Magyarország Kormánya
Európai Unió
Európai Szociális Alap
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE
SZÉCHENYI 2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely

Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

Vita est labor et studium
WILCKENS HENRIK DÁVID

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábián Attila általános rektorhelyettes
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:
FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

Előszó 5
Ács Norbert, Czimber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás 6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése 13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül 19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban 26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ... 33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain 40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt ponthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából 45
Czimber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei 51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege 61
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével 69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata 74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota 81
Elekné Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében 85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fa kitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között 91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben 97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszspiráció számítására) 105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok 112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre 119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (*Fagus sylvatica* L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata 127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (*Fagus sylvatica* L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata 132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata 137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével 142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára 149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása 156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata 163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyon-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében 170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkenner alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok 177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban 187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája 195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén 200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata 205
Marcsisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben 210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel 217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén 221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése 227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata 232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben 237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai 247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárási típusok környezeti hatásainak vizsgálata 254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására 263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján 268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban 273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken 278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével 284
Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn 291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében 298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével 305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés 311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára 318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok 325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarc tényezőinek vizsgálata 329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre 336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése 342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata 348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen 354

FAHEGESZTÉS VÍZGŐZ ÉS NYOMÁS SEGÍTSÉGÉVEL

TÓTH MIHÁLY ZOLTÁN, NÉMETH RÓBERT, BÁDER MÁTYÁS
Soproni Egyetem, Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar, Faanyagtudományi Intézet
bader.matyas@uni-sopron.hu

Bevezetés

A faanyag nem homogén, a fára jellemző tulajdonságok zöme az ortogonálisan anizotrop szerkezeti felépítéséből származik. A felépítő anyagok (cellulóz, lignin, hemicellulózok) is eltérő kémiai és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezekből a különbségekből adódik a fának számos kedvező és kedvezőtlen tulajdonsága. Ezeket felhasználási területtől függően megpróbáljuk a számunkra legkedvezőbben alakítani. Ezzel a területtel a faanyagmodifikáció foglalkozik, aminek a peremterületére esik a fahegesztés, mivel a faanyag összetételét és szerkezetét egyszerre szeretnénk úgy változtatni, hogy azok egymással kötésszilárdságú kapcsolatot hozzanak létre. A kutatásoknak a célja, hogy jobban megismerjük a fát felépítő anyagok viselkedését és a bennük rejlő lehetőségeket.

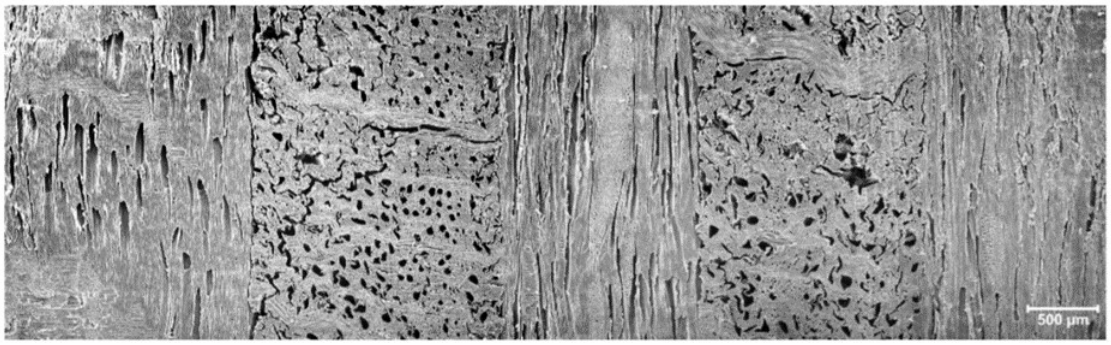
Anyagok és módszerek

A fahegesztéshez felhasznált fafajokat, faanyagokat az alapján választották ki, hogy az egyes komponensek milyen mértékben vannak jelen. Jelen esetben a lignin és hemicellulózok mennyisége a fontos. A lignin, amennyiben jelen van kellő hőmérséklet és víz, plasztifikálódik, míg a hemicellulózok kötései is lazulnak (BOONSTRA et al. 2006). Ez azért érdekes, mert a fát tekinthetjük egy cellulóz szálerősítésű lignin mátrixnak, amiben a két komponens közti kapcsolatot a hemicellulóz biztosítja. Ezért, ha ez a két komponens kilágyul az eddig bekötött cellulózrostok képesek egymástól elmozdulni. Ennek a folyamatnak a mértékét a hőmérséklet és a jelenlévő víz mennyisége befolyásolja. Egy határon túl a fában elindulnak degradációs folyamatok is, amik ronthatják a végeredményt. A cél az, hogy mindkét felület plasztifikálódjon és a két felületen lévő szabad cellulózszálak egymással összekuszálódjanak anélkül, hogy degradálódnának. Majd ezután a lágy lignin mátrix visszahűl és rögzül ebben a pozícióban.
Az eddigi módszerek a fém- és műanyagiparban használt dörzshegesztésen alapszanak, miszerint a súrlódásból származó hőt használják. A Biel-i egyetemen Svájcban kísérletezték ki a mind a lineáris, mind a forgó mozgással létrehozható dörzshegesztést. A lineáris rendszerben két befogott felületet egymáshoz nyomnak, majd lineárisan rezgetni kezdik. Az egymáson elcsúszó felületek hőt termelnek, ami a lignint kilágyítja és kissé meg is égeti a felületet, ezzel degradálva az alap alkotókat, de ennek ellenére is az összenyomott felületek egymással kötést hoznak létre. A két próbatestet 1.3 MPa nyomással nyomják egymáshoz, majd 100 Hz frekvencián és 3 mm amplitúdóval kezdik rezgetni egymáson. Az érintkező felületek 250 °C - ig melegednek (GANNE-CHÉDEVILLE et al. 2008).
A másik eljárás során forgatással hoznak létre dörzshegesztést. Eben az esetben készíteni kell egy, a belehegesztendő facsapnál (tiplinél) kisseb átmérőjű, enyhén kúpos furatot. Ha a tiplit fúrógépbe fogva elkezdjük forgatni és nyomást fejtünk ki rá a furatba irányítva azt.a palástón történő súrlódás hatására ugyanaz a plasztifikációs folyamat megy végbe, mint a lineárisnál. A különbségek a kettő között, hogy itt a két próbatest száliránya egymásra merőleges. A kísérleteknél egy 10 mm átmérőjű, 8 cm hosszúságú pálcát használtak, amit 1165 1/min, vagy 1515 1/min fordulatszámon forgatt és egy 8 mm átmérőjű és 15 mm mély furatba kényszerítettek bele. Az elkenődött, megégett felületek között kialakult a kötés (GANNE-CHÉDEVILLE et al.. 2005).

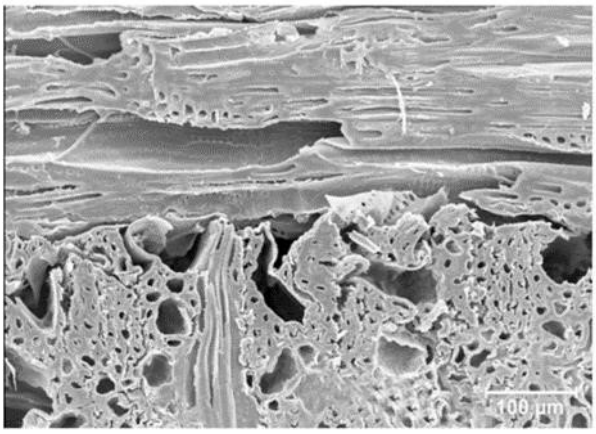
A harmadik eljárás, amikor magas hőmérsékletre melegített furnérokat sajtolnak össze és a felületek között így is kialakul a kötés mind kereszt irányú elhelyezés mellett, mind párhuzamos szálirányú furnérok esetén (CRISTESCU 2006).

Eredmények és értékelés

Az elektormikroszkópos (SEM) képeken szemléletesen látszanak a sejtfalakban és az anyagszerkezetekben történt változások (1. és 2. ábra).

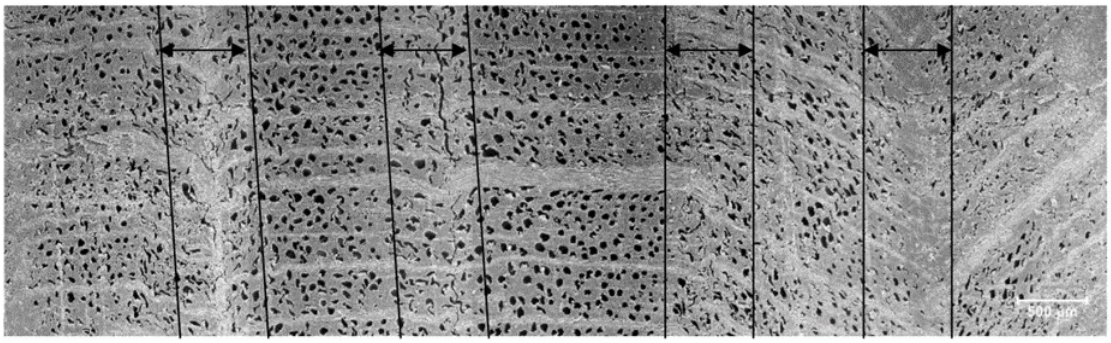


1. ábra: Pásztázó elektronmikroszkópos kép lineáris fahegesztési technológiával ragasztott merőleges rostirányú furnérok keresztmetszetéről, 35x nagyítás) (CRISTESCU 2006)

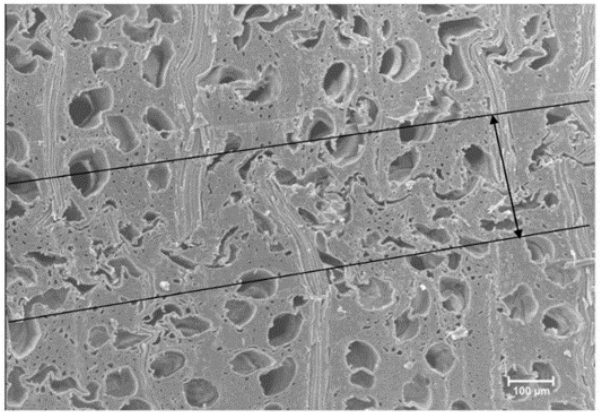


2. ábra: Laminált furnérok merőleges rostiránnyal ragasztva – a keresztmetszet pásztázó elektronmikroszkópos képe, 200x nagyítás (CRISTESCU 2006).

A rétegelt lemezek készítése magas hőmérsékleten, sajtolással történt. A képeken jól látszik, miként deformálódott a fa sejtfal- és sejtszerkezete. Az érintkező két anyag csak felületén tud kötést kialakítani, mert az egymásra merőlegesen fekvő rostok elvezették a préseléskor kapott terhet. A két felület alig kapcsolódott össze, így a felületen csak a lignin tudott hozzáragadni a másik oldal ligninjeihez.
Abban az esetben, amikor a rétegek rostjai egymással párhuzamosan helyezkednek el, más eredményt ad a kezelés (3. és 4. ábra).



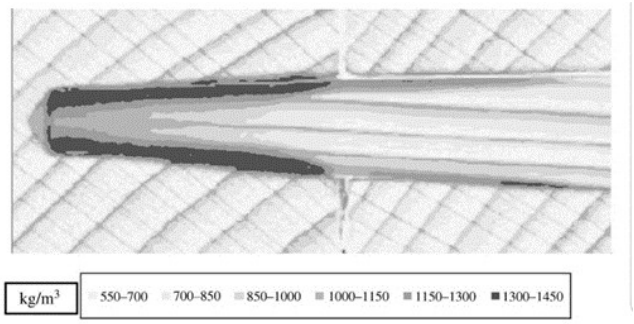
3. ábra: Keresztmetszet pásztázó elektronmikroszkópos képe, rétegelt furnérok párhuzamos rostiránynyal ragasztva. Az egyenes vonalak közötti kötési zónákat nyilak jelzik, 35x nagyítás (CRISTESCU 2006).



4. ábra: Keresztmetszet pásztázó elektronmikroszkópos képe, rétegelt furnérok párhuzamos rostiránynyal ragasztva. Az egyenes vonalak közötti kötési zónákat nyilak jelzik, 200x nagyítás (CRISTESCU 2006).

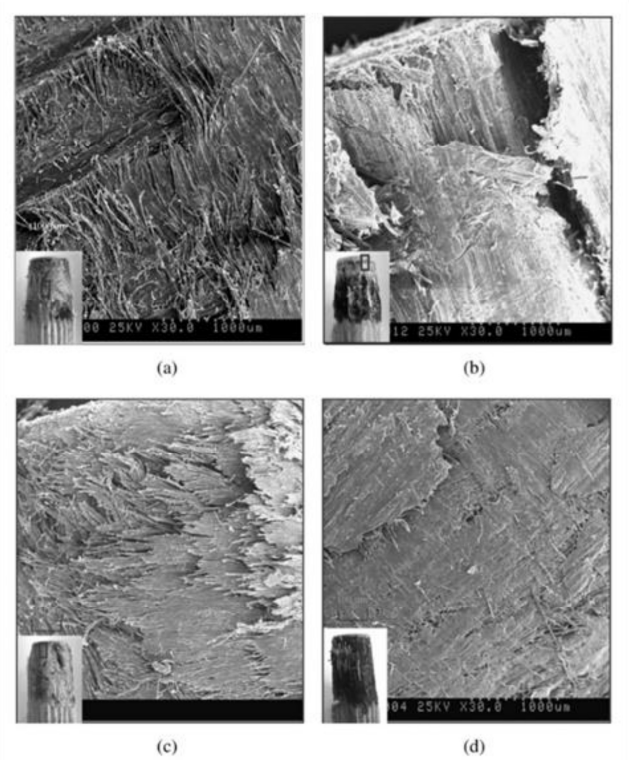
A keresztirányú furnérelrendezéshez képest látszik, hogy a két felület párhuzamos rostjai egy viszonylag vastag sávban összekuszálódtak, ezzel lehetővé téve a két furnér közti erősebb kötés létrejöttét. Amit viszont elvesztett, hogy nincs, ami merevítse keresztirányban a komplett rendszert, ezért a létrehozott lap egy heterogénebb tulajdonságokkal rendelkező, egyik irányban törékenyebb termék lesz.

A forgatással előállított fahegesztés röntgensugaras mikrosűrűség vizsgálati képein megfigyelhető, hogy sokkal nagyobb sűrűségű anyag lesz a palást mentén, ahol a két anyag ugyan degradálódott, de egy jó kötésszilárdságú kapcsolat jött létre, ami egy roncsolásmentesen nem oldható kötést biztosít (5. ábra).



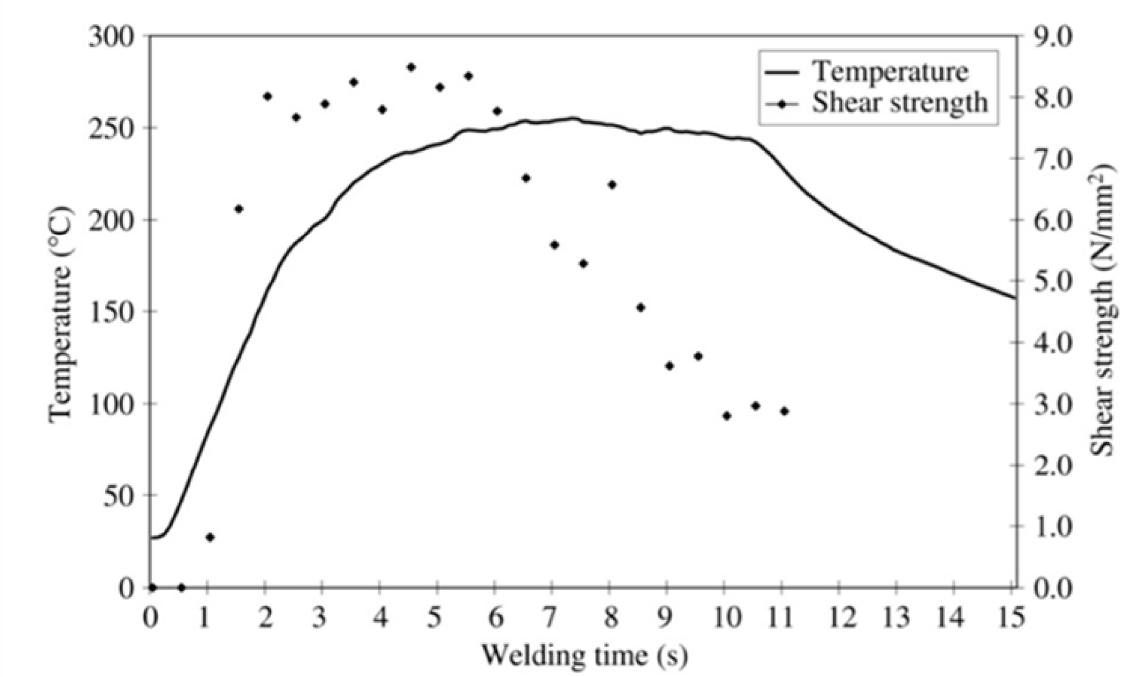
5. ábra: Röntgen mikrosűrűség felvétel bükkfa alapanyagba helyezett azonos sűrűségű (kg/m^3-ben), bordázott tiplivel hegesztett fakötésről (GANNE-CHEDEVILLE et al. 2005).

Ezt az eljárást lehet eddig a legjobban alkalmazni az iparban, mivel a forgatást akár egy CNC gép is el tudja végezni amellett, hogy nem látszó kötések kialakítására van lehetőség. Ami az eljárás hátránya, hogy ha vizet kap, a kötés szilárdsága gyengül. Ez esetben a vizesedés ki van küszöbölve, mivel egy zárt szerkezetben helyezkedik el a hegesztett rész, ami védi a nedvesedéstől. A másik előnye, hogy a hegesztett tiplit inkább nyíró igénybevétel terhelheti, mint a tiplivel párhuzamos húzóerő, így a kötés feladata csak a tipli kicsúszásának megakadályozása (6. ábra).



6. ábra: Pásztázó elektronmikroszkópos képek a vizsgálatokhoz használt különböző tiplik felületeiről a faanyagból történő eltávolítás után. (a) Fenyő alapanyag, a farostra merőlegesen behelyezett tipli, etilénglikollal előkezelve. (b) Fenyő alapanyag, bütübe behelyezett tipli, etilénglikollal előkezelve. (c) Bükk alapanyag, bütübe behelyezett tipli, etilénglikollal előkezelve. (d) Bükk alapanyag, bütübe behelyezett tipli, etilénglikollal előkezelve. 30x nagyítás (GANNE-CHÉDEVILLE et al. 2005).

A 7. ábrán a lineáris vibrációval elkészített hegesztés hőmérséklete és nyírószilárdsága látható a hegesztési idő függvényében. A hegesztéshez használt frekvencia 100 Hz, az amplitúdó 3mm. Leolvasható, hogy már a 3. másodpercben 220 °C-nál eléri a maximum értékét a nyírófeszültség. Ez azzal magyarázható, hogy 220 °C felett intenzívebben megkezdődik a hemicellulózok bomlása és később nem tud olyan kötéseket kialakítani a lignin és a cellulóz szálak között.



7. ábra: A minták hőmérséklete és nyírószilárdsága a hegesztési idő függvényében (GANNE-CHÉDEVILLE et al. 2008).

A bemutatott eljárásoknak nagy hátránya, hogy az érintkező felületek megégnek a magas súrlódási hő hatására, és ha ezek a részek vizet kapnak, hirtelen és jelentősen lecsökken a kötésszilárdságuk. Ez azért lehet, mert mikor létrejön a kötés akkor a jelenlévő anyagok degradálódnak és a maradék anyag alkotja a kötőfelületet, de ez töredéke a fa kohéziós erejének. Tehát a probléma ott van, hogy a fa megég és azért ég, mert semmi nem gátolja meg a fában lévő vizet abban, hogy 220 °C hőmérsékleten gőzként eltávozzon. A Thonet-technológia megjelenése óta ismert tény, hogy a fában lévő lignin és hemicellulóz plasztifikálható és ehhez 2 dologra van szükség: kellő hőmérsékletre és víz jelenlétére a faanyagban. A Thonet bútorok alkatrészei csak gőzölve lettek és így is bámulatosan hajlékonnyá tette a fát míg ki nem hűlt és utána úgy is maradt. A fában 220 °C hőmérsékletig viszonylag kis mértékben indulnak meg degradációs folyamatok nedves környezetben. Így ha a fával úgy közölnénk hőt, hogy közben nedvesen tartjuk, abban az esetben nem fog megégni viszont a lignin és a hemicellulóz kellően meg tud lágyulni. Ilyen hőmérsékleten a fában tartani a vizet elég nehéz, de ha a vizet kívülről telített- vagy száraz gőz formulában közöljük vele, akkor be tudjuk állítani mind a hőmérsékletet, mind a fa víztartalmát. Ezzel a két paraméterrel be lehet úgy állítani a fa plasztifikációját, hogy a lehető legnagyobb mértékben végbe menjen anélkül, hogy a jelentős degradációs folyamatok megkezdődnének. Az így meglágyított felületeket fel kell érdesíteni, hogy a cellulózrostok egymásba akadását megkönnyítsük. Ha a két anyagot egymáson kis nyomással körkörösen mozgatjuk, a felületből kiálló cellulózrostok összekuszálódnak, majd a mintákat pontosan illesztve a kihűlésükig nyomva tartjuk. Ezt követően mivel a kötés létrejötte közben a fa nem ég meg, ezért vélhetően a kialakult kötés jobban ellenáll a víz hatásának.

A fentiek alapján a faanyag, mint egy cellulózszál erősítésű lignin mátrix, amiben a két komponens közti kapcsolatot a hemicellulóz biztosítja, képes lehet ilyen kompozitokra jellemző viselkedésre és a fahegesztési eljárás megvalósíthatónak tűnik. A kutatások eredményei rámutattak, hogy az ilyen jellegű kísérleteknek van értelme, hisz az így kialakult kötések az ipar számára is megfelelő szilárdságot tudnak biztosítani.

Következtetések

A fahegesztés témakörében folyt kutatások ismerete és elemzésük elhagyhatatlan, ha egy technológiát akarunk fejleszteni ezen a területen. Ezeknek a kutatásoknak és eljárásoknak az eredményeit és részeredményeit iránymutatásként lehet kezelni az újabb technológiák tervezésekor. A fahegesztési technológia egy környezetbarát irányt mutat, ami a mai világban rendkívül fontos szempont, ezért érdemes továbbvinni a kutatásokat ezen a területen. A felhasznált releváns források tudományos publikációk és a kutatók szakmai tapasztalatai. Talán a legfontosabb következtetés amit levonhattunk, hogy a hegesztési eljárások kivitelezéséhez nem elég csak a nyomás és a hő megléte, hanem a víz jelenlétének és mennyiségének is fontos szerepe van. Ez az a kutatási irány, amit a jövőben vizsgálni kéne egy jobb fakötés elérésének érdekében.

Köszönetnyilvánítás: A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 („Termeljünk együtt a természettel - az agrárerdészet mint új kitörési lehetőség") projekt támogatta a Széchenyi2020 program keretében. A projekt megvalósítását az Európai Unió támogatja, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával.

Irodalomjegyzék

CRISTESCU C. (2006): Bonding of laminated veneers with heat and pressure only. In: Caldeira F.J. (ed.): Proceedings of 2nd International Conference on Environmentally-Compatible Forest Products "EcoWood", Edições Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, pp. 339-348.

CRISTESCU C. (2015): Self-bonding of beech veneers. Doctoral dissertation. Luleå University of Technology, Luleå, 218 p.

GANNE-CHÉDEVILLE C., PIZZI A., THOMAS A., LEBAN J-M., BOCQUET J-F., DESPRES A., MANSOURI H. (2005): Parameter interactions in two-block welding and the wood nail concept in wood dowel welding. Journal of Adhesion Science and Technology. 19(13-14): 1157-1174. DOI: 10.1163/156856105774429037

GANNE-CHÉDEVILLE C., PROPERZI M., LEBAN J-M., PIZZI A., PICHELIN F. (2008): Wood welding: chemical and physical changes according to the welding time. Journal of Adhesion Science and Technology 22: 761-773. DOI: 10.1163/156856108X295392

BOONSTRA M., PIZZI A., GANNE-CHÉDEVILLE C., PROPERZI M., LEBAN J. M., PICHELIN F. (2006): Vibration welding of heat-treated wood. J. Adhesion Sci. Technol. 20(4): 359-369. DOI: 10.1163/156856106776381758