | 3,55 |
| 4 | 6,51 | 6,14 | 6,52 | 5,79 | 4,31 | 4,68 | 3,86 |
| 5 | 6,44 | 6,83 | 6,25 | 6,32 | 4,69 | 3,85 | 3,98 |
| 6 | 6,98 | 6,84 | 6,31 | 6,35 | 4,28 | 3,76 | 4,01 |
| 7 | 6,17 | 6,72 | 6,44 | 6,41 | 4,41 | 4,07 | 3,98 |
| 8 | 6,33 | 6,69 | 6,39 | 6,70 | 4,51 | 3,92 | 4,12 |
| 9 | 6,37 | 7,12 | 6,81 | 5,89 | 4,17 | 4,11 | 4,38 |
| 10 | 6,41 | 6,55 | 6,67 | 5,76 | 4,66 | 4,37 | 4,25 |
| 11 | 6,68 | 6,08 | 7,02 | 5,64 | 4,38 | 4,08 | 4,65 |
| 12 | 6,35 | 5,98 | 6,01 | 6,39 | 4,82 | 4,51 | 4,11 |
| 13 | 6,32 | 6,89 | 5,76 | 6,01 | 3,85 | 3,79 | 4,09 |
| 14 | 6,92 | 6,54 | 5,68 | 6,08 | 4,91 | 4,89 | 3,98 |
| 15 | 7,02 | 6,31 | 5,92 | 6,10 | 4,02 | 3,41 | 3,78 |
| 16 | 7,25 | 6,25 | 5,88 | 6,15 | 4,52 | 4,21 | 3,76 |
| 17 | 5,97 | 6,17 | 6,01 | 6,00 | 4,56 | 3,71 | 3,65 |
| 18 | 6,28 | 6,08 | 6,11 | 5,98 | 5,01 | 4,12 | 3,48 |
| 19 | 5,65 | 6,21 | 5,79 | 5,83 | 4,65 | 4,15 | 3,81 |
| 20 | 6,45 | 6,30 | 5,87 | 5,55 | 4,78 | 4,26 | 4,02 |
| 21 | 6,47 | 6,24 | 5,93 | 6,79 | 4,71 | 4,02 | 3,94 |
| 22 | 6,58 | 6,16 | 5,97 | 6,17 | 4,11 | 3,99 | 3,58 |
| 23 | 6,39 | 6,12 | 6,01 | 6,22 | 4,94 | 4,06 | 3,71 |
| 24 | 6,42 | 6,00 | 5,66 | 6,18 | 4,82 | 4,31 | 3,86 |
| 25 | 6,48 | 5,96 | 5,23 | 6,31 | 3,91 | 3,86 | 4,23 |
| átlag | 6,49 | 6,38 | 6,08 | 6,13 | 4,49 | 4,11 | 3,89 |
| szórás | 0,34 | 0,32 | 0,40 | 0,31 | 0,33 | 0,32 | 0,33 |
| $DS_{r\text{-át}}(\%)$ | 0,00 | 1,65 | 6,33 | 5,54 | 30,78 | 36,66 | 40,00 |

| Cser | Maximális tangenciális dagadás - $d_{t \max}$ (%) | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 14,25 | 13,65 | 12,40 | 11,56 | 9,31 | 7,76 | 7,40 |
| 2 | 13,95 | 13,98 | 11,98 | 11,69 | 8,95 | 7,83 | 7,86 |
| 3 | 13,65 | 13,74 | 12,25 | 12,03 | 9,12 | 8,00 | 7,75 |
| 4 | 13,28 | 14,02 | 12,36 | 11,97 | 9,56 | 8,39 | 8,11 |
| 5 | 14,25 | 14,29 | 11,54 | 11,89 | 8,65 | 8,24 | 8,02 |
| 6 | 14,56 | 14,33 | 11,06 | 11,25 | 9,25 | 8,18 | 7,12 |
| 7 | 14,19 | 14,51 | 12,45 | 12,18 | 9,36 | 7,87 | 6,95 |
| 8 | 14,08 | 14,03 | 12,12 | 12,34 | 9,45 | 7,99 | 7,52 |
| 9 | 13,67 | 13,67 | 11,98 | 12,05 | 8,98 | 7,95 | 7,63 |
| 10 | 13,33 | 13,75 | 12,33 | 11,56 | 9,01 | 8,05 | 7,71 |
| 11 | 13,51 | 14,35 | 11,87 | 11,74 | 9,17 | 8,12 | 6,98 |
| 12 | 14,10 | 13,48 | 11,83 | 11,68 | 9,68 | 8,44 | 7,08 |
| 13 | 14,31 | 13,64 | 12,69 | 11,66 | 9,89 | 8,47 | 7,25 |
| 14 | 13,07 | 13,55 | 12,26 | 11,49 | 8,24 | 8,05 | 7,36 |
| 15 | 14,52 | 13,46 | 12,74 | 11,57 | 8,89 | 7,68 | 7,41 |
| 16 | 13,33 | 14,11 | 12,54 | 11,54 | 8,97 | 8,17 | 7,50 |
| 17 | 13,69 | 13,98 | 12,36 | 11,39 | 9,18 | 7,85 | 7,42 |
| 18 | 13,75 | 14,25 | 11,98 | 11,49 | 9,20 | 8,51 | 7,53 |
| 19 | 13,72 | 14,18 | 12,13 | 12,21 | 9,24 | 7,79 | 7,62 |
| 20 | 14,15 | 14,44 | 12,45 | 12,07 | 9,39 | 8,99 | 7,28 |
| 21 | 14,33 | 14,06 | 12,39 | 11,67 | 9,45 | 7,23 | 7,71 |
| 22 | 14,11 | 14,22 | 11,39 | 11,79 | 9,01 | 8,15 | 7,19 |
| 23 | 13,95 | 13,89 | 11,65 | 11,98 | 9,10 | 7,65 | 7,44 |
| 24 | 13,56 | 14,61 | 11,89 | 11,54 | 9,00 | 8,21 | 7,54 |
| 25 | 13,14 | 14,58 | 12,84 | 11,83 | 8,81 | 8,26 | 7,38 |
| átlag | 13,86 | 14,03 | 12,14 | 11,77 | 9,15 | 8,07 | 7,47 |
| szórás | 0,43 | 0,35 | 0,43 | 0,28 | 0,34 | 0,35 | 0,30 |
| $DS_{t\text{-át}}(\%)$ | 0,00 | -1,25 | 12,40 | 15,09 | 33,94 | 41,74 | 46,09 |

| Cser sorszám | Dagadási anizotrópia- a_d | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 2,18 | 2,16 | 2,18 | 1,97 | 2,04 | 1,78 | 2,16 |
| 2 | 2,02 | 2,19 | 2,03 | 1,88 | 1,96 | 1,84 | 2,52 |
| 3 | 2,16 | 2,06 | 2,00 | 1,85 | 2,21 | 2,00 | 2,18 |
| 4 | 2,04 | 2,28 | 1,90 | 2,07 | 2,22 | 1,79 | 2,10 |
| 5 | 2,21 | 2,09 | 1,85 | 1,88 | 1,84 | 2,14 | 2,02 |
| 6 | 2,09 | 2,10 | 1,75 | 1,77 | 2,16 | 2,18 | 1,78 |
| 7 | 2,30 | 2,16 | 1,93 | 1,90 | 2,12 | 1,93 | 1,75 |
| 8 | 2,22 | 2,10 | 1,90 | 1,84 | 2,10 | 2,04 | 1,83 |
| 9 | 2,15 | 1,92 | 1,76 | 2,05 | 2,15 | 1,93 | 1,74 |
| 10 | 2,08 | 2,10 | 1,85 | 2,01 | 1,93 | 1,84 | 1,81 |
| 11 | 2,02 | 2,36 | 1,69 | 2,08 | 2,09 | 1,99 | 1,50 |
| 12 | 2,22 | 2,25 | 1,97 | 1,83 | 2,01 | 1,87 | 1,72 |
| 13 | 2,26 | 1,98 | 2,20 | 1,94 | 2,57 | 2,23 | 1,77 |
| 14 | 1,89 | 2,07 | 2,16 | 1,89 | 1,68 | 1,65 | 1,85 |
| 15 | 2,07 | 2,13 | 2,15 | 1,90 | 2,21 | 2,25 | 1,96 |
| 16 | 1,84 | 2,26 | 2,13 | 1,88 | 1,98 | 1,94 | 1,99 |
| 17 | 2,29 | 2,27 | 2,06 | 1,90 | 2,01 | 2,12 | 2,03 |
| 18 | 2,19 | 2,34 | 1,96 | 1,92 | 1,84 | 2,07 | 2,16 |
| 19 | 2,43 | 2,28 | 2,09 | 2,09 | 1,99 | 1,88 | 2,00 |
| 20 | 2,19 | 2,29 | 2,12 | 2,17 | 1,96 | 2,11 | 1,81 |
| 21 | 2,21 | 2,25 | 2,09 | 1,72 | 2,01 | 1,80 | 1,96 |
| 22 | 2,14 | 2,31 | 1,91 | 1,91 | 2,19 | 2,04 | 2,01 |
| 23 | 2,18 | 2,27 | 1,94 | 1,93 | 1,84 | 1,88 | 2,01 |
| 24 | 2,11 | 2,44 | 2,10 | 1,87 | 1,87 | 1,90 | 1,95 |
| 25 | 2,03 | 2,45 | 2,46 | 1,87 | 2,25 | 2,14 | 1,74 |
| átlag | 2,14 | 2,20 | 2,01 | 1,92 | 2,05 | 1,97 | 1,93 |
| szórás | 0,13 | 0,13 | 0,17 | 0,10 | 0,18 | 0,16 | 0,21 |

2.4.2 Bükk

| Bükk sorszám | Maximális radiális dagadás - $d_{r,max}(\%)$ | | | | | | |
|------------------------------|----------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 5,62 | 6,12 | 4,56 | 4,56 | 4,13 | 4,26 | 3,69 |
| 2 | 4,30 | 4,89 | 4,89 | 3,75 | 3,56 | 3,86 | 3,44 |
| 3 | 5,32 | 5,63 | 5,02 | 3,89 | 3,18 | 4,55 | 2,85 |
| 4 | 5,45 | 6,56 | 5,68 | 4,12 | 3,65 | 3,97 | 2,39 |
| 5 | 5,62 | 5,36 | 5,98 | 3,96 | 4,86 | 4,05 | 2,98 |
| 6 | 5,71 | 5,23 | 6,23 | 4,20 | 4,52 | 3,65 | 3,02 |
| 7 | 5,26 | 4,39 | 4,89 | 4,29 | 3,69 | 3,76 | 3,15 |
| 8 | 4,52 | 4,78 | 4,35 | 4,63 | 3,79 | 4,39 | 4,24 |
| 9 | 6,57 | 5,01 | 6,09 | 4,98 | 3,98 | 4,42 | 3,36 |
| 10 | 4,66 | 5,12 | 5,02 | 5,13 | 4,02 | 4,61 | 3,33 |
| 11 | 4,78 | 4,98 | 5,12 | 5,29 | 3,95 | 4,12 | 3,46 |
| 12 | 5,86 | 4,78 | 5,26 | 4,55 | 4,12 | 3,76 | 3,86 |
| 13 | 5,79 | 4,68 | 4,89 | 4,97 | 4,61 | 3,81 | 4,45 |
| 14 | 5,94 | 5,19 | 4,96 | 5,39 | 5,01 | 3,15 | 3,47 |
| 15 | 6,01 | 5,22 | 5,23 | 5,12 | 4,15 | 4,15 | 3,77 |
| 16 | 5,02 | 5,08 | 4,25 | 4,97 | 4,26 | 4,25 | 3,68 |
| 17 | 4,95 | 5,09 | 5,01 | 5,46 | 3,86 | 4,33 | 3,98 |
| 18 | 6,21 | 4,69 | 4,87 | 5,98 | 3,79 | 4,98 | 4,25 |
| 19 | 5,39 | 4,76 | 5,14 | 6,08 | 4,36 | 5,26 | 4,15 |
| 20 | 5,44 | 4,98 | 5,36 | 4,98 | 4,54 | 3,57 | 3,89 |
| 21 | 5,78 | 4,05 | 4,56 | 5,29 | 3,89 | 3,61 | 3,98 |
| 22 | 4,56 | 3,89 | 5,02 | 5,37 | 3,97 | 3,76 | 4,13 |
| 23 | 6,29 | 5,01 | 5,00 | 5,54 | 4,35 | 3,79 | 4,05 |
| 24 | 4,23 | 5,26 | 4,86 | 5,76 | 4,25 | 4,01 | 3,97 |
| 25 | 4,11 | 4,89 | 4,73 | 4,52 | 4,28 | 4,09 | 4,28 |
| átlag | 5,34 | 5,03 | 5,08 | 4,91 | 4,11 | 4,09 | 3,67 |
| szórás | 0,68 | 0,55 | 0,49 | 0,65 | 0,41 | 0,46 | 0,52 |
| DS_{r-átl}(%) | 0,00 | 5,81 | 4,81 | 7,95 | 22,96 | 23,41 | 31,16 |

| Bükk | Maximális tangenciális dagadás - $d_{t\max}$ (%) | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 12,11 | 11,39 | 11,02 | 10,23 | 9,20 | 9,22 | 7,69 |
| 2 | 11,56 | 10,56 | 12,56 | 11,56 | 9,65 | 8,56 | 7,99 |
| 3 | 11,86 | 10,89 | 13,89 | 10,98 | 8,45 | 8,42 | 6,75 |
| 4 | 11,98 | 10,86 | 14,20 | 10,76 | 10,23 | 7,98 | 7,02 |
| 5 | 12,45 | 11,26 | 10,25 | 10,61 | 10,54 | 8,25 | 7,23 |
| 6 | 12,42 | 10,89 | 12,56 | 10,73 | 9,56 | 7,15 | 7,60 |
| 7 | 11,75 | 11,46 | 12,05 | 11,04 | 9,47 | 6,98 | 6,55 |
| 8 | 11,42 | 12,56 | 12,04 | 10,34 | 10,02 | 8,76 | 6,47 |
| 9 | 12,25 | 11,45 | 11,98 | 11,73 | 10,26 | 8,35 | 6,25 |
| 10 | 12,07 | 12,14 | 11,85 | 12,03 | 9,78 | 8,46 | 5,98 |
| 11 | 12,16 | 11,06 | 11,75 | 12,39 | 9,98 | 8,35 | 8,26 |
| 12 | 12,45 | 13,15 | 12,22 | 11,56 | 8,49 | 8,56 | 7,65 |
| 13 | 11,29 | 14,08 | 12,06 | 11,02 | 8,79 | 8,47 | 7,12 |
| 14 | 12,06 | 10,05 | 11,94 | 11,46 | 8,46 | 8,67 | 7,06 |
| 15 | 12,16 | 12,25 | 11,87 | 10,89 | 8,12 | 8,71 | 7,38 |
| 16 | 12,45 | 11,89 | 10,89 | 11,03 | 10,98 | 8,19 | 7,54 |
| 17 | 12,05 | 12,78 | 11,25 | 10,97 | 8,37 | 8,12 | 7,27 |
| 18 | 11,63 | 12,69 | 11,23 | 9,86 | 9,24 | 7,86 | 6,88 |
| 19 | 11,85 | 12,46 | 11,56 | 10,23 | 9,78 | 7,74 | 8,11 |
| 20 | 12,34 | 11,86 | 12,78 | 12,05 | 9,79 | 8,19 | 8,69 |
| 21 | 12,42 | 12,77 | 13,02 | 11,39 | 9,65 | 8,36 | 6,18 |
| 22 | 12,49 | 12,14 | 12,07 | 12,80 | 9,97 | 7,99 | 7,28 |
| 23 | 12,69 | 12,03 | 11,45 | 9,99 | 10,09 | 7,89 | 7,36 |
| 24 | 11,52 | 10,21 | 11,73 | 10,57 | 10,35 | 7,64 | 6,75 |
| 25 | 11,01 | 12,13 | 11,59 | 10,79 | 10,14 | 8,24 | 6,72 |
| átlag | 12,02 | 11,80 | 11,99 | 11,08 | 9,57 | 8,20 | 7,19 |
| szórás | 0,43 | 0,96 | 0,87 | 0,74 | 0,76 | 0,49 | 0,67 |
| DS_{t-átl}(%) | 0,00 | 1,81 | 0,21 | 7,80 | 20,33 | 31,73 | 40,16 |

| Bükk | Dagadási anizotrópia- a_d | | | | | | |
|---------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 2,15 | 1,86 | 2,42 | 2,24 | 2,23 | 2,16 | 2,08 |
| 2 | 2,69 | 2,16 | 2,57 | 3,08 | 2,71 | 2,22 | 2,32 |
| 3 | 2,23 | 1,93 | 2,77 | 2,82 | 2,66 | 1,85 | 2,37 |
| 4 | 2,20 | 1,66 | 2,50 | 2,61 | 2,80 | 2,01 | 2,94 |
| 5 | 2,22 | 2,10 | 1,71 | 2,68 | 2,17 | 2,04 | 2,43 |
| 6 | 2,18 | 2,08 | 2,02 | 2,55 | 2,12 | 1,96 | 2,52 |
| 7 | 2,23 | 2,61 | 2,46 | 2,57 | 2,57 | 1,86 | 2,08 |
| 8 | 2,53 | 2,63 | 2,77 | 2,23 | 2,64 | 2,00 | 1,53 |
| 9 | 1,86 | 2,29 | 1,97 | 2,36 | 2,58 | 1,89 | 1,86 |
| 10 | 2,59 | 2,37 | 2,36 | 2,35 | 2,43 | 1,84 | 1,80 |
| 11 | 2,54 | 2,22 | 2,29 | 2,34 | 2,53 | 2,03 | 2,39 |
| 12 | 2,12 | 2,75 | 2,32 | 2,54 | 2,06 | 2,28 | 1,98 |
| 13 | 1,95 | 3,01 | 2,47 | 2,22 | 1,91 | 2,22 | 1,60 |
| 14 | 2,03 | 1,94 | 2,41 | 2,13 | 1,69 | 2,75 | 2,03 |
| 15 | 2,02 | 2,35 | 2,27 | 2,13 | 1,96 | 2,10 | 1,96 |
| 16 | 2,48 | 2,34 | 2,56 | 2,22 | 2,58 | 1,93 | 2,05 |
| 17 | 2,43 | 2,51 | 2,25 | 2,01 | 2,17 | 1,88 | 1,83 |
| 18 | 1,87 | 2,71 | 2,31 | 1,65 | 2,44 | 1,58 | 1,62 |
| 19 | 2,20 | 2,62 | 2,25 | 1,68 | 2,24 | 1,47 | 1,95 |
| 20 | 2,27 | 2,38 | 2,38 | 2,42 | 2,16 | 2,29 | 2,23 |
| 21 | 2,15 | 3,15 | 2,86 | 2,15 | 2,48 | 2,32 | 1,55 |
| 22 | 2,74 | 3,12 | 2,40 | 2,38 | 2,51 | 2,13 | 1,76 |
| 23 | 2,02 | 2,40 | 2,29 | 1,80 | 2,32 | 2,08 | 1,82 |
| 24 | 2,72 | 1,94 | 2,41 | 1,84 | 2,44 | 1,91 | 1,70 |
| 25 | 2,68 | 2,48 | 2,45 | 2,39 | 2,37 | 2,01 | 1,57 |
| átlag | 2,28 | 2,38 | 2,38 | 2,30 | 2,35 | 2,03 | 2,00 |
| szórás | 0,27 | 0,39 | 0,25 | 0,34 | 0,28 | 0,25 | 0,35 |

2.4.3 Nyár

| Nyár sorszám | Maximális radiális dagadás - $d_{r \max}(\%)$ | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 4,20 | 4,40 | 3,24 | 4,25 | 3,49 | 3,62 | 2,93 |
| 2 | 6,25 | 5,12 | 4,28 | 3,65 | 4,36 | 3,73 | 2,44 |
| 3 | 4,34 | 3,86 | 3,64 | 3,85 | 4,65 | 2,92 | 2,91 |
| 4 | 3,89 | 4,15 | 3,75 | 3,96 | 4,11 | 3,20 | 2,43 |
| 5 | 5,34 | 4,29 | 5,66 | 3,56 | 4,19 | 1,99 | 2,99 |
| 6 | 5,69 | 4,38 | 4,25 | 3,46 | 3,97 | 3,39 | 2,77 |
| 7 | 5,67 | 4,25 | 4,57 | 3,78 | 2,99 | 3,20 | 3,56 |
| 8 | 5,12 | 4,65 | 4,19 | 4,25 | 4,22 | 3,91 | 1,98 |
| 9 | 4,02 | 4,44 | 4,38 | 4,65 | 3,44 | 3,01 | 2,97 |
| 10 | 4,49 | 4,18 | 5,12 | 4,33 | 4,13 | 3,11 | 2,66 |
| 11 | 3,87 | 4,98 | 3,98 | 3,01 | 4,43 | 3,24 | 2,89 |
| 12 | 3,96 | 3,87 | 3,78 | 2,88 | 4,47 | 2,75 | 2,36 |
| 13 | 4,52 | 3,56 | 4,02 | 4,89 | 3,43 | 2,95 | 2,45 |
| 14 | 4,12 | 3,98 | 5,01 | 3,85 | 4,01 | 2,98 | 2,46 |
| 15 | 4,35 | 3,76 | 4,28 | 3,79 | 5,01 | 3,11 | 3,42 |
| 16 | 4,75 | 3,44 | 4,56 | 3,65 | 4,09 | 2,67 | 3,25 |
| 17 | 5,24 | 4,25 | 4,66 | 3,97 | 4,23 | 2,45 | 3,24 |
| 18 | 5,44 | 4,12 | 4,02 | 3,82 | 4,00 | 3,56 | 2,74 |
| 19 | 5,04 | 4,02 | 3,85 | 3,79 | 3,90 | 3,89 | 2,68 |
| 20 | 4,97 | 4,01 | 3,75 | 3,48 | 3,71 | 4,01 | 2,39 |
| 21 | 4,08 | 4,26 | 3,69 | 3,25 | 4,14 | 3,15 | 2,78 |
| 22 | 3,75 | 5,29 | 3,98 | 3,15 | 4,12 | 2,86 | 1,95 |
| 23 | 3,89 | 4,98 | 4,06 | 3,08 | 4,24 | 2,97 | 2,16 |
| 24 | 4,05 | 5,37 | 3,77 | 3,11 | 4,46 | 3,24 | 2,38 |
| 25 | 4,01 | 4,11 | 3,61 | 3,07 | 3,64 | 2,88 | 2,79 |
| átlag | 4,60 | 4,31 | 4,16 | 3,70 | 4,06 | 3,15 | 2,70 |
| szórás | 0,70 | 0,51 | 0,54 | 0,52 | 0,43 | 0,47 | 0,41 |
| DS_{r-átl}(%) | 0,00 | 6,37 | 9,52 | 19,57 | 11,83 | 31,52 | 41,25 |

| Nyár sorszám | Maximális tangenciális dagadás - $d_{t \max}(\%)$ | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 11,55 | 9,60 | 8,01 | 6,73 | 8,10 | 6,01 | 5,36 |
| 2 | 11,34 | 10,29 | 5,35 | 7,86 | 8,16 | 6,28 | 5,42 |
| 3 | 11,15 | 10,69 | 7,99 | 7,92 | 8,07 | 5,86 | 5,11 |
| 4 | 11,76 | 8,98 | 10,18 | 8,11 | 7,42 | 5,56 | 5,66 |
| 5 | 11,13 | 9,02 | 8,80 | 8,36 | 7,44 | 5,12 | 4,46 |
| 6 | 11,47 | 9,12 | 8,07 | 9,77 | 6,98 | 4,85 | 4,75 |
| 7 | 11,40 | 9,38 | 8,02 | 8,65 | 7,12 | 6,56 | 4,98 |
| 8 | 10,30 | 9,65 | 8,48 | 7,48 | 9,02 | 5,78 | 5,08 |
| 9 | 10,91 | 9,27 | 8,37 | 7,04 | 8,41 | 5,79 | 5,36 |
| 10 | 10,54 | 10,66 | 8,18 | 7,92 | 7,85 | 5,63 | 5,56 |
| 11 | 11,56 | 10,23 | 7,61 | 7,89 | 7,96 | 5,41 | 5,26 |
| 12 | 11,98 | 10,15 | 7,67 | 7,81 | 8,25 | 5,27 | 5,97 |
| 13 | 10,75 | 9,56 | 7,35 | 7,98 | 7,56 | 5,46 | 5,18 |
| 14 | 12,48 | 10,45 | 7,50 | 7,97 | 7,38 | 5,55 | 5,37 |
| 15 | 11,28 | 10,44 | 7,78 | 8,23 | 8,41 | 5,13 | 5,69 |
| 16 | 11,35 | 9,65 | 8,01 | 8,01 | 7,86 | 5,98 | 5,97 |
| 17 | 11,45 | 9,85 | 8,10 | 7,73 | 7,74 | 5,56 | 4,56 |
| 18 | 11,57 | 9,63 | 8,27 | 8,22 | 7,66 | 5,31 | 4,63 |
| 19 | 11,65 | 9,44 | 8,48 | 7,39 | 7,91 | 5,89 | 4,79 |
| 20 | 11,24 | 9,23 | 8,56 | 8,49 | 7,32 | 6,28 | 5,01 |
| 21 | 11,69 | 9,15 | 8,98 | 7,27 | 7,18 | 6,14 | 5,17 |
| 22 | 11,89 | 10,25 | 7,14 | 7,00 | 8,39 | 6,03 | 5,21 |
| 23 | 12,04 | 10,02 | 8,27 | 8,02 | 8,56 | 6,31 | 5,30 |
| 24 | 12,27 | 9,02 | 8,10 | 8,21 | 7,01 | 5,98 | 6,12 |
| 25 | 11,25 | 9,14 | 7,80 | 8,12 | 7,12 | 5,81 | 4,31 |
| átlag | 11,44 | 9,71 | 8,04 | 7,93 | 7,80 | 5,74 | 5,21 |
| szórás | 0,50 | 0,55 | 0,82 | 0,61 | 0,54 | 0,42 | 0,47 |
| DS_{t-átl}(%) | 0,00 | 15,08 | 29,70 | 30,71 | 31,86 | 49,81 | 54,45 |

| Nyár sorszám | Dagadási anizotrópia- a_d | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 2,75 | 2,18 | 2,47 | 1,58 | 2,32 | 1,66 | 1,83 |
| 2 | 1,82 | 2,01 | 1,25 | 2,15 | 1,87 | 1,68 | 2,22 |
| 3 | 2,57 | 2,77 | 2,20 | 2,06 | 1,74 | 2,00 | 1,75 |
| 4 | 3,02 | 2,16 | 2,71 | 2,05 | 1,80 | 1,74 | 2,33 |
| 5 | 2,08 | 2,10 | 1,55 | 2,35 | 1,78 | 2,58 | 1,49 |
| 6 | 2,02 | 2,08 | 1,90 | 2,82 | 1,76 | 1,43 | 1,71 |
| 7 | 2,01 | 2,21 | 1,75 | 2,29 | 2,38 | 2,05 | 1,40 |
| 8 | 2,01 | 2,08 | 2,02 | 1,76 | 2,14 | 1,48 | 2,57 |
| 9 | 2,71 | 2,09 | 1,91 | 1,51 | 2,44 | 1,92 | 1,80 |
| 10 | 2,35 | 2,55 | 1,60 | 1,83 | 1,90 | 1,81 | 2,09 |
| 11 | 2,99 | 2,05 | 1,91 | 2,62 | 1,80 | 1,67 | 1,82 |
| 12 | 3,03 | 2,62 | 2,03 | 2,71 | 1,85 | 1,92 | 2,53 |
| 13 | 2,38 | 2,69 | 1,83 | 1,63 | 2,20 | 1,85 | 2,11 |
| 14 | 3,03 | 2,63 | 1,50 | 2,07 | 1,84 | 1,86 | 2,18 |
| 15 | 2,59 | 2,78 | 1,82 | 2,17 | 1,68 | 1,65 | 1,66 |
| 16 | 2,39 | 2,81 | 1,76 | 2,19 | 1,92 | 2,24 | 1,84 |
| 17 | 2,19 | 2,32 | 1,74 | 1,95 | 1,83 | 2,27 | 1,41 |
| 18 | 2,13 | 2,34 | 2,06 | 2,15 | 1,92 | 1,49 | 1,69 |
| 19 | 2,31 | 2,35 | 2,20 | 1,95 | 2,03 | 1,51 | 1,79 |
| 20 | 2,26 | 2,30 | 2,28 | 2,44 | 1,97 | 1,57 | 2,10 |
| 21 | 2,87 | 2,15 | 2,43 | 2,24 | 1,73 | 1,95 | 1,86 |
| 22 | 3,17 | 1,94 | 1,79 | 2,22 | 2,04 | 2,11 | 2,67 |
| 23 | 3,10 | 2,01 | 2,04 | 2,60 | 2,02 | 2,12 | 2,45 |
| 24 | 3,03 | 1,68 | 2,15 | 2,64 | 1,57 | 1,85 | 2,57 |
| 25 | 2,81 | 2,22 | 2,16 | 2,64 | 1,96 | 2,02 | 1,54 |
| átlag | 2,54 | 2,28 | 1,96 | 2,19 | 1,94 | 1,86 | 1,98 |
| szórás | 0,42 | 0,30 | 0,33 | 0,36 | 0,22 | 0,28 | 0,38 |

2.5 sz. melléklet a 4.2.5 alfejezethez: A próbatetek hőkezelési méret- és tömegcsökkenése

2.5.1 Cser

| Cser | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),180°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,56 | 19,31 | 14,73 | 37,17 | | | | | |
| | 2 | 34,58 | 19,4 | 14,55 | | | | | | |
| | 3 | 34,53 | 19,24 | 14,53 | | | | | | |
| | 4 | 34,52 | 19,42 | 14,66 | | | | | | |
| | 5 | 34,44 | 19,34 | 14,63 | | | | | | |
| 180/1 | 1 | 34,56 | 19,23 | 14,61 | 36,58 | 0,00 | 0,41 | 0,81 | 1,23 | 1,59 |
| | 2 | 34,58 | 19,27 | 14,44 | | 0,00 | 0,67 | 0,76 | 1,42 | |
| | 3 | 34,53 | 19,19 | 14,43 | | 0,00 | 0,26 | 0,69 | 0,95 | |
| | 4 | 34,52 | 19,32 | 14,57 | | 0,00 | 0,51 | 0,61 | 1,13 | |
| | 5 | 34,43 | 19,32 | 14,55 | | 0,03 | 0,10 | 0,55 | 0,68 | |
| 180/2 | 1 | 34,56 | 19,16 | 14,56 | 36,19 | 0,00 | 0,78 | 1,15 | 1,92 | 2,64 |
| | 2 | 34,58 | 19,24 | 14,4 | | 0,00 | 0,82 | 1,03 | 1,85 | |
| | 3 | 34,53 | 19,18 | 14,39 | | 0,00 | 0,31 | 0,96 | 1,27 | |
| | 4 | 34,52 | 19,30 | 14,54 | | 0,00 | 0,62 | 0,82 | 1,43 | |
| | 5 | 34,43 | 19,28 | 14,52 | | 0,03 | 0,31 | 0,75 | 1,09 | |
| 180/3 | 1 | 34,56 | 19,12 | 14,49 | 35,75 | 0,00 | 0,98 | 1,63 | 2,60 | 3,82 |
| | 2 | 34,58 | 19,20 | 14,36 | | 0,00 | 1,03 | 1,31 | 2,32 | |
| | 3 | 34,52 | 19,14 | 14,28 | | 0,03 | 0,52 | 1,72 | 2,26 | |
| | 4 | 34,52 | 19,23 | 14,44 | | 0,00 | 0,98 | 1,50 | 2,46 | |
| | 5 | 34,43 | 19,20 | 14,45 | | 0,03 | 0,72 | 1,23 | 1,97 | |

| Cser | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),200°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,4 | 19,22 | 14,68 | 36,41 | | | | | |
| | 2 | 34,48 | 19,38 | 14,65 | | | | | | |
| | 3 | 34,47 | 19,33 | 14,57 | | | | | | |
| | 4 | 34,47 | 19,31 | 14,69 | | | | | | |
| | 5 | 34,4 | 19,35 | 14,6 | | | | | | |
| 200/1 | 1 | 34,4 | 19,05 | 14,42 | 34,32 | 0,00 | 0,88 | 1,77 | 2,64 | 7,67 |
| | 2 | 34,47 | 19,20 | 14,33 | | 0,03 | 0,93 | 2,18 | 3,12 | |
| | 3 | 34,47 | 19,25 | 14,38 | | 0,00 | 0,41 | 1,30 | 1,71 | |
| | 4 | 34,46 | 18,98 | 14,35 | | 0,03 | 1,71 | 2,31 | 4,01 | |
| | 5 | 34,4 | 19,07 | 14,32 | | 0,00 | 1,45 | 1,92 | 3,34 | |
| 200/2 | 1 | 34,4 | 18,87 | 14,21 | 33,41 | 0,00 | 1,82 | 3,20 | 4,96 | 10,12 |
| | 2 | 34,46 | 19,01 | 14,05 | | 0,06 | 1,91 | 4,10 | 5,98 | |
| | 3 | 34,46 | 19,06 | 14,15 | | 0,03 | 1,40 | 2,88 | 4,27 | |
| | 4 | 34,45 | 18,85 | 14,22 | | 0,06 | 2,38 | 3,20 | 5,56 | |
| | 5 | 34,39 | 19,02 | 14,21 | | 0,03 | 1,71 | 2,67 | 4,36 | |
| 200/3 | 1 | 34,40 | 18,76 | 14,04 | 32,60 | 0,00 | 2,39 | 4,36 | 6,65 | 12,29 |
| | 2 | 34,46 | 18,92 | 13,88 | | 0,06 | 2,37 | 5,26 | 7,56 | |
| | 3 | 34,46 | 18,96 | 13,99 | | 0,03 | 1,91 | 3,98 | 5,85 | |
| | 4 | 34,45 | 18,79 | 14,16 | | 0,06 | 2,69 | 3,61 | 6,26 | |
| | 5 | 34,39 | 18,94 | 14,12 | | 0,03 | 2,12 | 3,29 | 5,36 | |

| Cser | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%) | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|--|
| | Δl _o (%) | | Δr _o (%) | | Δt _o (%) | | ΔV _o (%) | | Δm _o (%) | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s | x | |
| 180/1.menetrend | 0,01 | 0,01 | 0,39 | 0,22 | 0,68 | 0,11 | 1,08 | 0,28 | 1,59 | |
| 180/2.menetrend | 0,01 | 0,01 | 0,57 | 0,25 | 0,94 | 0,16 | 1,51 | 0,36 | 2,64 | |
| 180/3.menetrend | 0,01 | 0,02 | 0,85 | 0,22 | 1,48 | 0,21 | 2,32 | 0,24 | 3,82 | |
| 200/1.menetrend | 0,01 | 0,02 | 1,08 | 0,51 | 1,90 | 0,40 | 2,96 | 0,86 | 7,67 | |
| 200/2.menetrend | 0,03 | 0,02 | 1,84 | 0,36 | 3,21 | 0,54 | 5,03 | 0,75 | 10,12 | |
| 200/3.menetrend | 0,03 | 0,02 | 2,30 | 0,30 | 4,10 | 0,76 | 6,34 | 0,83 | 12,29 | |

2.5.2 Bükk

| Bükk | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),180°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,54 | 18,93 | 14,83 | 26,98 | | | | | |
| | 2 | 34,62 | 19,46 | 14,38 | | | | | | |
| | 3 | 34,47 | 19,31 | 14,6 | | | | | | |
| | 4 | 35,04 | 14,63 | 18,9 | | | | | | |
| | 5 | 34,58 | 19,25 | 14,37 | | | | | | |
| 180/1 | 1 | 34,53 | 18,90 | 14,48 | 26,27 | 0,03 | 0,16 | 2,36 | 2,54 | 2,63 |
| | 2 | 34,62 | 19,40 | 14,34 | | 0,00 | 0,31 | 0,28 | 0,59 | |
| | 3 | 34,46 | 19,26 | 14,49 | | 0,03 | 0,26 | 0,75 | 1,04 | |
| | 4 | 35,04 | 14,57 | 18,82 | | 0,00 | 0,41 | 0,42 | 0,83 | |
| | 5 | 34,58 | 19,24 | 14,31 | | 0,00 | 0,05 | 0,42 | 0,47 | |
| 180/2 | 1 | 34,53 | 18,88 | 14,44 | 26,07 | 0,03 | 0,26 | 2,63 | 2,92 | 3,37 |
| | 2 | 34,61 | 19,38 | 14,25 | | 0,03 | 0,41 | 0,90 | 1,34 | |
| | 3 | 34,46 | 19,23 | 14,4 | | 0,03 | 0,41 | 1,37 | 1,81 | |
| | 4 | 35,03 | 14,53 | 18,64 | | 0,03 | 0,68 | 1,38 | 2,08 | |
| | 5 | 34,58 | 19,19 | 14,26 | | 0,00 | 0,31 | 0,77 | 1,07 | |
| 180/3 | 1 | 34,53 | 19,03 | 14,33 | 25,52 | 0,03 | -0,53 | 3,37 | 2,89 | 5,41 |
| | 2 | 34,61 | 19,32 | 14,03 | | 0,03 | 0,72 | 2,43 | 3,16 | |
| | 3 | 34,46 | 19,17 | 14,33 | | 0,03 | 0,73 | 1,85 | 2,59 | |
| | 4 | 35,03 | 14,43 | 18,55 | | 0,03 | 1,37 | 1,85 | 3,22 | |
| | 5 | 34,58 | 19,04 | 14,22 | | 0,00 | 1,09 | 1,04 | 2,12 | |

| Bükk | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),200°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,55 | 19,34 | 14,56 | 26,79 | | | | | |
| | 2 | 34,44 | 18,82 | 14,3 | | | | | | |
| | 3 | 34,51 | 19,18 | 14,58 | | | | | | |
| | 4 | 35,13 | 14,79 | 18,98 | | | | | | |
| | 5 | 35,95 | 14,84 | 18,86 | | | | | | |
| 200/1 | 1 | 34,54 | 19,05 | 14,06 | 24,58 | 0,03 | 1,50 | 3,43 | 4,91 | 8,90 |
| | 2 | 34,44 | 18,65 | 13,94 | | 0,00 | 0,90 | 2,52 | 3,40 | |
| | 3 | 34,5 | 18,98 | 14,25 | | 0,03 | 1,04 | 2,26 | 3,31 | |
| | 4 | 35,12 | 14,63 | 18,3 | | 0,03 | 1,08 | 3,58 | 4,65 | |
| | 5 | 35,94 | 14,53 | 17,86 | | 0,03 | 2,09 | 5,30 | 7,31 | |
| 200/2 | 1 | 34,53 | 18,97 | 13,91 | 23,61 | 0,06 | 1,91 | 4,46 | 6,35 | 12,49 |
| | 2 | 34,43 | 18,52 | 13,81 | | 0,03 | 1,59 | 3,43 | 4,99 | |
| | 3 | 34,5 | 18,78 | 13,89 | | 0,03 | 2,09 | 4,73 | 6,75 | |
| | 4 | 35,12 | 14,57 | 18,02 | | 0,03 | 1,49 | 5,06 | 6,50 | |
| | 5 | 35,94 | 14,42 | 17,60 | | 0,03 | 2,83 | 6,68 | 9,35 | |
| 200/3 | 1 | 34,53 | 18,90 | 13,79 | 22,92 | 0,06 | 2,28 | 5,29 | 7,50 | 15,05 |
| | 2 | 34,42 | 18,35 | 13,35 | | 0,06 | 2,50 | 6,64 | 9,03 | |
| | 3 | 34,50 | 18,67 | 13,74 | | 0,03 | 2,66 | 5,76 | 8,29 | |
| | 4 | 35,12 | 14,45 | 17,80 | | 0,03 | 2,30 | 6,22 | 8,40 | |
| | 5 | 35,93 | 14,35 | 17,48 | | 0,06 | 3,30 | 7,32 | 10,43 | |

| Bükk | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%) | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|
| | Δl _o (%) | | Δr _o (%) | | Δt _o (%) | | ΔV _o (%) | | Δm _o (%) |
| | x | s | x | s | x | s | x | s | x |
| 180/1.menetrend | 0,01 | 0,02 | 0,24 | 0,14 | 0,85 | 0,86 | 1,09 | 0,84 | 2,63 |
| 180/2.menetrend | 0,02 | 0,01 | 0,42 | 0,16 | 1,41 | 0,74 | 1,84 | 0,72 | 3,37 |
| 180/3.menetrend | 0,02 | 0,01 | 0,67 | 0,73 | 2,11 | 0,86 | 2,80 | 0,45 | 5,41 |
| 200/1.menetrend | 0,02 | 0,01 | 1,32 | 0,48 | 3,42 | 1,20 | 4,72 | 1,62 | 8,90 |
| 200/2.menetrend | 0,03 | 0,01 | 1,98 | 0,53 | 4,87 | 1,18 | 6,79 | 1,59 | 12,49 |
| 200/3.menetrend | 0,05 | 0,02 | 2,61 | 0,42 | 6,25 | 0,78 | 8,73 | 1,09 | 15,05 |

2.5.3 Nyár

| Nyár | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),180°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,56 | 19,57 | 14,54 | 16,63 | | | | | |
| | 2 | 34,4 | 19,54 | 14,72 | | | | | | |
| | 3 | 34,52 | 19,49 | 14,64 | | | | | | |
| | 4 | 34,39 | 19,56 | 14,64 | | | | | | |
| | 5 | 34,93 | 19,14 | 14,85 | | | | | | |
| 180/1 | 1 | 34,55 | 19,57 | 14,46 | 16,33 | 0,03 | 0,00 | 0,55 | 0,58 | 1,80 |
| | 2 | 34,39 | 19,53 | 14,67 | | 0,03 | 0,05 | 0,34 | 0,42 | |
| | 3 | 34,51 | 19,44 | 14,48 | | 0,03 | 0,26 | 1,09 | 1,38 | |
| | 4 | 34,39 | 19,54 | 14,55 | | 0,00 | 0,10 | 0,61 | 0,72 | |
| | 5 | 34,93 | 19,09 | 14,75 | | 0,00 | 0,26 | 0,67 | 0,93 | |
| 180/2 | 1 | 34,55 | 19,54 | 14,46 | 16,12 | 0,03 | 0,15 | 0,55 | 0,73 | 3,07 |
| | 2 | 34,38 | 19,49 | 14,59 | | 0,06 | 0,26 | 0,88 | 1,19 | |
| | 3 | 34,51 | 19,45 | 14,39 | | 0,03 | 0,21 | 1,71 | 1,94 | |
| | 4 | 34,39 | 19,53 | 14,46 | | 0,00 | 0,15 | 1,23 | 1,38 | |
| | 5 | 34,92 | 19,03 | 14,78 | | 0,03 | 0,57 | 0,47 | 1,07 | |
| 180/3 | 1 | 34,55 | 19,53 | 14,45 | 15,91 | 0,03 | 0,20 | 0,62 | 0,85 | 4,33 |
| | 2 | 34,38 | 19,49 | 14,52 | | 0,06 | 0,26 | 1,36 | 1,67 | |
| | 3 | 34,51 | 19,41 | 14,35 | | 0,03 | 0,41 | 1,98 | 2,41 | |
| | 4 | 34,38 | 19,49 | 14,42 | | 0,03 | 0,36 | 1,50 | 1,88 | |
| | 5 | 34,92 | 19,05 | 14,54 | | 0,03 | 0,47 | 2,09 | 2,58 | |

| Nyár | sorsz. | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%),200°C | | | | | | | | |
|-------|--------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | l _o (g) | r _o (g) | t _o (g) | m _o (g) | Δl _o (%) | Δr _o (%) | Δt _o (%) | ΔV _o (%) | Δm _o (%) |
| Natúr | 1 | 34,66 | 19,5 | 14,52 | 16,41 | | | | | |
| | 2 | 34,58 | 19,56 | 14,59 | | | | | | |
| | 3 | 34,4 | 19,59 | 14,67 | | | | | | |
| | 4 | 34,5 | 19,47 | 14,71 | | | | | | |
| | 5 | 34,46 | 19,67 | 14,7 | | | | | | |
| 200/1 | 1 | 34,64 | 19,35 | 14,24 | 15,19 | 0,06 | 0,77 | 1,93 | 2,74 | 8,66 |
| | 2 | 34,56 | 19,36 | 14,23 | | 0,06 | 1,02 | 2,47 | 3,52 | |
| | 3 | 34,38 | 19,45 | 14,4 | | 0,06 | 0,71 | 1,84 | 2,60 | |
| | 4 | 34,48 | 19,31 | 14,4 | | 0,06 | 0,82 | 2,11 | 2,97 | |
| | 5 | 34,45 | 19,52 | 14,38 | | 0,03 | 0,76 | 2,18 | 2,95 | |
| 200/2 | 1 | 34,61 | 19,22 | 14,03 | 14,72 | 0,14 | 1,44 | 3,37 | 4,90 | 11,49 |
| | 2 | 34,55 | 19,27 | 14,11 | | 0,09 | 1,48 | 3,29 | 4,81 | |
| | 3 | 34,39 | 19,34 | 14,22 | | 0,03 | 1,28 | 3,07 | 4,33 | |
| | 4 | 34,49 | 19,21 | 14,25 | | 0,03 | 1,34 | 3,13 | 4,45 | |
| | 5 | 34,45 | 19,43 | 14,22 | | 0,03 | 1,22 | 3,27 | 4,47 | |
| 200/3 | 1 | 34,63 | 19,18 | 13,95 | 14,25 | 0,09 | 1,64 | 3,93 | 5,58 | 14,31 |
| | 2 | 34,54 | 19,20 | 14,07 | | 0,12 | 1,84 | 3,56 | 5,45 | |
| | 3 | 34,38 | 19,32 | 14,16 | | 0,06 | 1,38 | 3,48 | 4,86 | |
| | 4 | 34,48 | 19,18 | 14,18 | | 0,06 | 1,49 | 3,60 | 5,09 | |
| | 5 | 34,42 | 19,41 | 14,16 | | 0,12 | 1,32 | 3,67 | 5,06 | |

| Nyár | Méret- és tömegcsökkenés (u=0%) | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|--|
| | Δl _o (%) | | Δr _o (%) | | Δt _o (%) | | ΔV _o (%) | | Δm _o (%) | |
| | x | s | x | s | x | s | x | s | x | |
| 180/1.menetrend | 0,02 | 0,02 | 0,13 | 0,12 | 0,65 | 0,28 | 0,80 | 0,37 | 1,80 | |
| 180/2.menetrend | 0,03 | 0,02 | 0,27 | 0,18 | 0,97 | 0,51 | 1,26 | 0,45 | 3,07 | |
| 180/3.menetrend | 0,03 | 0,01 | 0,34 | 0,11 | 1,51 | 0,59 | 1,88 | 0,68 | 4,33 | |
| 200/1.menetrend | 0,05 | 0,01 | 0,82 | 0,12 | 2,10 | 0,24 | 2,96 | 0,35 | 8,66 | |
| 200/2.menetrend | 0,06 | 0,05 | 1,35 | 0,11 | 3,22 | 0,13 | 4,59 | 0,25 | 11,49 | |
| 200/3.menetrend | 0,09 | 0,03 | 1,53 | 0,21 | 3,65 | 0,17 | 5,21 | 0,30 | 14,31 | |

3.1 sz. melléklet a 4.3.1 alfejezethez: A próbatetek hajlítószilárdsága és hajlító-rugalmissági modulusza

3.1.1 Cser

| Cser sorszám | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 168,36 | 170,13 | 161,96 | 162,08 | 105,45 | 124,30 | 90,69 |
| 2 | 151,60 | 126,39 | 151,88 | 168,87 | 138,49 | 112,51 | 135,47 |
| 3 | 177,19 | 119,28 | 153,38 | 101,71 | 102,82 | 114,40 | 118,44 |
| 4 | 126,87 | 167,60 | 66,55 | 126,79 | 111,72 | 102,75 | 106,67 |
| 5 | 175,20 | 125,92 | 189,29 | 111,19 | 114,02 | 136,26 | 91,78 |
| 6 | 194,66 | 165,51 | 115,00 | | 112,90 | 109,99 | 64,52 |
| 7 | 167,24 | 136,05 | 165,48 | 193,95 | 90,54 | 179,69 | 117,06 |
| 8 | 145,63 | 146,35 | 165,10 | 152,77 | 88,11 | 118,90 | 78,59 |
| 9 | 175,79 | 179,21 | 158,15 | 146,51 | 143,92 | 125,69 | 58,07 |
| 10 | 155,05 | 165,74 | 172,74 | 129,89 | 113,38 | 62,67 | 116,72 |
| 11 | 163,62 | 166,94 | 161,51 | 114,25 | 105,79 | 100,57 | 84,23 |
| 12 | 159,24 | 146,20 | 170,64 | 126,51 | 110,81 | 101,03 | 114,92 |
| 13 | 145,30 | 165,35 | 162,92 | 89,34 | 111,06 | 105,81 | 125,06 |
| 14 | 190,06 | 171,77 | 166,87 | 163,95 | 134,38 | 86,22 | 98,18 |
| 15 | 184,13 | 177,19 | 127,37 | 171,94 | 147,03 | 122,88 | 88,35 |
| 16 | 156,20 | 97,31 | 140,02 | 155,49 | 106,07 | 125,58 | 125,99 |
| 17 | 173,13 | 113,21 | 157,02 | 149,55 | 81,46 | 100,17 | 79,40 |
| 18 | 129,06 | 143,14 | 146,71 | 147,49 | 132,43 | 126,53 | 100,58 |
| 19 | 181,25 | 142,48 | 150,78 | 174,52 | 97,11 | 79,60 | 121,73 |
| 20 | 143,20 | 180,90 | 145,86 | 145,55 | 102,73 | 139,43 | 135,03 |
| 21 | 150,01 | 189,45 | 113,36 | 161,31 | 111,60 | 70,95 | 142,38 |
| 22 | 167,14 | 154,81 | 165,26 | 173,21 | 102,64 | 106,97 | 47,43 |
| 23 | 189,36 | 144,42 | 143,52 | 172,34 | 81,54 | 83,76 | 91,23 |
| 24 | 122,68 | 152,40 | 160,63 | 114,42 | 101,73 | | |
| 25 | 154,64 | 168,55 | 173,07 | 137,32 | 162,03 | | |
| átlag | 161,86 | 152,65 | 151,40 | 145,45 | 112,39 | 110,29 | 101,42 |
| szórás | 19,83 | 23,34 | 24,88 | 26,52 | 20,38 | 25,17 | 25,65 |

| Cser sorszám | Hajlító-rugalmissági modulusz E_h (N/mm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 14002,80 | 15591,37 | 17092,06 | 13749,76 | 14061,33 | 11889,23 | 13574,15 |
| 2 | 15184,88 | 14782,34 | 17012,89 | 14963,06 | 12959,67 | 12978,84 | 14946,50 |
| 3 | 14985,86 | 14071,84 | 16064,86 | 13488,60 | 13432,13 | 13485,40 | 14192,37 |
| 4 | 13018,74 | 12884,03 | 15293,54 | 12666,39 | 10380,28 | 13094,64 | 12866,83 |
| 5 | 16063,70 | 15981,94 | 16426,34 | 14989,58 | 14161,97 | 13931,82 | 14274,20 |
| 6 | 13677,65 | 14712,02 | 12851,73 | | 11580,56 | 14258,98 | 11226,87 |
| 7 | 16132,41 | 16298,96 | 15269,45 | 16889,13 | 14092,40 | 16552,23 | 14546,64 |
| 8 | 16054,15 | 14995,88 | 16230,88 | 12661,07 | 12012,59 | 15841,76 | 11926,67 |
| 9 | 13882,16 | 14738,62 | 16642,33 | 17633,85 | 13195,11 | 11974,99 | 11646,50 |
| 10 | 15485,67 | 13315,45 | 17980,62 | 12707,70 | 14575,37 | 8453,33 | 16418,45 |
| 11 | 14700,53 | 13371,45 | 12038,55 | 14096,39 | 15708,46 | 17711,09 | 13981,30 |
| 12 | 12006,93 | 12662,55 | 15103,93 | 16535,13 | 12361,09 | 9854,60 | 11894,41 |
| 13 | 14737,77 | 14532,46 | 13751,49 | 11984,19 | 13299,42 | 15559,54 | 12146,08 |
| 14 | 14278,90 | 15006,44 | 16376,52 | 16521,63 | 15517,35 | 13932,73 | 14858,06 |
| 15 | 14013,24 | 14456,05 | 16324,39 | 15596,62 | 11687,89 | 14330,10 | 12255,95 |
| 16 | 10855,17 | 12837,91 | 16143,21 | 12839,48 | 12530,66 | 9481,80 | 14729,65 |
| 17 | 11278,86 | 11981,83 | 16760,39 | 15046,81 | 12474,22 | 12564,69 | 12172,06 |
| 18 | 12097,43 | 11926,41 | 15249,48 | 13270,82 | 14235,20 | 13119,96 | 12341,03 |
| 19 | 12459,00 | 12013,57 | 15032,09 | 15871,42 | 10252,61 | 12665,56 | 15029,96 |
| 20 | 15876,49 | 17137,23 | 13074,56 | 13181,91 | 10567,38 | 15757,79 | 12502,63 |
| 21 | 16677,96 | 16640,20 | 15586,64 | 17713,18 | 12907,72 | 13579,90 | 14385,27 |
| 22 | 14745,89 | 15551,36 | 17627,86 | 15232,52 | 13598,21 | 12108,56 | 5791,96 |
| 23 | 12038,81 | 13079,96 | 14330,06 | 17845,44 | 12001,14 | 11018,32 | 13136,06 |
| 24 | 15067,87 | 15541,70 | 13191,68 | 12532,57 | 9365,03 | 12892,75 | |
| 25 | 14129,51 | 16780,03 | 16906,16 | 13845,88 | 14544,30 | 11665,87 | |
| átlag | 14138,10 | 14435,66 | 15534,47 | 14660,96 | 12860,08 | 13148,18 | 13080,16 |
| szórás | 1618,12 | 1566,65 | 1569,14 | 1834,02 | 1634,06 | 2181,61 | 2094,72 |

3.1.2 Bükk

| Bükk sorszám | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 162,15 | 161,16 | 150,36 | 171,93 | 121,13 | 135,32 | 79,11 |
| 2 | 136,46 | 115,01 | 128,91 | 130,73 | 109,88 | 121,97 | 99,18 |
| 3 | 155,06 | 156,17 | 132,83 | 150,83 | 129,82 | 116,76 | 124,29 |
| 4 | 98,88 | 75,46 | 157,46 | 103,36 | 134,92 | 118,92 | 119,39 |
| 5 | 136,59 | 129,92 | 142,34 | 138,37 | 97,12 | 144,21 | 128,44 |
| 6 | 133,31 | 136,47 | 168,37 | 129,28 | 61,89 | 85,68 | 124,51 |
| 7 | 108,72 | 157,88 | 162,25 | 123,73 | 116,84 | 106,31 | 94,39 |
| 8 | 112,94 | 152,42 | 138,95 | 122,41 | 137,49 | 124,41 | 119,62 |
| 9 | 100,51 | 174,33 | 153,79 | 68,50 | 126,84 | 135,46 | 91,93 |
| 10 | 114,05 | 113,94 | 131,19 | 104,73 | 147,28 | 115,77 | 112,20 |
| 11 | 126,06 | 127,11 | 111,04 | 131,35 | 115,31 | 133,19 | 77,90 |
| 12 | 123,48 | 173,11 | 136,22 | 120,68 | 145,01 | 89,55 | 105,90 |
| 13 | 133,76 | 161,36 | 140,22 | 114,82 | 114,86 | 117,67 | 53,19 |
| 14 | 110,96 | 126,08 | 124,50 | 129,97 | 131,67 | 131,72 | 90,22 |
| 15 | 116,39 | 110,36 | 144,98 | 140,41 | 104,68 | 121,12 | 77,51 |
| 16 | 120,42 | 150,42 | 68,38 | 134,12 | 153,44 | 90,97 | 56,05 |
| 17 | 177,39 | 142,47 | 166,06 | 123,30 | 137,19 | 135,26 | 112,16 |
| 18 | 137,11 | 109,79 | 136,17 | 170,36 | 126,57 | 104,09 | 126,82 |
| 19 | 146,13 | 142,88 | 61,07 | 161,22 | 142,17 | 122,15 | 92,50 |
| 20 | 116,27 | 153,73 | 117,60 | 73,09 | 125,97 | 91,18 | 92,61 |
| 21 | 117,54 | 156,52 | 109,00 | 104,49 | 110,69 | 129,90 | 74,16 |
| 22 | 114,03 | 127,05 | 128,04 | 129,74 | 103,69 | 87,90 | 87,08 |
| 23 | 122,13 | 130,52 | 158,08 | 141,22 | 87,83 | 127,04 | 147,46 |
| 24 | 107,50 | 128,62 | 132,39 | 118,19 | 139,20 | 98,88 | 128,19 |
| 25 | 120,77 | 93,98 | 131,57 | 84,51 | 145,42 | 130,02 | 113,42 |
| átlag | 125,95 | 136,27 | 133,27 | 124,85 | 122,68 | 116,62 | 101,13 |
| szórás | 19,04 | 24,49 | 26,03 | 25,94 | 21,10 | 17,47 | 23,89 |

| Bükk sorszám | Hajlító-rugalmassági modulusz E_h (N/mm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 13478,22 | 14494,10 | 13137,45 | 14339,70 | 13313,68 | 12063,20 | 12159,79 |
| 2 | 10061,23 | 11505,54 | 12505,01 | 12184,08 | 11413,35 | 11736,31 | 12554,43 |
| 3 | 14297,98 | 15229,59 | 13337,83 | 14948,92 | 13468,58 | 10160,43 | 10313,09 |
| 4 | 9631,07 | 11132,99 | 14312,80 | 9781,85 | 13741,97 | 11801,56 | 12522,45 |
| 5 | 14427,18 | 13322,85 | 13256,93 | 13576,78 | 11623,29 | 13442,26 | 14133,96 |
| 6 | 13449,24 | 14333,58 | 15744,00 | 13462,16 | 12560,38 | 11692,42 | 11782,80 |
| 7 | 13399,28 | 13600,96 | 15559,32 | 11672,20 | 13947,06 | 11570,55 | 11511,25 |
| 8 | 12712,27 | 14129,36 | 13556,39 | 11375,39 | 13035,80 | 10498,24 | 10717,55 |
| 9 | 14391,11 | 15752,54 | 15745,49 | 8219,56 | 14047,59 | 8430,94 | 9766,45 |
| 10 | 10574,17 | 11367,46 | 13519,12 | 10849,57 | 15793,02 | 11604,60 | 12160,73 |
| 11 | 11339,89 | 12894,32 | 10629,16 | 13129,93 | 12952,60 | 9477,18 | 9870,98 |
| 12 | 13523,40 | 14231,81 | 12864,91 | 12197,38 | 13563,10 | 10451,60 | 10945,59 |
| 13 | 14833,24 | 14097,07 | 12757,44 | 13966,03 | 12139,54 | 8038,36 | 8702,89 |
| 14 | 11415,50 | 12585,99 | 12437,28 | 12443,89 | 13154,15 | 11129,10 | 11856,71 |
| 15 | 10456,40 | 11160,16 | 13655,11 | 14107,38 | 11781,51 | 10037,30 | 9948,83 |
| 16 | 13210,09 | 14301,77 | 8385,96 | 11490,82 | 16127,63 | 11903,63 | 11574,78 |
| 17 | 13058,86 | 14181,61 | 14907,05 | 16847,24 | 15194,30 | 11847,92 | 11617,05 |
| 18 | 9465,33 | 11269,15 | 12526,77 | 17057,78 | 13837,78 | 11342,91 | 11766,34 |
| 19 | 13118,75 | 13839,88 | 9376,56 | 14348,50 | 13631,61 | 10980,60 | 10711,07 |
| 20 | 13038,20 | 13557,87 | 12213,59 | 10816,00 | 12866,11 | 8993,06 | 9146,81 |
| 21 | 14069,34 | 15055,74 | 11173,64 | 13384,52 | 13061,76 | 7085,42 | 7685,34 |
| 22 | 12952,45 | 11898,95 | 13461,68 | 11517,86 | 14074,61 | 9953,49 | 9716,09 |
| 23 | 14022,14 | 13483,94 | 14549,49 | 12981,78 | 14724,35 | 12652,77 | 12784,44 |
| 24 | 12057,01 | 12261,21 | 13564,11 | 11538,34 | 13996,88 | 12468,71 | 11956,87 |
| 25 | 9480,47 | 10192,93 | 12602,40 | 10064,78 | 13874,83 | 15169,19 | 13478,40 |
| átlag | 12498,51 | 13195,25 | 13031,18 | 12652,10 | 13517,02 | 10981,27 | 11175,39 |
| szórás | 1699,36 | 1489,13 | 1780,77 | 2065,33 | 1168,39 | 1752,42 | 1520,88 |

3.1.3 Nyár

| Nyár | Hajlítószilárdság, σ_h (N/mm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 72,08 | 46,10 | 66,80 | 37,45 | 68,95 | 50,36 | 37,73 |
| 2 | 75,27 | 71,58 | 48,03 | 82,44 | 54,93 | 41,76 | 32,04 |
| 3 | 56,98 | 78,67 | 45,34 | 47,23 | 40,51 | 38,96 | 71,86 |
| 4 | 63,62 | 49,20 | 64,41 | 82,44 | 83,82 | 40,75 | 53,31 |
| 5 | 45,10 | 55,42 | 44,04 | 48,61 | 37,77 | 60,25 | 62,48 |
| 6 | 76,94 | 92,58 | 63,33 | 62,84 | 34,91 | 23,96 | 31,38 |
| 7 | 50,13 | 81,58 | 52,74 | 46,64 | 54,82 | 43,50 | 31,42 |
| 8 | 52,20 | 48,02 | 56,38 | 78,17 | 70,03 | 35,61 | 55,60 |
| 9 | 72,87 | 52,93 | 68,95 | 69,93 | 62,12 | 46,13 | 40,38 |
| 10 | 67,41 | 77,59 | 64,62 | 55,61 | 35,35 | 54,97 | 39,12 |
| 11 | 71,59 | 72,59 | 65,68 | 36,58 | 37,38 | 29,33 | 35,65 |
| 12 | 80,62 | 39,53 | 58,50 | 42,57 | 32,73 | 51,55 | 50,33 |
| 13 | 44,74 | 60,03 | 64,21 | 68,38 | 72,62 | 42,83 | 34,88 |
| 14 | 82,50 | 50,34 | 67,25 | 74,91 | 33,43 | 58,90 | 35,54 |
| 15 | 47,51 | 64,38 | 69,90 | 61,54 | 35,87 | 79,64 | 60,95 |
| 16 | 65,62 | 63,09 | 37,78 | 34,20 | 31,42 | 85,53 | 43,03 |
| 17 | 69,67 | 103,25 | 44,10 | 59,50 | 37,14 | 50,59 | 31,48 |
| 18 | 70,17 | 89,83 | 55,88 | 52,31 | 34,42 | 46,35 | 33,02 |
| 19 | 74,16 | 56,71 | 46,24 | 39,31 | 41,33 | 36,74 | 49,53 |
| 20 | 55,10 | 73,89 | 71,55 | 37,85 | 61,78 | 37,26 | 36,93 |
| 21 | 47,06 | 58,05 | 75,56 | 46,50 | 74,77 | 19,76 | 28,98 |
| 22 | 44,01 | 48,46 | 60,60 | 70,38 | 32,89 | 25,17 | 36,38 |
| 23 | 67,35 | 72,67 | 69,87 | 64,79 | 43,58 | 28,27 | 42,53 |
| 24 | 73,20 | 68,96 | 60,35 | 68,41 | 69,05 | 45,77 | 42,63 |
| 25 | 61,97 | 44,89 | 66,10 | 27,32 | 50,60 | 30,92 | |
| átlag | 63,51 | 64,81 | 59,53 | 55,84 | 49,29 | 44,19 | 42,38 |
| szórás | 12,15 | 16,50 | 10,24 | 16,14 | 16,44 | 15,74 | 11,44 |

| Nyár | Hajlító-rugalmissági modulusz E_h (N/mm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 9365,37 | 13699,10 | 7731,95 | 5544,46 | 8265,50 | 8919,11 | 7184,05 |
| 2 | 9345,11 | 8977,62 | 8877,51 | 9289,71 | 6664,88 | 6912,55 | 8144,18 |
| 3 | 8116,29 | 8922,65 | 6921,77 | 5333,41 | 7866,42 | 8070,37 | 5597,74 |
| 4 | 7675,43 | 7886,36 | 8026,93 | 7900,03 | 8453,40 | 7054,78 | 8866,47 |
| 5 | 6530,36 | 8723,71 | 6606,96 | 5177,15 | 7729,86 | 8931,12 | 6429,31 |
| 6 | 7681,50 | 9257,44 | 9031,01 | 8161,75 | 8690,09 | 5926,87 | 8523,36 |
| 7 | 7641,02 | 9884,35 | 6760,65 | 5001,91 | 7623,46 | 8571,26 | 5358,40 |
| 8 | 6010,67 | 6789,27 | 7394,63 | 8418,40 | 8565,27 | 6011,43 | 7465,45 |
| 9 | 9534,84 | 9443,38 | 7732,52 | 8234,30 | 5550,97 | 8846,44 | 6968,89 |
| 10 | 7153,84 | 7615,43 | 8161,56 | 8908,29 | 7232,26 | 8893,54 | 8670,80 |
| 11 | 6093,80 | 7478,86 | 5921,16 | 4904,14 | 7611,65 | 5914,47 | 6678,26 |
| 12 | 9355,24 | 7222,97 | 5507,10 | 4704,19 | 7734,81 | 7765,92 | 7620,11 |
| 13 | 8730,70 | 9224,60 | 8444,27 | 8295,21 | 6233,73 | 7142,89 | 7224,96 |
| 14 | 7895,86 | 7683,07 | 7811,54 | 7887,90 | 8076,99 | 6784,01 | 6868,68 |
| 15 | 7102,85 | 9249,12 | 8745,60 | 8755,52 | 6241,89 | 9980,12 | 7678,36 |
| 16 | 7105,93 | 9748,13 | 6203,39 | 4393,40 | 4358,25 | 9009,77 | 7871,82 |
| 17 | 7661,26 | 11128,66 | 6964,83 | 5131,26 | 8071,10 | 8491,96 | 7546,42 |
| 18 | 6825,85 | 9839,51 | 6292,45 | 4856,13 | 5231,65 | 9112,72 | 5387,74 |
| 19 | 7872,75 | 6571,57 | 7382,96 | 8512,07 | 7069,09 | 8407,53 | 9177,54 |
| 20 | 8344,34 | 7676,07 | 5549,08 | 4488,62 | 6956,40 | 7550,85 | 7277,40 |
| 21 | 6623,82 | 8493,59 | 7948,84 | 7854,98 | 6731,27 | 5014,96 | 6659,74 |
| 22 | 6493,80 | 7465,55 | 7524,92 | 7778,96 | 7412,16 | 4864,88 | 5140,63 |
| 23 | 8513,35 | 8699,52 | 8636,87 | 8820,24 | 8366,54 | 6042,19 | 8565,77 |
| 24 | 7878,65 | 9043,59 | 7843,28 | 7394,19 | 7588,58 | 7955,54 | 7363,91 |
| 25 | 6843,05 | 9211,28 | 8283,22 | 7712,26 | 9455,19 | 6199,30 | |
| átlag | 7695,83 | 8797,42 | 7452,20 | 6938,34 | 7351,26 | 7534,98 | 7261,25 |
| szórás | 1039,34 | 1496,38 | 1024,15 | 1716,30 | 1170,00 | 1409,83 | 1125,89 |

3.2 sz. melléklet a 4.3.2 alfejezethez: A próbatetek ütő-törő munkája

3.2.1 Cser

| Cser | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 8,51 | 14,63 | 10,32 | 11,64 | 5,44 | 4,79 | 6,30 |
| 2 | 10,59 | 3,14 | 12,91 | 6,46 | 5,58 | 5,43 | 7,94 |
| 3 | 15,83 | 9,30 | 9,43 | 4,04 | 8,60 | 5,63 | 6,02 |
| 4 | 16,28 | 9,25 | 4,51 | 5,45 | 4,05 | 3,08 | 4,00 |
| 5 | 9,64 | 5,49 | 12,89 | 3,37 | 3,07 | 7,56 | 5,62 |
| 6 | 5,94 | 14,01 | 7,93 | 9,32 | 3,92 | 8,18 | 4,52 |
| 7 | 7,89 | 7,51 | 10,06 | 8,44 | 10,47 | 11,71 | 6,49 |
| 8 | 12,47 | 13,60 | 13,76 | 11,32 | 8,07 | 9,35 | 4,20 |
| 9 | 4,82 | 6,42 | 11,91 | 8,31 | 4,53 | 3,70 | 3,57 |
| 10 | 10,75 | 7,42 | 8,69 | 3,65 | 3,13 | 4,34 | 8,22 |
| 11 | 8,88 | 5,94 | 9,23 | 9,62 | 8,20 | 7,28 | 2,02 |
| 12 | 10,41 | 6,89 | 12,27 | 6,19 | 6,35 | 5,27 | 6,63 |
| 13 | 8,70 | 13,38 | 9,72 | 4,54 | 9,48 | 7,38 | 8,59 |
| 14 | 13,81 | 11,85 | 13,79 | 6,16 | 5,95 | 7,52 | 4,44 |
| 15 | 14,25 | 9,14 | 2,48 | 8,01 | 5,45 | 5,13 | 5,36 |
| 16 | 6,76 | 3,55 | 6,31 | 11,94 | 5,06 | 8,54 | 7,08 |
| 17 | 10,73 | 4,78 | 4,89 | 7,59 | 5,38 | 8,37 | 8,74 |
| 18 | 8,84 | 5,50 | 7,85 | 7,00 | 3,95 | 3,90 | 4,26 |
| 19 | 11,63 | 10,66 | 10,88 | 12,21 | 5,02 | 6,84 | 9,98 |
| 20 | 6,92 | 11,67 | 6,43 | 7,59 | 9,45 | 3,65 | 8,26 |
| 21 | 9,03 | 15,44 | 2,29 | 5,10 | 2,86 | 3,94 | 10,20 |
| 22 | 9,87 | 12,94 | 9,18 | 11,55 | 6,73 | 7,59 | 5,25 |
| 23 | 13,91 | 5,04 | 7,81 | 9,55 | 7,11 | 4,54 | 6,38 |
| 24 | 9,73 | 7,10 | 7,73 | 8,14 | 5,00 | 4,82 | |
| 25 | 9,22 | 10,35 | 18,59 | 6,60 | 7,32 | 3,67 | |
| átlag | 10,22 | 9,00 | 9,28 | 7,75 | 6,01 | 6,09 | 6,26 |
| szórás | 2,93 | 3,68 | 3,74 | 2,67 | 2,13 | 2,19 | 2,13 |

3.2.2 Bükk

| Bükk | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 11,42 | 8,52 | 10,65 | 9,36 | 8,89 | 4,59 | 7,26 |
| 2 | 10,65 | 6,45 | 5,47 | 7,05 | 7,01 | 3,31 | 6,46 |
| 3 | 8,46 | 7,18 | 5,72 | 10,26 | 4,76 | 9,57 | 7,27 |
| 4 | 13,38 | 4,24 | 9,23 | 3,73 | 7,87 | 4,79 | 4,34 |
| 5 | 9,05 | 7,08 | 7,64 | 7,67 | 8,96 | 9,95 | 5,04 |
| 6 | 8,62 | 10,33 | 9,80 | 8,58 | 7,03 | 8,61 | 1,33 |
| 7 | 13,23 | 9,78 | 11,37 | 4,74 | 6,70 | 2,45 | 6,18 |
| 8 | 9,80 | 12,11 | 7,08 | 7,61 | 4,63 | 9,17 | 6,94 |
| 9 | 9,80 | 10,64 | 7,52 | 3,19 | 9,13 | 5,11 | 5,89 |
| 10 | 10,35 | 6,17 | 7,56 | 6,20 | 8,52 | 4,55 | 9,06 |
| 11 | 9,21 | 8,18 | 6,52 | 7,89 | 8,46 | 3,47 | 5,42 |
| 12 | 9,68 | 13,09 | 4,88 | 7,16 | 8,50 | 9,70 | 7,79 |
| 13 | 10,08 | 10,50 | 5,84 | 9,42 | 6,56 | 6,12 | 5,72 |
| 14 | 12,06 | 5,78 | 8,23 | 7,58 | 8,06 | 3,88 | 6,33 |
| 15 | 8,95 | 4,62 | 7,27 | 6,32 | 8,43 | 3,37 | 5,78 |
| 16 | 9,54 | 9,59 | 2,48 | 7,29 | 7,00 | 3,87 | 10,23 |
| 17 | 10,93 | 6,98 | 8,91 | 4,48 | 4,44 | 7,45 | 9,29 |
| 18 | 12,14 | 2,97 | 11,48 | 9,86 | 7,83 | 10,45 | 7,08 |
| 19 | 11,29 | 4,86 | 4,88 | 10,13 | 9,40 | 3,86 | 8,37 |
| 20 | 11,22 | 6,32 | 7,95 | 2,35 | 9,37 | 4,15 | 6,21 |
| 21 | 8,44 | 11,25 | 4,92 | 4,34 | 9,19 | 5,41 | 5,03 |
| 22 | 13,84 | 9,19 | 8,15 | 8,53 | 5,68 | 6,47 | 5,18 |
| 23 | 9,30 | 6,17 | 8,72 | 12,21 | 7,48 | 11,57 | 2,16 |
| 24 | 11,28 | 7,71 | 10,15 | 5,73 | 2,20 | 10,34 | 8,95 |
| 25 | 11,83 | 3,38 | 6,63 | 2,94 | 5,24 | | 6,31 |
| átlag | 10,58 | 7,72 | 7,56 | 6,98 | 7,25 | 6,34 | 6,38 |
| szórás | 1,56 | 2,73 | 2,22 | 2,57 | 1,86 | 2,84 | 2,04 |

3.2.3 Nyár

| Nyár sorszám | Ütő-törő munka, w (J/cm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 3,41 | 2,13 | 1,03 | 2,80 | 0,94 | 0,79 | 0,78 |
| 2 | 4,82 | 2,61 | 2,08 | 0,62 | 0,66 | 0,63 | 0,77 |
| 3 | 3,21 | 3,08 | 1,55 | 1,08 | 2,25 | 1,54 | 2,18 |
| 4 | 4,30 | 1,53 | 3,06 | 0,85 | 1,36 | 3,34 | 2,38 |
| 5 | 4,34 | 1,28 | 1,27 | 1,22 | 1,33 | 1,32 | 0,70 |
| 6 | 5,39 | 1,60 | 2,06 | 0,70 | 3,36 | 1,90 | 2,70 |
| 7 | 5,83 | 0,96 | 1,56 | 1,20 | 0,90 | 0,90 | 0,83 |
| 8 | 4,33 | 1,38 | 1,04 | 3,16 | 0,50 | 0,86 | 0,78 |
| 9 | 5,16 | 1,89 | 2,05 | 3,11 | 1,00 | 0,63 | 1,66 |
| 10 | 3,79 | 1,85 | 2,56 | 1,02 | 1,07 | 3,03 | 3,07 |
| 11 | 5,24 | 2,93 | 3,59 | 0,97 | 3,04 | 1,91 | 0,71 |
| 12 | 4,70 | 2,92 | 2,57 | 0,94 | 0,81 | 1,12 | 0,83 |
| 13 | 6,05 | 2,33 | 1,54 | 1,12 | 0,55 | 0,89 | 0,78 |
| 14 | 3,64 | 1,88 | 3,58 | 1,28 | 0,58 | 0,83 | 0,86 |
| 15 | 4,20 | 0,81 | 2,33 | 0,64 | 1,10 | 0,63 | 1,44 |
| 16 | 6,07 | 1,70 | 1,29 | 1,12 | 0,66 | 1,04 | 1,01 |
| 17 | 5,94 | 2,58 | 1,02 | 0,92 | 0,63 | 2,18 | 1,14 |
| 18 | 4,75 | 3,05 | 1,68 | 1,42 | 2,73 | 2,32 | 0,66 |
| 19 | 6,26 | 3,32 | 2,06 | 0,77 | 0,68 | 2,08 | 0,89 |
| 20 | 6,52 | 2,02 | 1,28 | 0,62 | 0,63 | 1,59 | 0,71 |
| 21 | 5,06 | 1,48 | 2,56 | 1,49 | 0,73 | 0,99 | 1,44 |
| 22 | 4,46 | 3,04 | 2,69 | 2,30 | 1,36 | 1,72 | 0,97 |
| 23 | 4,64 | 3,14 | 1,16 | 0,62 | 3,04 | 0,73 | 1,69 |
| 24 | 6,13 | 3,01 | 0,90 | 2,06 | 3,11 | 2,05 | 2,65 |
| 25 | 3,27 | 2,63 | 0,78 | 1,17 | 1,92 | 1,42 | 1,11 |
| átlag | 4,86 | 2,21 | 1,89 | 1,33 | 1,40 | 1,46 | 1,31 |
| szórás | 0,99 | 0,75 | 0,82 | 0,76 | 0,95 | 0,75 | 0,73 |

3.3 sz. melléklet a 4.3.3 alfejezethez: A próbatetek rostirányú nyomószilárdsága

3.3.1 Cser

| Cser sorszám | Rostirányú nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | | | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 | 200°C-3 |
| 1 | 83,89 | 87,78 | 81,45 | 87,57 | 98,24 | 104,90 | 95,19 |
| 2 | 86,21 | 77,86 | 83,36 | 90,06 | 82,24 | 104,69 | 94,85 |
| 3 | 90,96 | 78,29 | 83,83 | 81,60 | 106,09 | 93,01 | 99,24 |
| 4 | 74,41 | 83,15 | 87,08 | 100,88 | 97,64 | 93,93 | 88,46 |
| 5 | 92,07 | 94,88 | 96,07 | 87,13 | 89,80 | 91,46 | 95,23 |
| 6 | 60,16 | 87,17 | 86,09 | 85,57 | 96,14 | 106,03 | 115,37 |
| 7 | 76,18 | 77,45 | 95,93 | 99,48 | 112,58 | 94,81 | 91,90 |
| 8 | 86,85 | 46,27 | 94,18 | 102,16 | 99,19 | 92,08 | 90,81 |
| 9 | 92,84 | 74,39 | 83,54 | 75,12 | 83,80 | 88,98 | 109,68 |
| 10 | 77,41 | 66,22 | 56,59 | 74,30 | 91,39 | 79,43 | 92,77 |
| 11 | 84,18 | 80,78 | 85,46 | 79,16 | 86,54 | 75,19 | 94,85 |
| 12 | 71,98 | 82,82 | 76,40 | 73,47 | 88,22 | 94,30 | 90,57 |
| 13 | 73,50 | 86,79 | 72,46 | 89,02 | 90,50 | 86,83 | 80,79 |
| 14 | 94,14 | 82,86 | 91,44 | 66,79 | 93,69 | 100,20 | 112,52 |
| 15 | 86,06 | 84,57 | 74,03 | 74,10 | 74,44 | 87,78 | 98,61 |
| 16 | 95,70 | 88,78 | 91,40 | 66,62 | 99,02 | 102,06 | 96,31 |
| 17 | 97,27 | 75,15 | 89,58 | 87,72 | 96,75 | 79,64 | 101,80 |
| 18 | 73,60 | 90,31 | 82,59 | 98,50 | 85,68 | 99,32 | 90,90 |
| 19 | 91,94 | 88,42 | 83,61 | 87,79 | 86,35 | 79,07 | 109,50 |
| 20 | 77,82 | 82,07 | 89,01 | 90,32 | 108,51 | 85,43 | 91,07 |
| 21 | 94,52 | 69,62 | 71,06 | 86,46 | 97,49 | 80,66 | 110,25 |
| 22 | 84,80 | 83,20 | 81,35 | 73,66 | 94,05 | 107,64 | 99,97 |
| 23 | 93,51 | 78,71 | 61,46 | 87,56 | 84,08 | 89,37 | 119,09 |
| 24 | 73,56 | 79,60 | 70,63 | 92,86 | 108,46 | 86,14 | 81,76 |
| 25 | 80,30 | 70,45 | 78,26 | 68,37 | 93,30 | 95,20 | 98,76 |
| átlag | 83,75 | 79,90 | 81,87 | 84,25 | 93,77 | 91,93 | 98,01 |
| szórás | 9,52 | 9,77 | 10,01 | 10,56 | 9,12 | 9,23 | 9,91 |

3.3.2 Bükk

| Bükk | Rostirányú nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 62,87 | 68,91 | 53,58 | 37,82 | 85,97 | 78,72 | 77,60 |
| 2 | 56,75 | 72,85 | 62,31 | 60,95 | 72,79 | 76,20 | 73,52 |
| 3 | 68,55 | 75,04 | 70,30 | 75,84 | 89,66 | 83,37 | 81,14 |
| 4 | 60,70 | 67,65 | 74,28 | 70,60 | 88,73 | 87,69 | 86,12 |
| 5 | 67,19 | 62,13 | 65,29 | 78,81 | 83,75 | 79,11 | 77,24 |
| 6 | 66,94 | 69,08 | 57,33 | 75,32 | 89,75 | 73,58 | 72,62 |
| 7 | 70,20 | 57,20 | 72,49 | 71,65 | 78,18 | 86,84 | 84,75 |
| 8 | 68,34 | 63,50 | 84,02 | 62,77 | 87,27 | 71,84 | 70,59 |
| 9 | 69,72 | 76,40 | 91,04 | 59,32 | 75,22 | 90,72 | 88,73 |
| 10 | 62,02 | 53,34 | 66,25 | 66,97 | 86,72 | 89,09 | 87,22 |
| 11 | 60,85 | 64,12 | 65,19 | 54,68 | 77,36 | 91,01 | 88,23 |
| 12 | 64,86 | 63,38 | 72,36 | 60,42 | 83,31 | 90,76 | 89,47 |
| 13 | 71,95 | 63,70 | 64,86 | 68,01 | 91,44 | 78,64 | 75,60 |
| 14 | 61,01 | 64,93 | 65,35 | 75,17 | 79,63 | 77,92 | 76,05 |
| 15 | 54,54 | 53,89 | 65,36 | 64,93 | 80,24 | 107,98 | 104,41 |
| 16 | 69,37 | 69,31 | 65,81 | 58,89 | 79,84 | 108,13 | 105,73 |
| 17 | 63,57 | 71,01 | 55,30 | 72,63 | 70,50 | 90,57 | 87,39 |
| 18 | 58,60 | 66,62 | 63,02 | 62,59 | 60,14 | 86,27 | 84,29 |
| 19 | 63,17 | 51,88 | 64,65 | 71,56 | 75,22 | 85,16 | 84,52 |
| 20 | 48,90 | 78,33 | 63,13 | 71,16 | 55,94 | 62,75 | 82,88 |
| 21 | 68,12 | 68,82 | 64,07 | 68,84 | 82,99 | 87,92 | 84,84 |
| 22 | 58,30 | 75,32 | 55,25 | 65,70 | 89,69 | 83,19 | 81,49 |
| 23 | 69,89 | 68,79 | 75,40 | 75,36 | 75,47 | 88,48 | 86,50 |
| 24 | 63,66 | 67,55 | 73,75 | 68,70 | 69,08 | 81,62 | 79,03 |
| 25 | 52,15 | 70,14 | 78,24 | 78,20 | 83,28 | 82,84 | 81,11 |
| átlag | 63,29 | 66,56 | 67,54 | 67,08 | 79,69 | 84,82 | 83,64 |
| szórás | 6,02 | 7,02 | 8,80 | 8,93 | 9,08 | 9,81 | 8,36 |

3.3.3 Nyár

| Nyár | Rostirányú nyomószilárdság, σ_{ny} (N/mm ²) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | sorszám | kontroll | 180°C-1 | 180°C-2 | 180°C-3 | 200°C-1 | 200°C-2 |
| 1 | 34,63 | 37,50 | 37,25 | 44,75 | 53,06 | 49,20 | 53,12 |
| 2 | 47,35 | 42,84 | 45,77 | 46,54 | 52,44 | 53,01 | 47,25 |
| 3 | 34,42 | 39,20 | 38,40 | 47,40 | 48,93 | 51,13 | 54,18 |
| 4 | 39,25 | 43,53 | 44,53 | 50,34 | 49,97 | 52,76 | 47,23 |
| 5 | 37,07 | 38,39 | 36,81 | 51,52 | 52,86 | 49,34 | 52,75 |
| 6 | 39,27 | 46,66 | 46,54 | 50,64 | 42,14 | 53,53 | 48,31 |
| 7 | 45,32 | 37,52 | 37,24 | 58,28 | 42,87 | 50,65 | 49,25 |
| 8 | 44,44 | 46,78 | 45,80 | 44,96 | 42,53 | 51,98 | 43,49 |
| 9 | 32,25 | 46,57 | 47,60 | 50,54 | 44,49 | 55,55 | 46,81 |
| 10 | 36,74 | 46,55 | 47,82 | 47,19 | 40,18 | 51,93 | 56,67 |
| 11 | 32,92 | 38,33 | 35,67 | 41,69 | 50,64 | 55,20 | 42,03 |
| 12 | 41,81 | 38,56 | 35,23 | 45,84 | 41,07 | 49,71 | 50,42 |
| 13 | 38,67 | 44,97 | 45,34 | 55,11 | 51,41 | 51,10 | 47,36 |
| 14 | 32,79 | 47,06 | 45,14 | 49,27 | 55,82 | 57,63 | 45,79 |
| 15 | 42,56 | 45,09 | 46,78 | 48,24 | 46,53 | 51,15 | 54,85 |
| 16 | 42,66 | 37,37 | 39,40 | 49,03 | 44,99 | 53,92 | 52,45 |
| 17 | 39,08 | 39,17 | 38,80 | 53,50 | 54,52 | 44,07 | 51,97 |
| 18 | 35,61 | 35,20 | 37,10 | 52,20 | 39,79 | 46,88 | 48,28 |
| 19 | 40,02 | 45,18 | 46,97 | 42,01 | 41,57 | 54,11 | 54,03 |
| 20 | 41,29 | 38,89 | 36,04 | 42,80 | 52,34 | 52,54 | 50,87 |
| 21 | 36,35 | 44,26 | 46,41 | 49,11 | 51,66 | 43,18 | 49,66 |
| 22 | 33,43 | 45,18 | 48,44 | 42,68 | 55,29 | 42,70 | 58,97 |
| 23 | 39,76 | 45,40 | 47,65 | 51,16 | 52,35 | 43,59 | 52,44 |
| 24 | 43,38 | 43,19 | 44,90 | 48,47 | 52,90 | 47,19 | 55,33 |
| 25 | 39,57 | 38,36 | 36,76 | 49,56 | 48,73 | 52,89 | 46,72 |
| átlag | 38,83 | 42,07 | 42,34 | 48,51 | 48,36 | 50,60 | 50,41 |
| szórás | 4,18 | 3,85 | 4,84 | 4,10 | 5,22 | 4,03 | 4,15 |

4.1 sz. melléklet a 4.4.1 alfejezethez: Korrelációs együtthatók

4.1.1 Cser

| Cser | Korrelációs együttható | | | | | | | | | | | | | | Abszolút értékben vett átlag |
|---------------|------------------------|--------|--------|------------|---------------|--------|--------|---------------|------------|--------|--------|--------|--------------|--------------|------------------------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h | |
| L* | | -0,134 | 0,689 | 0,952 | -0,845 | 0,953 | 0,635 | 0,867 | 0,981 | -0,925 | -0,954 | 0,691 | 0,982 | -0,954 | 0,813 |
| a* | -0,134 | | 0,605 | 0,147 | -0,371 | -0,072 | 0,502 | 0,344 | -0,130 | -0,199 | -0,083 | -0,304 | -0,132 | -0,133 | 0,243 |
| b* | 0,689 | 0,605 | | 0,855 | -0,938 | 0,696 | 0,848 | 0,918 | 0,708 | -0,886 | -0,841 | 0,407 | 0,690 | -0,863 | 0,765 |
| σ_h | 0,952 | 0,147 | 0,855 | | -0,948 | 0,954 | 0,827 | 0,959 | 0,932 | -0,990 | -0,975 | 0,561 | 0,938 | -0,982 | 0,848 |
| σ_{ny} | -0,845 | -0,371 | -0,938 | -0,948 | | -0,859 | -0,863 | -0,978 | -0,848 | 0,950 | 0,937 | -0,551 | -0,866 | 0,929 | 0,837 |
| w | 0,953 | -0,072 | 0,696 | 0,954 | -0,859 | | 0,779 | 0,848 | 0,927 | -0,918 | -0,926 | 0,598 | 0,958 | -0,922 | 0,801 |
| E_h | 0,635 | 0,502 | 0,848 | 0,827 | -0,863 | 0,779 | | 0,835 | 0,597 | -0,825 | -0,738 | 0,159 | 0,643 | -0,751 | 0,692 |
| ρ_{nedv} | 0,867 | 0,344 | 0,918 | 0,959 | -0,978 | 0,848 | 0,835 | | 0,845 | -0,965 | -0,931 | 0,471 | 0,854 | -0,933 | 0,827 |
| u_{norm} | 0,981 | -0,130 | 0,708 | 0,932 | -0,848 | 0,927 | 0,597 | 0,845 | | -0,919 | -0,972 | 0,797 | 0,985 | -0,956 | 0,815 |
| DS_r | -0,925 | -0,199 | -0,886 | -0,990 | 0,950 | -0,918 | -0,825 | -0,965 | -0,919 | | 0,979 | -0,548 | -0,907 | 0,978 | 0,845 |
| DS_t | -0,954 | -0,083 | -0,841 | -0,975 | 0,937 | -0,926 | -0,738 | -0,931 | -0,972 | 0,979 | | -0,705 | -0,959 | 0,983 | 0,845 |
| a_d | 0,691 | -0,304 | 0,407 | 0,561 | -0,551 | 0,598 | 0,159 | 0,471 | 0,797 | -0,548 | -0,705 | | 0,771 | -0,652 | 0,555 |
| Δm_g | 0,982 | -0,132 | 0,690 | 0,938 | -0,866 | 0,958 | 0,643 | 0,854 | 0,985 | -0,907 | -0,959 | 0,771 | | -0,939 | 0,817 |
| Δm_h | -0,954 | -0,133 | -0,863 | -0,982 | 0,929 | -0,922 | -0,751 | -0,933 | -0,956 | 0,978 | 0,983 | -0,652 | -0,939 | | 0,844 |

4.1.2 Bükk

| Bükk | Korrelációs együttható | | | | | | | | | | | | | | Abszolút értékben vett átlag |
|---------------|------------------------|--------|--------|------------|---------------|--------|--------|---------------|------------|--------|--------|--------|--------------|--------------|------------------------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h | |
| L* | | -0,587 | 0,399 | 0,670 | -0,872 | 0,943 | 0,486 | 0,778 | 0,916 | -0,908 | -0,861 | 0,620 | 0,702 | -0,937 | 0,745 |
| a* | -0,587 | | 0,476 | 0,172 | 0,224 | -0,777 | 0,271 | -0,005 | -0,235 | 0,256 | 0,103 | 0,212 | 0,103 | -0,275 | 0,284 |
| b* | 0,399 | 0,476 | | 0,906 | -0,595 | 0,122 | 0,788 | 0,731 | 0,668 | -0,639 | -0,755 | 0,862 | 0,862 | -0,651 | 0,650 |
| σ_h | 0,670 | 0,172 | 0,906 | | -0,772 | 0,433 | 0,772 | 0,854 | 0,844 | -0,836 | -0,912 | 0,894 | 0,918 | -0,859 | 0,757 |
| σ_{ny} | -0,872 | -0,777 | -0,595 | -0,772 | | -0,710 | -0,619 | -0,963 | -0,974 | 0,968 | 0,956 | -0,760 | -0,785 | 0,959 | 0,781 |
| w | 0,943 | 0,224 | 0,122 | 0,433 | -0,710 | | 0,364 | 0,591 | 0,767 | -0,726 | -0,671 | 0,449 | 0,533 | -0,792 | 0,606 |
| E_h | 0,486 | 0,271 | 0,788 | 0,772 | -0,619 | 0,364 | | 0,778 | 0,721 | -0,561 | -0,738 | 0,968 | 0,931 | -0,684 | 0,668 |
| ρ_{nedv} | 0,778 | -0,005 | 0,731 | 0,854 | -0,963 | 0,591 | 0,778 | | 0,959 | -0,924 | -0,972 | 0,890 | 0,877 | -0,937 | 0,789 |
| u_{norm} | 0,916 | -0,235 | 0,668 | 0,844 | -0,974 | 0,767 | 0,721 | 0,959 | | -0,967 | -0,982 | 0,843 | 0,881 | -0,993 | 0,827 |
| DS_r | -0,908 | 0,256 | -0,639 | -0,836 | 0,968 | -0,726 | -0,561 | -0,924 | -0,967 | | 0,971 | -0,736 | -0,780 | 0,976 | 0,788 |
| DS_t | -0,861 | 0,103 | -0,755 | -0,912 | 0,956 | -0,671 | -0,738 | -0,972 | -0,982 | 0,971 | | -0,875 | -0,894 | 0,982 | 0,821 |
| a_d | 0,620 | 0,212 | 0,862 | 0,894 | -0,760 | 0,449 | 0,968 | 0,890 | 0,843 | -0,736 | -0,875 | | 0,977 | -0,820 | 0,762 |
| Δm_g | 0,702 | 0,103 | 0,862 | 0,918 | -0,785 | 0,533 | 0,931 | 0,877 | 0,881 | -0,780 | -0,894 | 0,977 | | -0,866 | 0,778 |
| Δm_h | -0,937 | 0,275 | -0,651 | -0,859 | 0,959 | -0,792 | -0,684 | -0,937 | -0,993 | 0,976 | 0,982 | -0,820 | -0,866 | | 0,826 |

4.1.3 Nyár

| Nyár | Korrelációs együttható | | | | | | | | | | | | | | Abszolút értékben vett átlag |
|---------------|------------------------|--------|--------|------------|---------------|--------|--------|---------------|------------|--------|--------|--------|--------------|--------------|------------------------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h | |
| L* | | -0,834 | 0,135 | 0,980 | -0,948 | 0,736 | 0,466 | 0,883 | 0,933 | -0,870 | -0,923 | 0,812 | 0,956 | -0,978 | 0,804 |
| a* | -0,834 | | 0,420 | -0,754 | 0,911 | -0,943 | -0,540 | -0,515 | -0,887 | 0,672 | 0,831 | -0,844 | -0,664 | 0,733 | 0,734 |
| b* | 0,135 | 0,420 | | 0,246 | 0,071 | -0,439 | -0,198 | 0,534 | -0,022 | -0,298 | -0,063 | -0,210 | 0,335 | -0,306 | 0,252 |
| σ_h | 0,980 | -0,754 | 0,246 | | -0,912 | 0,628 | 0,549 | 0,940 | 0,928 | -0,893 | -0,914 | 0,766 | 0,964 | -0,981 | 0,804 |
| σ_{ny} | -0,948 | 0,911 | 0,071 | -0,912 | | -0,819 | -0,537 | -0,752 | -0,935 | 0,868 | 0,906 | -0,759 | -0,842 | 0,893 | 0,781 |
| w | 0,736 | -0,943 | -0,439 | 0,628 | -0,819 | | 0,313 | 0,431 | 0,818 | -0,652 | -0,821 | 0,843 | 0,516 | -0,660 | 0,663 |
| E_h | 0,466 | -0,540 | -0,198 | 0,549 | -0,537 | 0,313 | | 0,392 | 0,637 | -0,440 | -0,470 | 0,378 | 0,418 | -0,417 | 0,443 |
| ρ_{nedv} | 0,883 | -0,515 | 0,534 | 0,940 | -0,752 | 0,431 | 0,392 | | 0,814 | -0,892 | -0,850 | 0,647 | 0,916 | -0,951 | 0,732 |
| u_{norm} | 0,933 | -0,887 | -0,022 | 0,928 | -0,935 | 0,818 | 0,637 | 0,814 | | -0,901 | -0,970 | 0,846 | 0,816 | -0,917 | 0,802 |
| DS_r | -0,870 | 0,672 | -0,298 | -0,893 | 0,868 | -0,652 | -0,440 | -0,892 | -0,901 | | 0,934 | -0,650 | -0,785 | 0,919 | 0,752 |
| DS_t | -0,923 | 0,831 | -0,063 | -0,914 | 0,906 | -0,821 | -0,470 | -0,850 | -0,970 | 0,934 | | -0,877 | -0,801 | 0,929 | 0,791 |
| a_d | 0,812 | -0,844 | -0,210 | 0,766 | -0,759 | 0,843 | 0,378 | 0,647 | 0,846 | -0,650 | -0,877 | | 0,686 | -0,765 | 0,699 |
| Δm_g | 0,956 | -0,664 | 0,335 | 0,964 | -0,842 | 0,516 | 0,418 | 0,916 | 0,816 | -0,785 | -0,801 | 0,686 | | -0,952 | 0,742 |
| Δm_h | -0,978 | 0,733 | -0,306 | -0,981 | 0,893 | -0,660 | -0,417 | -0,951 | -0,917 | 0,919 | 0,929 | -0,765 | -0,952 | | 0,800 |

4.2 sz. melléklet a 4.4.2 alfejezethez: Lineáris és polinomiális regresszió

4.2.1 Cser

| Cser | Mintaátlagok | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--------|--------|------------|---------------|-------|-------|---------------|------------|--------|--------|-------|--------------|--------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h |
| kontroll | 69,776 | 7,5228 | 19,14 | 161,86 | 83,75 | 10,22 | 14138 | 768,64 | 11,70 | 0,00 | 0,00 | 2,14 | 11,60 | 0 |
| 180/1. | 59,354 | 9,112 | 22,08 | 152,65 | 79,90 | 9,00 | 14436 | 771,54 | 11,03 | 1,65 | -1,25 | 2,20 | 9,95 | 1,59 |
| 180/2. | 53,574 | 10,086 | 22,258 | 151,40 | 81,87 | 9,28 | 15534 | 765,62 | 9,51 | 6,33 | 12,40 | 2,01 | 7,23 | 2,64 |
| 180/3. | 51,533 | 10,136 | 21,771 | 145,45 | 84,25 | 7,75 | 14661 | 770,24 | 9,07 | 5,54 | 15,09 | 1,92 | 4,98 | 3,82 |
| 200/1. | 40,668 | 9,1068 | 17,547 | 112,39 | 93,77 | 6,01 | 12860 | 734,92 | 8,16 | 30,78 | 33,94 | 2,05 | 2,19 | 7,67 |
| 200/2. | 39,542 | 9,2388 | 16,034 | 110,29 | 91,93 | 6,09 | 13148 | 741,94 | 7,35 | 36,66 | 41,74 | 1,97 | 2,38 | 10,12 |
| 200/3. | 35,716 | 7,866 | 12,708 | 101,42 | 98,01 | 6,26 | 13080 | 723,64 | 7,04 | 40,00 | 46,09 | 1,93 | 1,01 | 12,29 |

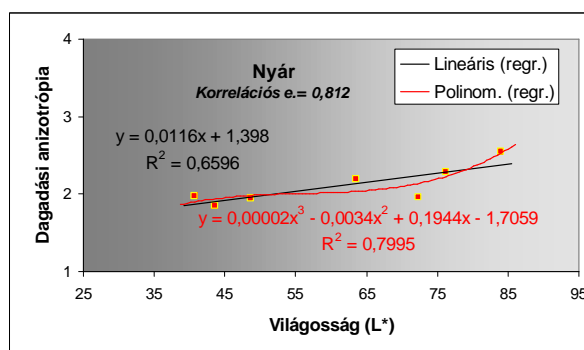
4.2.2 Bükk

| Bükk | Mintaátlagok | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--------|--------|------------|---------------|-------|-------|---------------|------------|--------|--------|-------|--------------|--------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h |
| kontroll | 81,02 | 5,1976 | 19,228 | 125,95 | 63,29 | 10,58 | 12499 | 674,05 | 12,34 | 0,00 | 0,00 | 2,28 | 41,17 | 0 |
| 180/1. | 61,23 | 10,801 | 22,222 | 136,27 | 66,56 | 7,72 | 13195 | 678,84 | 11,44 | 5,81 | 1,81 | 2,38 | 47,31 | 2,63 |
| 180/2. | 60,20 | 10,93 | 22,017 | 133,27 | 67,54 | 7,56 | 13031 | 681,47 | 11,15 | 4,81 | 0,21 | 2,38 | 41,07 | 3,37 |
| 180/3. | 56,16 | 10,95 | 22,041 | 124,85 | 67,08 | 6,98 | 12652 | 672,27 | 10,91 | 7,95 | 7,80 | 2,30 | 39,24 | 5,41 |
| 200/1. | 50,12 | 10,84 | 21,185 | 122,68 | 79,69 | 7,25 | 13517 | 642,30 | 9,39 | 22,96 | 20,33 | 2,35 | 42,31 | 8,90 |
| 200/2. | 45,24 | 9,672 | 19,232 | 116,62 | 84,82 | 6,34 | 10981 | 607,89 | 7,64 | 23,41 | 31,73 | 2,03 | 21,99 | 12,49 |
| 200/3. | 38,34 | 9,2912 | 15,706 | 101,13 | 83,64 | 6,38 | 11175 | 613,62 | 7,12 | 31,16 | 40,16 | 2,00 | 14,86 | 15,05 |

4.2.3 Nyár

| Nyár | Mintaátlagok | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--------|--------|------------|---------------|------|-------|---------------|------------|--------|--------|-------|--------------|--------------|
| | L* | a* | b* | σ_h | σ_{ny} | w | E_h | ρ_{nedv} | u_{norm} | DS_r | DS_t | a_d | Δm_g | Δm_h |
| kontroll | 84,00 | 3,6256 | 18,424 | 63,51 | 38,83 | 4,86 | 7696 | 411,25 | 12,26 | 0,00 | 0,00 | 2,54 | 49,10 | 0 |
| 180/1. | 76,24 | 6,508 | 21,825 | 64,81 | 42,07 | 2,21 | 8797 | 419,81 | 11,69 | 6,37 | 15,08 | 2,28 | 53,54 | 1,80 |
| 180/2. | 72,37 | 7,8424 | 23,795 | 59,53 | 42,34 | 1,89 | 7452 | 408,03 | 10,19 | 9,52 | 29,70 | 1,96 | 51,32 | 3,07 |
| 180/3. | 63,60 | 9,9184 | 25,502 | 55,84 | 48,51 | 1,33 | 6938 | 412,04 | 9,59 | 19,57 | 30,71 | 2,19 | 42,74 | 4,33 |
| 200/1. | 48,62 | 10,361 | 23,54 | 49,29 | 48,36 | 1,40 | 7351 | 394,41 | 9,48 | 11,83 | 31,86 | 1,94 | 3,83 | 8,66 |
| 200/2. | 43,67 | 9,5764 | 20,45 | 44,19 | 50,60 | 1,46 | 7535 | 369,62 | 8,94 | 31,52 | 49,81 | 1,86 | 2,72 | 11,49 |
| 200/3. | 40,77 | 9,4872 | 17,702 | 42,38 | 50,41 | 1,31 | 7261 | 359,29 | 8,15 | 41,25 | 54,45 | 1,98 | 0,97 | 14,31 |

A dagadási anizotrópiája a világosság függvényében



4.3 sz. melléklet a 4.4.2 alfejezethez: A teljes degradációs tömegcsökkenés (hőbomlás + gombabontás)

| A teljes degradációs tömegcsökkenés | Bükk | | | Nyár | | | Cser | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------------------|
| | Δm_g | Δm_h | $\Delta m_{\text{össz}}$ | Δm_g | Δm_h | $\Delta m_{\text{össz}}$ | Δm_g | Δm_h | $\Delta m_{\text{össz}}$ |
| kontroll | 41,17 | 0 | 41,17 | 49,10 | 0 | 49,10 | 11,60 | 0 | 11,60 |
| 180°C-1.menetrend | 47,31 | 2,63 | 49,94 | 53,54 | 1,80 | 55,35 | 9,95 | 1,59 | 11,53 |
| 180°C-2.menetrend | 41,07 | 3,37 | 44,44 | 51,32 | 3,07 | 54,39 | 7,23 | 2,64 | 9,86 |
| 180°C-3.menetrend | 39,24 | 5,41 | 44,66 | 42,74 | 4,33 | 47,07 | 4,98 | 3,82 | 8,80 |
| 200°C-1.menetrend | 42,31 | 8,90 | 51,21 | 10,03 | 8,66 | 18,69 | 2,19 | 7,67 | 9,86 |
| 200°C-2.menetrend | 21,99 | 12,49 | 34,48 | 5,98 | 11,49 | 17,47 | 2,38 | 10,12 | 12,49 |
| 200°C-3.menetrend | 14,86 | 15,05 | 29,91 | 2,93 | 14,31 | 17,24 | 1,01 | 12,29 | 13,30 |