

Tölgy fafelületek néhány paraméterének vizsgálata megmunkálás után*

PAPP Éva Annamária¹, CSIHA Csilla¹

¹NymE SKK Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet

Kivonat

Faanyagok ragasztásakor és felületkezelésekor nagyon fontos szerep jut a nedvesítésnek. A faanyag nedvesíthetősége egyenes arányban áll a felületi feszültséggel, azaz minél nagyobb az anyag felületi feszültsége a folyadékhoz képest, annál jobban nedvesíti a folyadék a felületet. Jelen tanulmányban a fa felületi érdességének nedvesítésre, felületi feszültségre gyakorolt hatását vizsgáltuk, meghatároztuk, a gyakorlat számára is releváns érdesség tartományban. A kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) alapanyagot három különböző szemcsefinomságú (60, 80, 100) csiszolópapírral csiszoltunk, majd a mintatesteken felületi érdesség és felületi feszültség méréseket végeztünk. Míg a vizsgált felületek érdességében szignifikáns különbségeket tapasztaltunk, addig a felületi feszültség értékei egymáshoz igen közel állnak, a mért adatokban nem volt szignifikáns különbség. Feltételezzük, hogy az érdességnek ebben a tartományában az 5 µl űrtartalmú vízcsepp a lokális érdesség durva felszínű viszonyai közepette túl nagy ahhoz, hogy 2-3-4 egymás mellé sorolódó érdesség csúcs adta érdességet kimutasson.

Kulcsszavak: tölgy faanyag, *Quercus petraea*, csiszolt fafelületek, peremszög, felületi feszültség, nedvesítés, felületi érdesség

Investigation of some parameters of machined oak surfaces**

Abstract

OWetting and wettability are some of the most important influencing factors when bonding wood surfaces. Wettability is directly proportional to the surface tension and surface free energy, meaning that the higher the surface tension of the surface, the better the wettability. In the present study, we investigated the effect of wood surface roughness on the surface tension in a well-defined region of roughness that is used in the daily practice as well. Sessile oak (*Quercus petraea*) surfaces were prepared with three different sanding grit sizes (60, 80 and 100), and surface roughness and surface tension measurements were performed. While the surface roughness was significantly different depending on the grit size, surface tension values showed very little variation, without any significant differences. We assume that the 5 µl volume of the test liquid is too big relative to the roughness of the surface, and that 2 or 3 peaks of the roughness may be covered by the droplet without influencing its shape.

Keywords: oak wood, *Quercus petraea*, sanded wood surfaces, contact angle, surface tension, surface free energy, wetting, surface roughness

*A kutatás a TÁMOP 4.2.4. A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

** This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP 4.2.4. A/2-11-1-2012-0001 'National Excellence Program'

Bevezetés

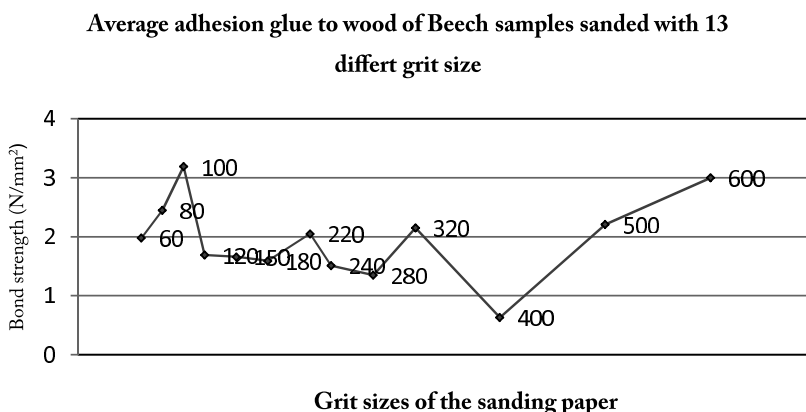
Faanyagok esetében a különböző megmunkálási eljárások során a fafelületek olyan változásokon mehetnek át, amelyek jelentős befolyásoló szereppel bírnak a faanyag későbbi felhasználásakor. Faanyagok ragasztásakor, valamint felületkezelésekor kiemelten fontos szerep jut a nedvesítésnek, amelynek a felületi energián túl a felületi érdesség is befolyásoló tényezője lehet. A tömörfa felületek felületi feszültsége a ragasztók és lakkok megfelelő nedvesítésének, illetve jó tapadásának egyik legfontosabb tényezője (Shuttleworth, 1950). A szilárd anyag felületi paraméterei közül – nedvesítés szempontjából – a felületi érdességnek, valamint a felületi feszültségnek nagyon fontos szerep jut. Nedvesítéskor a folyadék szilárd felülettel kerül kapcsolatba. A Young–Duprè-egyenlet alapján, amely a különböző közegek határán fellépő erők határfelületi feszültségének egyensúlyát írja le, elmondható, hogy minél nagyobb egy anyag felületi feszültsége, annál jobban nedvesíthető. River szerint a nedvesítés akkor lesz jó, ha a peremszög értéke nagyon alacsony vagy nullához közeli (River et al., 1991). Eddigi munkánk során különböző módon megmunkált faanyagok esetében kimutattuk, hogy különböző felületi érdességekhez különböző felületi feszültségek társulnak (Csiha és tsai., 2012).

Varga és Van der Zee (2008) kutatása alapján a víz és a faanyag közt mérhető peremszög fafajfüggő. 2005-ben végzett kutatásukban Gurau és tsai. megállapították, hogy a faanyagok felületi érdessége a mechanikai megmunkálástól nagymértékben függ (Gurau et al., 2005). Csiha és Gurau közös kutatásukban kifejtik, hogy egy ragasztó tapadásának felületi érdességtől való függése 3 különböző érdességtartományra bontható. Vizsgálatainkban 60–600-as szemcsefinomságú csiszolóvászonnal csiszolt bükk mintatesten vizsgáltuk az érdesség adhézióra gyakorolt hatását. Kutatásukban három, egymástól jól elkülönülő érdességtartományt határoztak meg (1. ábra). Az első tartomány 60-as és 100-as szemcsefinomság közt, a második 120 és 320 között, a harmadik pedig 400-as és 600-as szemcsefinomság közt határozható meg (Csiha, 2011). Az 1. ábrán jól látható, hogy az első érdességtartományban (60–100-as szemcsefinomság) a legalacsonyabb szakítószilárdság a 60-as, míg a legmagasabb szakítószilárdság érték a 100-as csiszolóvászonnal csiszolt mintákon mérhető, azonban határfelületi feszültséget nem mértek. Az érdességi tényező nedvesítésre gyakorolt hatásának megismerése fontos. Kutatásunkban a fent említett első érdességtartományt (60–100-as szemcsefinomság) vizsgáltuk a nedvesítés szemszögéből.

A mérések kivitelezése

A mérések során alkalmazott mintatestek kialakítása

Méréseinkhez 6 db 200x40x20 mm méretű sugárvágott tölgy (*Quercus petraea*) próbatestet használtunk, melyek nedvességtartalma 10% volt. A gyalult felületeket megcsiszoltuk, ezzel biztosítva a vizsgálandó fafelületek egyenletes minőségét. A csiszolást kontakt csiszológépen végeztük 3 különböző szemcsefinomságú csiszolópapírral, 2-2 mintatesten. A szemcsefinomságok a következők voltak: 60, 80, illetve 100.



1. ábra A ragasztó és a faanyag közti adhézió átlaga különböző csiszolóvászonnal csiszolt bükk mintatestek esetén (vízszintes tengely: a csiszolószemcse finomsága, függőleges tengely: a ragasztási szilárdság értéke [N/mm²]) (Csiha, 2011)

Figure 1 Average adhesion of glue to wood of beech samples sanded with 13 different grit sizes

A felületi érdesség mérése

A felületi érdesség mérések megkezdésére a fafelületek csiszolását követően került sor. A méréseket Perthen S3P Perthometer tapintótűs érdességmérő készülékkel végeztük. A 3 különböző szemcsefinomságú csiszolópapírral (60, 80, 100) csiszolt minták felületén mintatestenként 5 szakaszon, szakaszonként 17,5 mm-en vizsgáltuk a felületi érdességet, minden esetben rostirányra merőlegesen. A mérések kiértékelésekor az R_z érdességi tényezőt alkalmaztuk, melynek meghatározását a 2. ábra szemlélteti.

A felületi energia mérése

A nedvesíthetőség mértékének megállapítása céljából a csiszolt tölgy mintatestek felületén felületi feszültség méréseket végeztünk, mintatestenként 5 ponton, nyugvó csepp módszerrel, PC-re kapcsolt goniométerrel. A felületi energia mérések kivitelezése – alapos portalanítás után – a csiszolást követő 1 órán belül történt. A vizsgálatokhoz alkalmazott mérőfolyadék desztillált víz volt. Méréseink kivitelezéséhez PG-X goniométert használtunk, amely a mérések során egy 0,5 µl-es mérőfolyadék cseppet ejt a felületre, majd a csepp felszíne és a szilárd felület által bezárt peremszöget (θ) méri. A későbbiekben a felületi feszültség értékét a peremszögből számítottuk. Vizsgálataink során dinamikus mérési eljárást alkalmaztunk, amely során a készülék előre beállított számú mérést végez mindaddig, amíg a beépített érzékelő (a kamera által) peremszöget képes mérni. A kiértékelés során a csepp felületre érkezésétől számított 1 s-nál mért eredményeket dolgoztuk fel.

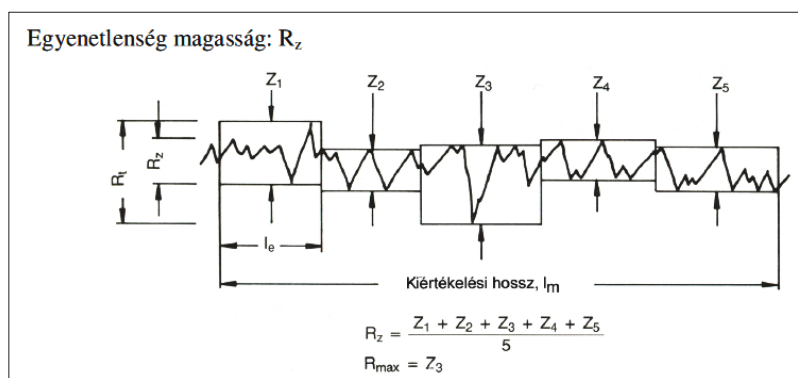
Az eredmények értékelése

A felületi érdesség mérése

A felületi érdesség mérések során a 60-as szemcsefinomságú csiszolópapírral csiszolt mintatestek 10 mérési eredményből számított átlagos érdessége $R_z=76,06 \mu\text{m}$ volt (1. táblázat). A 80-as papírral csiszolt mintákon átlagként $R_z=61,55 \mu\text{m}$ -t kaptunk, a 100-as papírral csiszolt mintákon pedig $R_z=44,04 \mu\text{m}$ -t. A legmagasabb érdesség értéket tehát a 60-as mintákon mértük, a legalacsonyabb értéket pedig a 100-as mintákon. Annak ellenére, hogy a mért szakaszok rendre nagy, átvágott edényeket tartalmaztak és így módon az érdesség mért értékei nem csak a megmunkálásból származó érdességet fejezik ki, a kapott adatok korrelálnak a szemcsefinomsággal. Korábbi tanulmányok (Gurau 2005, Kilic 2008, Csiha 2003) rámutattak, hogy az edények érdességi adatainak kiszűrése után tölgy fafajon jól mérhető az alapszöveti érdesség, amely az érdesség szempontjából viszonylag homogén szerkezetű bükk illetve nyír minták érdességével, illetve a szemcsefinomsággal jól korrelál.

Felületi energia vs. felületi érdesség

Peremszög méréseink során a legmagasabb peremszög értékeket a 60-as szemcsefinomsággal csiszolt mintán mértük, ezek átlaga $\theta_{60}=69,63^\circ$. A 80-as papírral csiszolt mintán mért peremszög értékek átlaga $\theta_{80}=68,50^\circ$, a 100-as papírral csiszolt mintáé pe-

2. ábra Az R_z tényező meghatározása (Csiha, 2003)Figure 2 Definition of the R_z parameter

1. táblázat A 60-as, 80-as, illetve 100-as csiszolópapírral csiszolt mintán mért különböző paraméterek

Table 1 Various parameters of samples sanded with grit sizes 60, 80 and 100

A 60-as csiszolópapírral csiszolt mintán mért különböző paraméterek			
	Felületi érdesség (R_z) [μm]	Peremszög (θ) [$^\circ$]	Felületi feszültség (γ) [N/m]
átlag	76,06	69,63	39,87
szórás	4,82	8,79	3,18
minimum	69,73	56,90	34,78
maximum	83,45	83,70	44,48
A 80-as csiszolópapírral csiszolt mintán mért különböző paraméterek			
	Felületi érdesség (R_z) [μm]	Peremszög (θ) [$^\circ$]	Felületi feszültség (γ) [N/m]
átlag	61,55	68,50	40,28
szórás	3,09	9,74	3,53
minimum	57,14	46,40	36,12
maximum	67,01	80,00	48,28
A 100-as csiszolópapírral csiszolt mintán mért különböző paraméterek			
	Felületi érdesség (R_z) [μm]	Peremszög (θ) [$^\circ$]	Felületi feszültség (γ) [N/m]
átlag	44,04	70,86	39,42
szórás	2,56	6,83	2,47
minimum	40,76	63,20	35,17
maximum	47,89	82,60	42,20

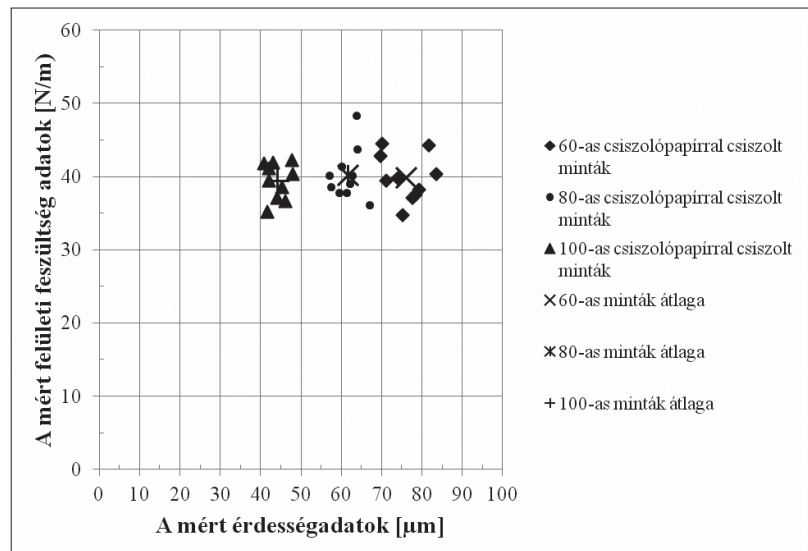
dig $\theta_{100}=70,86^\circ$ volt. A peremszög fordítottan arányos a szilárd felület felületi feszültségével, azaz minél magasabb a peremszög értéke, a felületi feszültség értéke annál alacsonyabb, melynek az a magyarázata, hogy a folyadékcsapp igyekszik a belső kohéziós erők hatására gömb alakot felvenni, ezáltal pedig elkerülni a felülethez való kapcsolódást. Vizsgálatunk során a legmagasabb felületi feszültség értékeket a 80-as csiszolópapírral csiszolt mintán kaptuk, értéke $\gamma_{80}=40,28$ N/m. A legkisebb felületi feszültség értéket a 100-as mintán számoltuk, $\gamma_{100}=39,42$ N/m. A 60-as minta felületi feszültsége átlagosan $\gamma_{60}=39,87$ N/m, azonban míg a vizsgált felületek érdességében szignifikáns különbségeket mértünk ($p=0,05$), addig a felületi feszültség értékei egymáshoz igen közel állnak, a mért adatokban nincs szignifikáns különbség ($p=0,05$).

A választott csiszoló szemcse méretekhez jelentős érdességkülönbség tartozik, a kapott eredmény minden korábbi szakirodalmi adattal egyezik, azonban a különböző érdesség ellenére a fafelületek közel azonos felületi feszültség értékei nem egyeznek azzal a korábban publikált (Csiha, 2011) eredménnyel, hogy bükk fafajon a ragasztási szilárdság a 60-80-100 szemcsefinomságú csiszolás mellett növekedik. Ezt támasztja alá a 3. ábra is, amelyen nincs kimutatható összefüggés az érdesség és a felületi feszültség között. Egy másik vizsgálatsorozat (Papp és Csiha, 2013) kimutatta, hogy szignifikáns érdességkülönbség mellett szignifikáns különbség van a 120-as illetve 150-es vászonnal csiszolt minták felületi feszültségében, miközben hangsúlyozta a mért felületi feszültség értékek fajtájfüggését.

A felületi feszültségek értékeinek stagnálása a felületek jelentősen eltérő érdességei mellett felvetette a folyadékcsapp és a felületi mikrostruktúra méretarányának esetlegesen kedvezőtlen viszonyát. Korábbi ragasztási szilárdsági vizsgálatok (Csiha, 2011) felhívták a figyelmet arra, hogy az érdesség/tapadás viszony nem konzisztens; az érdesség három tartománya szerint a tapadásban három tendencia figyelhető meg. 60–100 szemcse tartományban az alapszövet viszonylag nagy érdessége dominál, és biztosítja nagy fajlagos felületével a mérhetően nagy (60-tól 100-ig növekvő) tapadást. Ugyanakkor, amint a jelen vizsgálatsorozat feltárta, az érdességnek ebben a tartományában az 5 μl térfogatú vízcsepp a lokális érdesség durva felszíni viszonyai közepette túl nagy ahhoz, hogy 2-3-4 egymás mellé sorolódó érdesség csúcs adta érdességet kimutasson. A közeljövőben a vizsgálatok folytatásaként további méréseket tervezünk annak pontos kimutatására, hogy mind a nagyedényes tölgy, mind pedig egyéb viszonylag homogén szerkezetű, szórt likacsú fajokon mely csepp űrtartalom mellett célszerű felületi feszültség méréseket végezni.

Összefoglalás

Kutatásunk során különböző szemcsefinomságú csiszolópapírral csiszolt tölgy mintatestek felületi érdességét, illetve felületi feszültségét vizsgáltuk azért, hogy a felületi érdesség, a felületi feszültség, valamint a nedvesség közti kapcsolatot megérthessük (3. ábra). Míg a vizsgált felületek érdességében szignifikáns különbségeket mértünk ($p=0,05$), addig a felületi feszültség értékei egymáshoz igen közel állnak, a mért adatokban nem volt szignifikáns különbség ($p=0,05$). Az elvégzett vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy az érdesség vizsgált tartományában az 5 μl űrtartalmú vízcsepp a lokális érdesség durva felszíni viszonyai közepette túl nagy ahhoz, hogy 2-3-4 egymás mellé sorolódó érdesség csúcs adta érdességet kimutasson. További méréseket tervezünk a különböző érdességű fafelületek mérésére optimális desztillált víz cseppátmérő megállapítására.



3. ábra A felületi érdesség és felületi feszültség adatok ábrázolása

Figure 3 Surface roughness and surface tension values of different samples (x-axis: surface roughness, y-axis: surface tension)

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4. A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- Csiha Cs. (2003) Faanyagok felületi érdességének vizsgálata P és R profilon, különös tekintettel a nagyedényes fafajokra. Doktori disszertáció, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron
- Csiha Cs., Gurau L. (2011) Study on the influence of surface roughness on the adhesion of waterbased PVAC. In: Proc. International Conference „Wood Science and Engineering” – ICWSE 2011. Brassó, Románia. 2011.11.02-04. 411-419 old.
- Csiha Cs., Papp É. A., Valent J. (2012) Feature of contact angle of ageing Beech and Birch surfaces. In: Proc, 5th Conference on Hardwood Research and Utilisation in Europe.. Sopron, Hungary. 2012.09.10-11. 41-49. old.
- Gurau L., Mansfield, Williams H., Irle M. (2005) Processing roughness of sanded wood surfaces. Holz als Roh und Werkstoff 63(1):43-52.
- Kilic M., Hiziroglu S., Güllü G., Sezgin Z. (2008) Influence of steaming on surface roughness of beech and sapele flooring material. Journal of material processing technology 199: 448-451.
- Papp É. A., Csiha Cs. (2013) Surface energy analysis of sanded and planed wood surfaces. In: Proceedings Science for sustainability, International Scientific Conference for PhD Students Győr, Hungary. 2013.03.19-20. 22-27. old.
- River B. H., Vick C. B., Gillespie R. H. (1991) Wood as an adherend. In: J. D. Minford ed. Treatise on Adhesion and Adhesives, Vol. 7. Marcell Decker, New York. 89-90 old.
- Shuttleworth R. (1950) The surface tension of solids. Proceedings of the Physical Society. Section A 63(5):444-457
- Varga D., Van Der Zee M. E. (2008) Influence of steaming on selected wood properties of four hardwood species. Holz als Roh- und Werkstoff 66 (1):11-18.