

A tölgy, a nyár és az akác kérgének hőszigetelő képessége

MOHÁCSINÉ RONYECZ Ildikó¹, PÁSZTORY Zoltán¹

¹Nyugat-magyarországi Egyetem Simonyi Károly Kar, Innovációs Központ

Kivonat

Magyarországon évente közel 600 000 m³ kéreg keletkezik az elsődleges fafeldolgozás során. A legtöbb esetben melléktermék szerepbe szoruló kéregapríték hőszigetelő képessége megfelelő előkészítés mellett alig marad el az általánosan használt szálal és habosított szigetelőanyagokétól. Az ismertetett kutatás során a tölgyfa (*Quercus robur L.*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és a nyárfa (*Populus euramericana cv. Pannónia*) aprított kérgének hőszigetelő képességét vizsgáltuk különböző mértékű tömörítés mellett. A hőáramok iránya miatt a próbatest vastagsági méreteihez viszonylag nagy szélességi méreteket választottunk, hogy az oldalirányú hőáramokat a szigetelésel csökkentjük. A kísérleti eredmények azt igazolták, hogy a tömörítés mértéke befolyásolja a kéreg-levegő keverék hővezetési tényező értékét.

Kulcsszavak: fakéreg, hőszigetelő képesség, tömörítés, környezettudatosság

Heat insulation capacity of oak, poplar and black locust bark

Abstract

In Hungary, primary wood processing produces about 600 thousand cubic meters of bark every year. In most cases, with adequate preparation, the insulation capacity of bark chips used mostly as by-product is comparable to that of the commonly used rock and glass wool and foam insulation materials. In the present work the heat insulation capacity of English oak (*Quercus robur L.*), black locust (*Robinia pseudoacacia*) and poplar (*Populus euramericana cv. Pannónia*) bark was investigated, applying different level of compression. Our results proved that the degree of compaction affects the thermal conductivity of the bark-air mixture.

Keywords: wood bark, heat insulation, compression

Bevezetés

A környezetvédelmi kérdések megoldása egyre fontosabbá válik. A folyamatosan felmerülő környezeti problémák rámutatnak a környezettudatosság szükségességére az élet minden területén. Egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a környezeti terhelés csökkentésének érdekében a termék előállításánál és életciklusa végén a megsemmisítésnél.

Hazánkban már több rendelet is született az épületek energetikai jellemzőinek meghatározására, ám nem csupán a jogi szabályozások miatt érdemes épületeink energiafogyasztásának minimalizálására törekednünk. A klímaváltozás legfőbb okozója ugyanis energiatermelésünk és -felhasználásunk jelenlegi szintje, hiszen az összes szén-dioxid kibocsátás döntő része valamilyen energiafogyasztás eredménye (Energiaklub 2011). Számos tanulmány és vizsgálat igazolja, hogy a fa építési célú felhasználása kevesebb CO₂-kibocsátással jár, megmunkálásakor kevesebb energiát használunk fel, újrahasznosítható, ezáltal sokkal környezetkímélőbb az általánosan elterjedt építőanyagokhoz képest (Bozsaky 2011). Munkánk során a fakéreg speciális felhasználási lehetőségeit keressük olyan területen, ahol az elégetéshez képest lényegesen nagyobb energia- és CO₂-megtakarítási egyenleg érhető el.

Az élő fa fontos védőszövege a kérgé. A kéreg választja el a fatestet a külvilágtól, az időjárási viszonyoktól, védelmezi a különböző károsítókkal szemben (Molnár és tsai. 2007). Az élő kéreg fontos szerepet tölt be, meg-

védi a fát, és élőhelyet nyújt több ökoszisztémának is (Michel és tsai. 2011, MacFarlane 2009) és az erdőtüzek káros hatásától is korlátozott védelmet biztosít a kambiumnak (Bauer és tsai. 2010, Wang és Wangen 2011). A kéreg (cortex) két fő részre bontható, háncsra (floem) és héjkéregre (ritidoma), mely egyes fafajoknál kiemondottan rostos szerkezetű, bár a fafajok között jelentős különbségek lehetnek (Molnár 2004). Egyes kéregtípusok gazdagon tartalmaznak rostokat, mint az akác, a nyár, a tölgyek; mások rostszegényebbek, ilyenek a fenyőfélék és a platán (Lotova 1987).

A kéreg nagyobb mértékben tartalmaz védő szerepet betöltő anyagokat (csersav, szuberin stb.), mint a faanyag, hiszen a természetben is a kéregnek van védő szerepe a biotikus károsítókkal szemben, így a kéreg – hordozva ezen anyagokat – kevésbé szorul vegyszeres védelemre, mint a fa, vagy a cellulózbázisú szigetelőanyagok.

A hazai erdőkben kitermelt faanyagról eltávolított kéreg mennyisége évente országosan eléri az 5–600 000 köbmétert, ami összességében óriási mennyiséget képvisel. Ez a mennyiség folyamatosan oszlik el az elsődleges fafeldolgozás folyamatában (Börscsök 2010). A kéreg részaránya a fatesthez képest akár 10–20% is lehet (Molnár 2004). Fontosabb fafajaink kéregszázalékát elemezve Sopp és tsai. (2000) viszont azt állapították meg, hogy a fatesthez viszonyítva a kéreg mennyisége 5–24% között változik. A magyarországi fakitermelésben döntő szerepet játszó akác, tölgy és nyár különösen nagy kéreghányadúak. Polubojarinov (1976) vizsgálta a kéreg sűrűségét. Légszáraz (12%) állapotban a következő eredményeket kapta:

- tölgy (kocsányos, kocsánytalan): 480 kg/m³
- rezgő nyár: 590 kg/m³
- nyár: 480 kg/m³
- erdeifenyő: 370 kg/m³

Természetesen a kéreg sűrűsége számos tényezőtől függ (életkor, földrajzi elhelyezkedés, nedvességtartalom). A kéreg a fafeldolgozás során a legtöbb esetben – jellegéből fakadóan – melléktermék szerepbe szorul. Fő felhasználási területei az energiatermelésre (magas hamutartalma és nagy térfogata miatt nem ideális energiahordozó) és bizonyos fafajok esetében a talajtakarásra korlátozódik, bár kémiai összetétele miatt több hazai fafaj nem alkalmas e célra (Molnár 2004, Filbakk és tsai. 2011).

Anyag és módszer

Az előkísérletek során megállapítottuk (Ronyecz és tsai, 2012), hogy a hazánkban előforduló, iparilag jelentős mennyiségben hasznosított fajok közül melyek kérgé alkalmas a leginkább hőszigeteléshez, azaz mely kérgék rendelkeznek a legjobb hőszigetelési tulajdonságokkal. A most ismertetett kutatásban arra kerestük a választ, hogy a vizsgált fafajok hőszigetelési tulajdonságai hogyan változnak összenyomás hatására.

A Magyarországon legnagyobb számban kitermelt, vastag háncstesttel rendelkező fafajokat választottuk: tölgyfa (*Quercus robur* L.), fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és a nyárfa (*Populus euramericana* cv. *Pannónia*). Mindhárom fafaj kísérleti mintadarabjait fűrészüzemi rönktéren gyűjtöttük be. A mintagyűjtés után késes erdészeti aprítóval (Bandit Model 1890) a kérget felaprítottuk. Mindhárom fafaj nedvességtartalmának meghatározása után szárítószekrényben szárítottuk az 1. táblázatban látható egyensúlyi nedvességtartalom eléréséig. A minták nedvességtartalmának meghatározását a szárítási eljárás követelményei szerint végeztük.

A hővezetési értékek vizsgálatához stacioner (állandósult) állapotban mérő, nagy pontosságot biztosító berendezést alkalmaztunk. Állandósult állapotról beszélünk, ha a hőmérsékletmező hőmérséklete nem függ az időtől, tehát időben állandó.

A hővezetési tényező mérőberendezés beállításait, az adatgyűjtést, az adatok feldolgozását számítógépre telepített, e célra készített alkalmazás segítségével végeztük. A párhuzamos hőáram-vonalak biztosítása érdekében a mérést az 500x500 mm-es fűtőlap középső, 120x120 mm-es felületén végeztük (1. ábra). Így az anyag mérési felületén kívül eső része szigetelésként szolgált és a perem közelében fellépő hőáram-vonalak esetleges elhajlását kiegyenlítette. A kedvező mérési geometria és az oldalszigetelések miatt permfűtést nem alkalmaztunk (1. ábra).

1. táblázat A minták kezdeti és egyensúlyi nedvességtartalma

Table 1 Moisture content of the samples initially and during the measurement

Fafaj	Kezdeti nedvesség (%)	Egyensúlyi nedvesség (%)
Tölgy	26	12
Nyár	19	12
Akác	23	12

A próbatesten keresztülfolyó hőáram a fűtő- és a hűtőlap között lévő hőmérsékletkülönbség miatt jön létre. A hőáram függ az anyag hővezetési tényezőjétől (λ), a hőmérsékletkülönbségtől (ΔT) és a próbatest vastagságától (d). Az összefüggést a következő egyenlet mutatja:

$$Q = \frac{\lambda * A * \Delta T}{d} \quad [1]$$

ahol:

Q – a hőáram (W)

λ – a hővezetési tényező (W/mK)

A – a próbatest felülete (m²)

ΔT – a hőmérsékletkülönbség a próbatest két oldalán (K)

d – a próbatest vastagsága (m)

A mérésekhez mindhárom fafaj esetén 1500 g mintát használtunk, melyet a mérőtérben helyeztünk el lazán, úgy, hogy az első mérés induló vastagsága $d_0=100$ mm volt. A mért mintákat 5 mm-enként tömörítettük a fűtő- és a hűtőlapok távolságának csökkentésével. A minták pontos vastagsági méreteit a minta szélein egymásra helyezett 5 mm-es távtartó lécek segítségével biztosítottuk. Egy-egy újabb mérésnél egy-egy 5 mm-es léceket távolítottunk el, majd a fűtőlapot visszahelyezve kezdtük meg a következő mérést.

A 2. ábrán látható a tölgykéreg-apríték porózus szerkezete, amely a tömörítés következtében egyre zártabbá vált.

Eredmények

A mért fafajok kérgének sűrűségi és vastagsági értékeit a 2. táblázat tartalmazza. A 3. ábrán láthatjuk a három fafaj hővezetési érték változásait.

A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy tömörítés hatására az aprított kéreg és levegő rendszer hővezetési tényező értékei csökkennek.

Értékelés

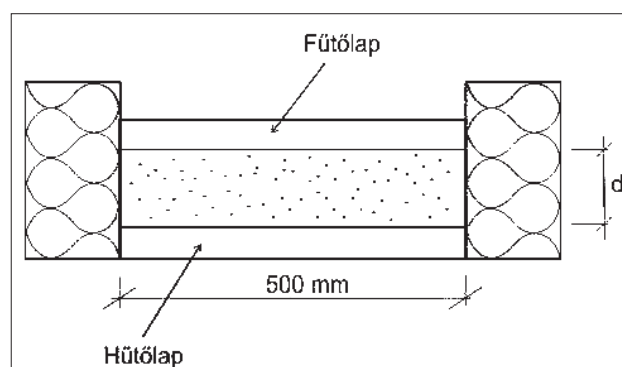
Kutatásunk során egy természetes eredetű anyag hőszigetelési tulajdonságait vizsgáltuk aprított formában, különböző tömörítési értékek mellett. Mérési eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a minta sűrűsége az aprított kéreg és levegő rendszer hővezetési tényezőjére jelentős hatást gyakorol.

Az aprított kéregdarabok – geometriájuk miatt – éleik és lapjaik mentén, pontszerűen helyezkednek el egymáson. A köztük lévő szabad teret levegő tölti ki. Összenyomás hatására a kéregdarabok egyre közelebb kerülnek egymáshoz, levegőt szorítva ki maguk közül, így több kisebb légkamrát alakítanak ki, ami a levegő áramlását nagymértékben akadályozza. A nyugvó levegő hővezetési tényezője 0,025 W/mK,

2. táblázat A három fafaj és levegő rendszer sűrűség értékei

Table 2 The three-species system and air density values

Minta sorszáma	d_0	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8
Vastagság	100	95	90	85	80	75	70	65	60
ρ (kg/m ³)	60	63,16	66,67	70,59	75	80	85,71	92,31	100



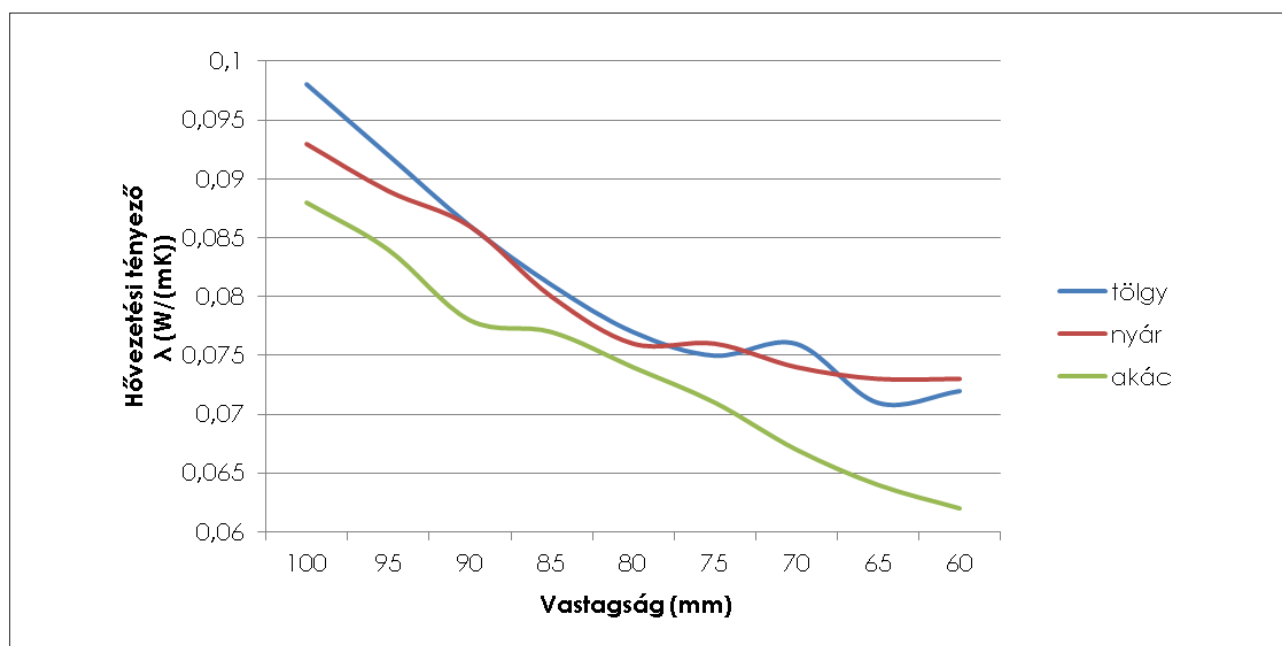
1. ábra A hővezető tényező vizsgáló berendezés elrendezési rajza

Figure 1 Schematic of the heat conductivity measurement



2. ábra A tölgykéreg-apríték minta elhelyezkedése a mérőműszerben

Figure 2 Bark chips in the measuring space



3. ábra A három fafaj-apríték hővezetési tényezőjének (λ) változása a tömörítettség függvényében

Figure 3 Change of the heat conductivity of oak tree bark chips as a function of the compression

szabad áramlása esetén viszont ennek sokszorososa is lehet a hőszállító képessége. Kisebb áramlási csatornák, kamrák esetén a légáramlás jelentősen alacsonyabb, így a nyugvó levegőhöz tartozó értékek dominálnak. Ez magyarázza az összenyomás hatására történő hővezetési tényező csökkenést.

A fokozódó összenyomás hatására azonban a kéregdarab-elemek egyre több ponton, illetve nagyobb felületeken érintkeznek egymással, ezzel növelve az apríték-levegő mátrixban a kéregelemek okozta hőhíd-rendszer hatását. Ennek eredményeként a kéreg apríték-levegő mátrixban egyre nagyobb arányban jelenik meg a szilárd elemeken keresztül átjutott hő mennyisége, növelve a hővezetési tényező értékeit.

Összefoglalás és következtetések

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a tömörített fakéregalmaz hőszigetelési tulajdonságai nem maradnak el számottevően a szokványosan alkalmazott szigetelőanyagoktól, melyek hővezetési értékei 0,04 W/mK körül vannak. A fakéreg 100%-ban természetes alapanyagból áll, úgy, hogy a tömegének közel felét kitevő szén a levegő szén-dioxid tartalmából épült be. A kéregszigetelés életciklusa végén a környezet károsítása nélkül energetikai vagy más célra újrahasznosítható.

Összességében az is megállapítható, hogy a kéregdarabok hőszigetelő képessége lényegesen jobb, mint ugyanazon fajok fatestének hőszigetelő képessége (Szatmári 2010). A magyarázat egyértelműen a sejtszerkezetre és az aprítás utáni laza szerkezet hatására kialakult közbezárt levegőre vezethető vissza. A kéreg sejtszerkezete „lazább”, mint a tömör fa szöveteié.

További vizsgálatok elvégzése alapján az aprított fakéreg frakcionált, préselt és ragasztott formában akár kereskedelemben kapható építőanyagká is válhat.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával 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 keretei között valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Bauer G., Speck T., Blömer J., Bertling J., Speck O. (2010) Insulation capability of the bark of trees with different fire adaptation, *J Mater Sci* 45:5950–5959, <http://dx.doi.org/10.1007/s10853-010-4680-4>
- Bozsaky D. (2011) Természetes és mesterséges hőszigetelő anyagok összehasonlító vizsgálatai és elemzése, Doktori értekezés, SZIE, Győr

- Börcsök Z. (2010) Erdő- és fagazdalkodás, elektronikus oktatási segédlet, Sopron [http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/faanyag/segedanyag/erdo_es_fagazdalkodas/erdoesfagazdalkodas.pdf]
- Energiaklub (2011) NegaJoule 2020, avagy energia megtakarítási lehetőségek lakóépületeinkben, kutatási jelentés
- Filbakk T., Jirjis R., Nurmi J., Høibø O. (2011) The effect of bark content on quality parameters of Scotspine (*Pinus sylvestris* L.) pellets, *Biomass and Bioenergy*, 35(8):3342–3349, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.09.011>
- Lotova L. I. (1987) *Anatomiy akorykhvoynkh (Anatomy of Barkin Conifers)*, Moscow
- MacFarlane D. W., Luo A. (2009) Quantifying tree and forest bark structure with a bark-fissure index *Can. J. For. Res.* 39: 1859–1870, <http://dx.doi.org/10.1139/x09-098>
- Michel A. K., Winter S., Linde A. (2011) The effect of tree dimension on the diversity of bark microhabitat structures and bark use in Douglas-fir (*Pseudotsugamenziesii* var. *menziesii*), *Can. J. For. Res.* Feb2011, Vol. 41 Issue 2, p300-308, 8p, <http://dx.doi.org/10.1139/x10-207>
- Molnár S. (2004) *Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest*
- Molnár S., Peszlen I., Paukó A. (2007) *Faanatómia, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 78-84. o.*
- Sopp L., Kolozs L. (2000) *Fatömeg számítási táblázatok, Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, pp 24-29*
- Szatmári Z. (2010) *Hőhídmentes épületszerkezetek, konferencia kiadvány, Budapest*
- Polubojárinov O. J. (1976) *Plotnosztydreveszini (A faanyag sűrűsége), Lesznejapramislenoszty, Moszkva, 159 p*
- Ronyecz I., Mohácsi K., Pásztory Z. (2012) Néhány hazai fafaj kérgének hőszigetelő képessége, *Faipar – A faipar műszaki tudományos folyóirata, LX. évf. 1. szám pp 16-21,*
- Wang G.G., Wangen S.R. (2011) Does frequent burning affect longleaf pine (*Pinus palustris*) bark thickness, *Can. J. For. Res.* 41: 1562–1565, <http://dx.doi.org/10.1139/x11-074>
