



SOPRONI  
EGYETEM |

FAIPARI MÉRNÖKI ÉS  
KREATÍVIPARI  
KAR

# AZ ALKALMAZOTT MŰVÉSZET LÉTMÓDJAI ÉS A KREATÍV IPAR KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar Tudományos Kiadványa

Szerkesztette: Márjai Molnár László és Pásztory Zoltán



# **AZ ALKALMAZOTT MŰVÉSZET LÉTMÓDJAI ÉS A KREATÍV IPAR KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN**

**FAIPARI MÉRNÖKI ÉS KREATÍVIPARI KAR TUDOMÁNYOS  
KIADVÁNYA**

**Szerkesztette: Márjai Molnár László és Pásztory Zoltán**



**SOPRONI EGYETEM KIADÓ**

**SOPRON, 2023**

A kötet első 12 írása a Sopronban 2022. október 28-án *Az alkalmazott művészet létmódjai napjainkban* címmel megrendezett tudományos konferencia előadásainak szerkesztett anyagát tartalmazza.

A konferencia támogatói:

MTA VEAB Soproni Tudós Társaság Művészeti és Irodalomtudományi Szakbizottság

Magyar Tudományos Akadémia VEAB Képzőművészet, Művészetelmélet és Design  
Munkabizottság

Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

**Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila**

**a Soproni Egyetem rektora**

Szerkesztette:

Dr. Márfai Molnár László és Dr. Pásztory Zoltán

Lektorálta:

Dr. Börcsök Zoltán

**ISBN 978-963-334-453-8 (pdf)**

<https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8>

Creative Commons licenc: BY-NC-SA 2.5



Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 2.5 Hungary  
Attribution – Non commercial – Share Alike 2.5 HUNgary

## Tartalom

Bevezetés.....	5
<b>Művészeti szekció</b>	
Posztmodern performansz.....	7
<i>Szabó Tibor</i>	
Az alkalmazott és az autonóm művészet szakrális alkotásokban. ....	15
<i>Karikó Sándor</i>	
Szépség és öröm. Gondolatok a hazai kortárs transzcendens művészetről.....	21
<i>Kovács-Gombos Gábor</i>	
A képi világ üzenetei. Két leány folyóirat margójára .....	30
<i>Fáyné dr. Dombi Alice</i>	
Ökoművészet és öcodesign mint új paradigma? .....	40
<i>Zalavári József</i>	
Fenntartható létharmónia, esztétikum és a feminin reprezentációja .....	48
<i>Major Gyöngyi</i>	
Tér(más)kép(pen) - adalékok a kortárs építészeti ábrázolás eszköztárának áttekintéséhez.....	61
<i>Kósa Balázs, Markó Balázs</i>	
Képirás – képolvasás (illúzió és gyakorlat) .....	70
<i>Gáspárdy Tibor</i>	
A kortárs (alkalmazott) művészet értelmezhetősége.....	80
<i>Márfai Molnár László</i>	
Bepillantás művészet és természettudomány közös metszetébe.....	87
<i>Nagy Máté</i>	
„Ut pictura poesis” Az intermedialitás megjelenési formái Tandori Dezső költészetében ....	95
<i>Zámbó Bianka</i>	
A soproni műemlék épületek dokumentálásának bemutatása egy helyi példán keresztül.....	102
<i>Kósa Balázs, Markó Balázs, Tárkányi Sándor</i>	
A makett, mint szemléltető eszköz.....	113
<i>Horváth Péter György, Markó Balázs, Tárkányi Sándor, Antal Mária Réka, Kósa Balázs</i>	
A fa élettani hatása .....	123
<i>Boros Eszter</i>	
Művészet és innováció az információ korában .....	130
<i>Szécsi Gábor, Szilágyi Tamás</i>	
A térészlelés és térhasználat kognitív működése .....	145
<i>Mucsi Zsuzsanna Mária, Horváth Péter György</i>	
A design hét megjelenési szintje .....	152
<i>Reményi Andrea</i>	

## Műszaki szekció

Kézi és gépi intarziakészítés összehasonlító elemzése .....	162
<i>Antal Mária Réka, Horváth Péter György</i>	
Vászonról kompozitig – Anyaghasználat a repülőgépgyártásban.....	178
<i>Zsákai Balázs, Alpár Tibor, Horváth Péter György</i>	
Ütemezési feladat eredményeinek nemparametrikus statisztikai elemzése .....	185
<i>Tóth Zsolt, Hegyháti Máté, Kulcsár Ernő, Ősz Olivér</i>	
Fenyő rönk és fűrészáru behozatal környezeti terhei.....	193
<i>Börcsök Zoltán, Pásztory Zoltán</i>	
A faenergetika racionális, környezetkímélő lehetőségei (kutatási összefoglaló).....	204
<i>Németh Gábor; Kocsis Zoltán</i>	
Faipari projektek szakirodalmi elemzése .....	212
<i>Novotni Adrienn</i>	
Faipari por-forgács elszívó hálózatok és a munkahelyi légtér fapor tartalmának kérdései ...	222
<i>Németh Gábor, Németh Szabolcs, Kocsis Zoltán, Magoss Endre</i>	
Természetes anyagok szigetelőképessége.....	230
<i>Szendi Dorina; Pásztory Zoltán</i>	

## Foreign languages section

Thermal resistance values of natural fiber-based insulation panels and the impact of their thickness on the thermal transmittance values of an external wall structure.....	240
<i>Le Duong Hung Anh, Zoltán Pásztory</i>	
Developing Info-Droplets to model the dark flight phase of meteorite fall.....	252
<i>Agota Lang, Matyas Bejo, Benke Hargitai, Barnabas Molnar, Aron Sztojka</i>	
Social Network and Text Mining Analysis of Publications Related to Remote Sensing and R Programming.....	260
<i>Zsolt Tóth</i>	
Small and medium-sized enterprises (smes) in Hungary: industry 4.0 trends and challenges .....	272
<i>Ádám Fazekas, Endre Magoss, Veronika Suriné Lengyel</i>	
The effect of natural-based additive on paper.....	284
<i>Zsófia Kóczán, Katalin Halász, Edina Preklet, Zoltán Pásztory</i>	
Comparative social network analysis (SNA) of FP7 and Horizon 2020 projects on remote sensing .....	293
<i>Zsolt Tóth</i>	
Advancements in Sustainable Wood Furniture: A Comprehensive Review of Bonding Techniques and Adhesives .....	302
<i>Seda Baş, Levente Dénes, Csilla Csiha</i>	

# Természetes anyagok szigetelőképesége

**Szendi Dorina; Pásztory Zoltán**

*Szendi Dorina, MA-hallgató, Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar*

*Alkalmazott Művészeti Intézet [szendidorina@gmail.com](mailto:szendidorina@gmail.com)*

*Pásztory Zoltán, tudományos főmunkatárs Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar Faépítészeti Intézet, [pasztory.zoltan@uni-sopron.hu](mailto:pasztory.zoltan@uni-sopron.hu)*

DOI: [https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8.Szendi\\_D-Pasztory\\_Z](https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8.Szendi_D-Pasztory_Z)

## **Absztrakt**

Az energia minél hatékonyabb felhasználása a cikk fő témája, aminek eléréséhez az épületek energiafogyasztásának környezetbarát anyagokkal történő csökkentését szeretném megvizsgálni. Célterületként a természetben is megtalálható anyagok hőszigetelésként való alkalmazásának vizsgálatát tekintettük, mert az energiahatékonyság szempontjából nem csak az épületek energiafelvételének csökkentése a cél, hanem a szigetelőanyagok előállításához szükséges energia, valamint a gyártási folyamat során keletkező káros anyagok csökkentése is. Ebből kifolyólag természetes, növényi és állati eredetű anyagok különböző tömörítettség melletti szigetelő képességét kutató tanulmányok eredményeit vetettük össze. Az eredmények alapján a madártoll és a gyapjú mutatták a legjobb szigetelő képességet szemben más vizsgált természetes anyagokkal.

Kulcsszavak: gyapjú, madártoll, hőszigetelés, hővezetési tényező, eröművi fahamu, faforgács

## **Bevezetés**

Az épületek egyik fő feladata mindig is az időjárás viszonyosságok elleni védelem volt. Az egyik ilyen időjárás tényező a hőmérséklet változása. Korábbi évszázadokban a falak vastagságával szabályozták a ház falainak szigetelőképeségét, szemben a mai speciális szigetelő rétegek alkalmazásával (Albert 1962). Később a 20. században elkezdték az épületek energiahatékonyságát törvényileg is szabályozni, azonban az ilyen irányú szigorítások az épület üzemeltetése során felhasznált tüzelőanyag mennyiségét redukálják, és nem foglalkoznak a beépített energia mennyiségével, ami a szintetikus szigetelőanyagok kifejlesztése és alkalmazása irányába vitte el az építőipari kutatásokat és trendeket. Ezen anyagok gyártása azonban nagy energiaigényű és magas a károsanyagkibocsátással járnak, továbbá az újra hasznosíthatóságot sem vették figyelembe. Ezt az energiamennyiséget, mely az épület anyagainak előállításához szükséges, nevezzük beépülő energiának.

Ezen szabályozások további szigorítása fontos feladata a törvényhozóknak, mivel az épületek üzemeltetése a világ összes energiafogyasztásának mintegy 40%-át teszi ki (Zöld 1999), aminek egyik fő összetevője a fűtésre fordított energiamennyiség. Ez csökkenthető a

szigetelés vastagságának, jellegének helyes megválasztásával. Az épületekhez köthető energiafogyasztás másik fontos, azonban jelenleg kevésbé szabályozott összetevője pedig a beépülő vagy szürke (embodied energy) energia, ami nagymértékben csökkenthető lenne a természetben megtalálható anyagok felhasználásával.

A környezettudatos gondolkodás ezt az energiamennyiséget és a károsanyagkibocsátást is figyelembe kívánja venni és lehetőség szerint alacsony szinten tartani. A szabályozások folyamatos szigorodásából eredő megnövekedett szigetelési igényeket általában olcsóbb kielégíteni a manapság általánosan használt, szintetikus szigetelőanyagokkal, melyek beépített energia tartalma jelentősen magasabb, mint a természetes alapanyagú szigetelő anyagoké. Ezen anyagok előállításában azonban környezeti szempontból nagyobb terhelést jelent.

### **A kutatómunka célja**

Jelen cikk célja a különböző természetes eredetű anyagok (gyapjú, pamutfonal, madártoll, fahamu, haj, állati szőrme, marógép faforgácsa, valamint óriás mamutfenyő tűlevél) hővezetési tényezőinek vizsgálatáról készült kutatások összehasonlítása.

Arra kerestünk választ, hogy a vizsgált anyagok közül a hővezetési tényező szempontjából melyek javasolhatók potenciálisan hőszigetelő anyagként.

### **Előzmények**

E témában számos kutatás fellelhető. Panyakaew és Fotios (2008) mezőgazdasági hulladékok hőszigetelő anyagként történő felhasználási lehetőségeit vizsgálták. A vizsgált anyagok közül a rizshéjat (0,046-0,057 W/mK), a kipréselt cukornádat (0,046-0,051 W/mK) és a kókuszrostot (0,054-0,143 W/mK) találták a legalkalmasabbnak hőszigetelés gyártására. Az ananászlevél-tábla 0,043-0,035 W/mK hővezetési tényező értékkel rendelkezett (Tangjuank 2011). A papirusz növényből készült tábla pedig 0,029 W/mK értéket ért el (Tangjuank és Kumfu 2011). A gyékénnyel 0,06 W/mK érték alá tudtak menni. Vėjelienė és társai (2011) pedig a juta tömörítvényvel érte el a legjobb értéket~0,3 W/mK-t (Fadhel 2011). Egy 2012-es évi tudományos munka eredményeként Pinto és társai (2012) az általuk előállított kukoricacsutka-tábla ( $\lambda$ ) értéket 0,139 W/mK-nak mérték. Egy másik kutatás az olajpálma rostjának értékét 0,0555 W/mK-ben állapította meg 20°C-on és 100 kg/m<sup>3</sup>-es sűrűség mellett (Manohar 2012). Egy 2013-as kutatómunkában egy speciális rétegrendű (2 cm vakolat, 4 cm óriásnád, 2 cm vakolat) falszerkezet hőtechnikai tulajdonságait mérték, és a vizsgált szerkezet hőátbocsátási tényezője  $U=1,31$  W/m<sup>2</sup>K volt (Barreca és Fichera 2013). Úgyszintén ebben az

évben a textilhulladék hőszigetelő anyagként történő felhasználásának potenciálját is vizsgálták, ahol a  $\lambda$  értékre 0,044 W/mK-t kaptak (Briga-Sá és tsai. 2013).

### **Vizsgált anyagok és a kutatás mérési módszerei**

A vizsgálat a Magyarországon is nagy mennyiségben megtalálható természetes anyagok, vagyis a gyapjú, pamutfonal, madártoll, eröművi fahamu, haj, állati szőrme, faforgács [60% lucfenyő (*Picea abies*) és 40% bükk (*Fagus silvatica*)], valamint az óriás mamutfenyő (*Sequoiadendron giganteum*) tűlevelének bevonásával történt. Közülük a legtöbb – a madártollat is ideértve – a szálas (rostos) anyag. A forgács porózus szerkezetű gyalugép forgács, az egyes forgács elemek 10-15 mm hosszúak, 5-15 mm szélesek és 0,5-1 mm vastagok, ami befolyásolja a forgács-levegő arányt, az összenyomhatóságot és az elemek érintkezési felületeit. A hamu pedig finom por jellegű, nagy testsűrűségű, tömör anyag. A szigetelő hatást az anyag által közbezárt levegő mennyisége és a légzárványok mérete jelentősen befolyásolja.

A vizsgálatok során a levegő arányt változtattuk az anyag összenyomásával és így határozták meg a szigetelésre gyakorolt hatását.

Az anyagok vizsgálatára stacioner állapotban került sor. Állandósult (stacioner) állapotról beszélünk, ha a hőmérsékletmező nem függ az időtől, tehát időben állandó (Mihajev 1966). Hőmérsékletmező alatt pedig egy adott pillanatban a tér pontjai és azok hőmérsékletei közti összefüggést értjük. Ideális esetben a hőáramnak a mérési felületre merőlegesnek kell lennie.



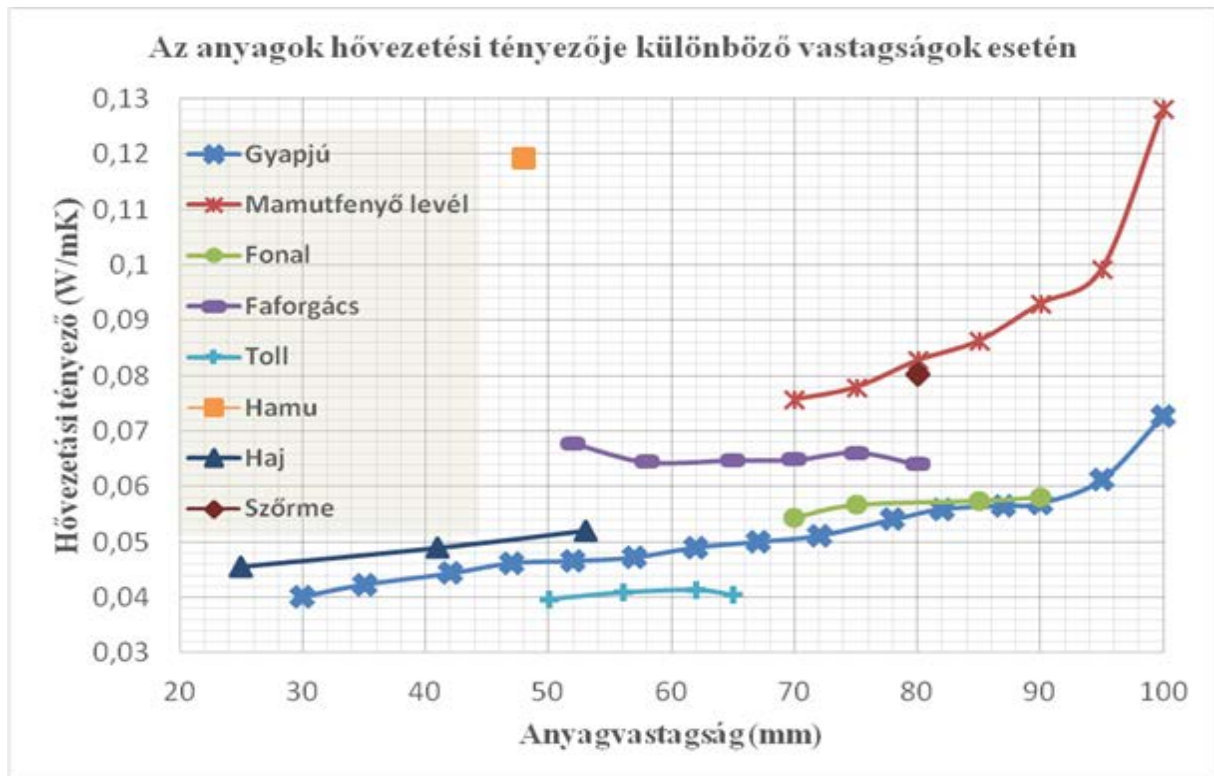
1. ábra Gyapjú a nyitott, még nem mérő műszerben



A valóságban ezt az ideális mérési állapotot úgy kivitelezhető, hogy a próbadarab vastagsága a szélességi méreteihez képest jóval kisebb, továbbá oldalról 200 mm PIR hab hőszigetelő réteg veszi körül a mintát (1. ábra). A mérőműszer felső részén elhelyezett 40°C-os fűtőlaptól indult meg a hőáramlás az alsó fűtetlen szobahőmérsékletű (22°C) lap felé. A hőmérsékletet mind az alsó fűtetlen, mind a felső fűtött lapon két-két termoelem mérte, a hőáramot pedig a meleg oldalon egy 120 × 120 mm felületű hőáram mérő. Minden érzékelő a próbatest vízszintes felületeinek geometriai középpontjánál helyezkedett el. A próbatest keresztmetszeti mérete 500 × 500 mm, vastagsága pedig 25 és 100 mm közötti volt (a próbatest oldalirányú kiterjedése többszöröse a mérési vastagságnak, így az oldalirányú hőáramok a középső mérési sávban gyakorlatilag nullának tekinthetők). Amelyik anyag összenyomható volt, azon a mérések különböző összenyomottsági állapotban történtek. A rendelkezésre álló anyagmennyiségtől és anyagstruktúrától függően induló érték 100 mm volt és ezt csökkentettük 5 mm-rel minden egyes mérésnél. Több anyag esetén nem volt lehetőség a 100 mm-es induló érték beállítására, így ezeknél kisebb vastagságról indult a mérés. A fahamu és a szörme esetén az összenyomást nem lehetett biztosítani, így csak egy vastagság mellett történt a mérés. A mérés minden esetben a stacioner állapot beálltát követően kezdődött meg, az adatlekérés pedig percnként egyszer automatikusan történt. Az eredmények kiértékelése során az utolsó 100 mérés átlaga adta a végeredményt.

### **Mérési eredmények és értékelésük**

Az egyes vizsgált anyagok hővezetőképessége a tömörítés függvényében a 2. ábrán látható. Az anyagok tömörítése során sok esetben a szigetelési értékek javultak. A szigetelőanyag összenyomásával a levegő mennyisége csökken a rendszerben, ezáltal a levegő szabad áramlása is korlátozódik, csökkentve a konvekciós hőáramot, amely a nyugvó levegő alacsony hővezetési képességének a jobb kihasználtságát eredményezi, így a rendszer egészére vonatkozó szigetelőképeség javul. Azonban egy bizonyos mértékű tömörödést meghaladva a levegő olyan mértékben kiszorul az anyagból, hogy a tömör szigetelőanyag hővezetése veszi át a domináns szerepet, így a rendszer szigetelő képessége újra romlani kezd, vagyis ettől a ponttól kezdve minél jobban tömörítik az anyagot, annál kedvezőtlenebb (nagyobb) lesz a hővezetési tényező (Rébék-Nagy 2013).



2. ábra A vizsgálati anyagok  $\lambda$  értéke különböző vastagságok esetén

A gyapjú görbét vizsgálva további tömörítéssel feltételezhetően 0,04 W/mK alá lehetett volna menni, amit az irodalmi értékek is alátámasztanak. Egy hasonló témájú tanulmány a gyapjú  $\lambda$  értékét 0,036 W/mK-ben adta meg. (Zach 2012).

A mamutfenyő levelének vizsgálatakor 0,075 W/mK-nél nem lehetett volna sokkal kedvezőbb eredményt elérni a görbe meredeksége alapján. A pamutfonal esetében a görbe változó meredekségű. Egy köztes tömörítettségi állapotban, 75 mm és 85 mm között láthatjuk a minimum szakaszát. Ezen jelenség magyarázata az, hogy a fonal gombolyagok hengeres üregeinek tengelye párhuzamos volt a hő terjedési irányával. A mérés elején (90 mm-nél) ezek az üregek még teljesen nyitottak voltak, majd, ahogy egyre jobban összenyomták a fonalakat, úgy záródtak össze. Mikor végül a tömörítés hatására ezek az üregek eltűntek és a fonalak összeértek, csökkent a konvekció létrejöttének lehetősége, és egyre magasabb  $\lambda$  értéket kaptak.

A faforgács görbén egyértelműen látszik, hogy az összenyomás mértékéhez képest kis hővezetés béli változások történtek, melyek arra engednek következtetni, hogy a forgács sűrűség ebben a tartományban csak nagyon minimális mértékben befolyásolja a hővezetést.

A madártoll görbájén a forgácshoz hasonló jelleg mutatkozik meg. Szemben a többi anyaggal, ahol az összenyomás hatására a hővezetési értékek csökkentek, itt először enyhe növekedés majd enyhe csökkenés következett be.

A szőrme esetében a kedvezőtlen eredmény magyarázata abban rejlik, hogy a bundák szabálytalansága miatt nem lehetett tökéletesen összeilleszteni a rétegeket, a kialakuló légréseknel pedig nagyfokú légáramlás alakulhatott ki. Fontos azonban megjegyezni, hogy a kísérlet során minimális alapszörzettel és pehelyszörzettel rendelkező nyári bundát használtak.

	Gyapjú	Mamutfenyőtű	Fonal	Toll	Hamu	Haj	Szőrme	Faforgács
Vastagság (mm)	30	70	70	50	48	25	80	80
$\lambda$ (W/mK)	0,040	0,076	0,054	0,040	0,119	0,046	0,080	0,064

1. táblázat A vizsgálati anyagok által elért legalacsonyabb hővezetési értékek és az ehhez tartozó vastagságok

A kísérletben vizsgált anyagok a hőszigetelő képességük alapján négy kategóriába sorolhatók. A manapság általánosan használt szintetikus hőszigetelések  $\lambda$  értéke 0,04 W/mK körül van (Rahul 2012), de többségében alatta marad. Ezért hőszigetelőként jól használható anyagnak az tekinthető, amely a mérések alapján ezen érték alatt van. Ide sorolható a gyapjú és a madártoll. A hőszigeteléseként közepesen használható kategóriába azok az anyagok estek, melyek  $\lambda$  értéke 0,04-0,07 W/mK között található. Ide tartozik a fonal és a faforgács. Hőszigeteléseként gyengén használható a mamutfenyő levél és a bunda, melyek  $\lambda$  értéke 0,07-0,08 W/mK közé esik. Az ennél rosszabb eredményt elérő hamut alkalmatlan hőszigetelő anyagként való felhasználásra (1. táblázat).

### Következtetések

Megállapítható, hogy a madártoll az elért hővezetési tényező ( $\lambda = 0,0396$  W/mK) alapján egyértelműen ajánlható hőszigetelési célokra. A baromfi iparban nagy mennyiségű toll keletkezik melléktermékként, és, mivel a magas keratin tartalma miatt nehezen bomlik le, ezért a kapott szigetelés viszonylag tartós.

A gyapjú hőszigetelő anyagként való használata már gyakorlatban van. Az alkalmasságát a tanulmány mérései is alátámasztották. Az iparban a lenyírt gyapjú 30-70%-át tudják csak ruhaipari célokra felhasználni. A maradék 25-70% (juhajtja függvénye) a szennyezett gyapjú,

ami hőszigetelés gyártásra alkalmas lenne. Továbbá az anyag tartóssága is kielégítő (Radnóti 1967, Zilahi 1953).

A faforgács hőszigetelő anyagként való használata kísérleti szinten zajlott, de ilyen jellegű termék nem, vagy csak nagyon korlátozott mértékben került piacra. Németországban egy szabadalmaztatott technológiát is alkalmaztak a forgácshőszigetelések gyártására, azonban a jelen kutatás mérései alapján jelentősen elmarad a manapság alkalmazott hagyományos hőszigetelő anyagok hőtechnikai tulajdonságaitól.

A természetes alapanyagú anyagok között találhatóak kifejezetten jó szigetelő képességgel bírók, ezek főként állati eredetűek, mint a gyapjú és a madártoll. Gyakorlati szempontból e mellett alkalmas lehet a faforgács, mely kellő mennyiségben koncentráltan keletkezik és további kezelésekkel szigetelőanyaggá dolgozható fel. A fenyőtű, hamu és a szörme tulajdonságaik és begyűjthetőségük miatt csak nagyon alacsony valószínűséggel alkalmazhatóak a valóságban szigetelőanyagként.

A haj szigetelőanyagként való alkalmazása a kedvezőtlen hőtani tulajdonságai mellett etikai okokból se lenne alkalmas az ilyen célú felhasználásra, ezért a kutatás is csupán összehasonlítási céllal került be a vizsgálandó anyagok közé. A fonal pedig természetes alapanyagú terméként és a textilipari hulladékok képviselőjeként került a vizsgálatba.

A kutatás során vizsgált anyagok legfontosabb előnye a jelenleg elterjedt szigetelőanyagokkal szemben, hogy ezen természetes anyagok előállítása nem terheli a környezetet az előállítás és keletkezés során szén-dioxid kibocsátással, ezért ezek az anyagok a szigetelési képességükhöz képest nagyon kedvező beépített energia tartalommal rendelkeznek.

### **Köszönetnyilvánítás**

Szeretném a köszönetemet kifejezni Rébék Nagy Péternek, amiért a cikkben felhasználhattam a tanulmányát, ami a Környezettudatos energia hatékony épület című TÁMOP-4.2.2.A–11/1/KONV-2012-0068 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## Bibliográfia

- Albert, J., 1962. *A hőszigetelés kézikönyve*. Budapest: Műszaki könyvkiadó.
- Barreca, F., Fichera, C. R., 2013. *Wall panels of Arundo donax L. for environmentally sustainable agriculture buildings: Thermal performance evaluation*. Journal of Food, Agriculture & Environment 11(2):1353-7.
- Bejó, L., Szabó, P., Nagy, G., Lakatos, Á., 2013. *Az energiatanúsításon túl: a környezetterhelés értékelése, különös tekintettel a faalapú építés esetén*. Faipar 61(4):26-30
- Bozsaky, D., 2011. *Természetes és mesterséges hőszigetelő anyagok összehasonlító vizsgálatai és elemzése*. Doktori (Ph.D.) értekezés. Győr: Széchenyi István Egyetem.
- Briga-Sa, A., Nascimento, D., Teixeira, N., Pinto, J., Caldeira, F., Varum, H., Paiva, A. 2013. *Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution*. Construction and Building Materials 38:155–160 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.08.037>
- Elek, L., 2009. *A háztartások energiafogyasztása*. Az Energia Központ Nonprofit Kft. elektronikus kiadványa. Forrás: [http://www.mekh.hu/gcpdocs/201201/haztartasok\\_energiafogyasztasa.pdf](http://www.mekh.hu/gcpdocs/201201/haztartasok_energiafogyasztasa.pdf)
- Fadhel, A. A., 2011. *Theoretical and experimental investigation of natural composite materials as thermal insulation*, Al-Qadisiya Journal For Engineering Sciences 4(2):26-36
- Jafarian, M. H., Ying-udomrat, T., Huang, X. X., Hao Chen, H., 2011. *An Investigation into Rapidly Renewable Materials: Bamboo and Cotton*, UBC Social Ecological Economic Development Studies (SEEDS) Student Report, University of British Columbia.
- Manohar, K., 2012. *Renewable Building Thermal Insulation – Oil Palm Fibre*. International Journal of Engineering and Technology 2(3):475-479
- Mihajev, M. A., 1966. *A hőátadás gyakorlati számításának alapjai*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Panyakaew, S., Fotios, S., 2008. *Agricultural Waste Materials as Thermal Insulation for Dwellings in Thailand: Preliminary Results*. 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Dublin: 22nd to 24th October:1-6.
- Pásztory, Z., 2007. *Hőszigetelés fejlesztési lehetőségek könnyűszerkezetes faházak számára*. Doktori (Ph.D.) értekezés. Sopron: Nyugat-magyarországi Egyetem.
- Pinto, J., Cruz, D., Paiva, A., Pereira, S., Tavares, P., Fernandes, L., Varum, H., 2012. *Characterization of corn cob as a possible raw building material*. Construction and Building Materials 34:28–33 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.02.014>
- Radnóti, I., 1967. *Szálanyagok és fonalak kézikönyve*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Rahul, D. A., 2012. *State-Of-The-Art Insulation Materials: A Review*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) 2(6):97-102.
- Rébék-N, P., 2013. *Természetes anyagok hőszigetelő képességének vizsgálata*. Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Energiagazdálkodási Szakmérnök Szak, Diplomamunka.
- Ronyecz, I., Mohácsi, K., Pásztory, Z., 2012. *Néhány hazai fafaj kérgének hőszigetelő képessége*. Faipar, 60(1):16-21.
- Tangjuank, S., 2011. *Thermal insulation and physical properties of particleboards from pineapple leaves*, International Journal of Physical Sciences 6(19):4528-4532
- Tangjuank, S., Kumfu, S., 2011. *Particle board from Papyrus Fibres as Thermal Insulation*. Journal of Applied Sciences 11(14):2640-2645  
DOI: <https://doi.org/10.3923/jas.2011.2640.2645>

- Véjelienė, J., Gailius, A., Vėjelis, S., Vaitkus, S., Balčiūnas, G., 2011. *Evaluation of structure influence on thermal conductivity of thermal insulating materials from renewable resources*. Materials Science 17(2):208-212 DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.ms.17.2.494>
- Zach, J., Korjenic, A., Petránek, V., Hroudová, J., Bednar, T., 2012. *Performance evaluation and research of alternative thermal insulations based on sheep wool*, Energy and Buildings 49:246–53 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.014>
- Zilahi, M., 1953. *A textilipar nyersanyagai*. Budapest: Tankönyvkiadó.
- Zöld, A., *Energiatudatos építészet*. Budapest: Műszaki könyvkiadó.

## Abstract

*Dorina Szendi, Zoltán Pásztory*

### Thermal insulation of natural materials

*Energy efficiency is the main topic of this article. To achieve this, I would like to consider the reduction of energy consumption in buildings by using environmentally friendly materials. The use of naturally occurring materials as thermal insulation is considered as a scope for the study, because from an energy efficiency point of view, the aim is not only to reduce the energy consumption of buildings, but also to reduce the energy needed to produce insulation materials and the emissions generated during the manufacturing process. To this purpose, the results of studies on the insulating properties of natural, plant and animal materials at different densities were compared. The results showed that bird feather and wool had the best insulating ability compared to other natural materials tested.*

*Keywords: wool, feather, thermal insulation, thermal conductivity, ash, wood chips*