

TERMÉSZETES ÉS ÚJRAHASZNOSÍTOTT ALAPANYAGOKBÓL KÉSZÜLŐ HŐSZIGETELŐANYAGOK FEJLESZTÉSE

Development of Thermal Insulations Made of Natural and Recycled materials

Dr. Nagy Balázs – Csanády Dániel – Szagri Dóra
BME, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

KULCSSZAVAK/Keywords

Üveghulladék újrahasznosítás, hőszigetelés, szalma, üveggyapot, üveghab
Glass waste recycling, thermal insulation, straw, glasswool, foam glass

ÖSSZEFOGLALÁS

Újépítésű épületeink vagy energiahatékonysági célú felújítás esetén meglévő épületeink épületburkának hőszigetelése elengedhetetlen fontosságú. Legalább ennyire fontos azonban a hulladék mennyiségének mérséklése és újrahasznosítása, a körkörös gazdaság megteremtése. Hazánk azonban sajnos egyelőre nem jeleskedik a hulladékok újrahasznosításában, a csomagolási üveghulladék tekintetében csupán a hazai fogyasztás 35%-át hasznosítjuk újra. Ez az érték azonban rövid és hosszú távon akár könnyen megduplázható lenne, ha az összegyűjtött üveghulladék építőipari, építőanyag alapanyagként történő hasznosítása nagyobb teret nyerne. A cikkben háromféle, üveghulladék alapanyag felhasználásával gyártott, illetve természetes alapanyagú hőszigetelés kutatás-fejlesztését mutatjuk be, elsősorban hő- és nedvességtechnikai épületfizikai szempontokból.

SUMMARY

In the case of our newly constructed buildings or renovations for energy efficiency purposes, the thermal insulation of the building envelope is essential. At least as necessary, however, is the reduction and recycling of waste and creating a circular economy. Unfortunately, Hungary does not excel in recycling waste yet. We only recycle 35% of domestic consumption in terms of packaging glass waste. However, this value could easily be doubled in the short and long run if the utilization of the collected glass waste as a raw material for construction and building materials gained more space. In this article, we present the research and development of three types of thermal insulation materials produced using glass waste raw materials and natural raw materials, primarily from the point of view of thermal and moisture building physics.

BEVEZETÉS

A jelenlegi hazai és európai épületenergetikai követelmények értelmében az újépítésű épületeink vagy energiahatékonysági célú felújítás esetén meglévő épületeink épületburkának hőszigetelése elengedhetetlen fontosságú, mely során a hőszigetelés alkalmazásának épületfizikai és állagvédelmi szempontokból történő helyes megválasztása és a folyamatos hőszigetelő burok létrehozása az egyik legfontosabb összetevő. Megfelelő épületszerkezeti kialakítással, kompatibilis és természetes építőanyagok választásával a belső tér egészségesebbé és komfortosabbá tehető, mivel a határolószervezetek belső felületi hőmérséklete a levegő hőmérsékletével közel azonos marad, valamint a hőhidak hatását is minimálisra csökkenthetjük, ezáltal elkerülve penészesedést. A megfelelő hőszigetelés alkalmazásával az épületszerkezetek is megóvhatók a károsító környezeti hatásoktól, mellyel élettartamuk növelhető. Az előbbieken túl, nem mellesleg, energiafogyasztásbéli és ezzel együtt természetesen jelentős rezsi-költségekbéli csökkenést, valamint széndioxidkibocsátási megtakarítást is elérhetünk. Kiemeltképp akkor, ha újrahasznosított vagy hulladékanyagokból készülő hőszigetelőanyagokat választunk.

A hulladék mennyiségének mérséklése és újrahasznosítása, a körkörös gazdaság megteremtése rendkívüli fontosságú. Csak az Európai Unió országaiban 2016-ban 2,5 milliárd tonna keletkezett, melynek 36,4%-áért az építőipar volt a felelős, mely a legnagyobb szemét termelő az összes ágazat közül [1]. A háztartások hulladéktermelése 8,5%-át tette ki a teljes hulladékmennyiségnek. Egy átlagos magyar hulladéktermelése 2018-ban 381 kg volt.

Hazánk azonban sajnos egyelőre nem jeleskedik a hulladékok újrahasznosításában, a környező országokhoz képest sereghatják vagyunk például a hulladéküveg újrahasznosítás tekintetében a jelenleg rendelkezésünkre álló 2018-as statisztikai adatok alapján (lásd 1. táblázat).

1. Táblázat: Csomagolási üveghulladék újrahasznosítási aránya, forrás: [2]

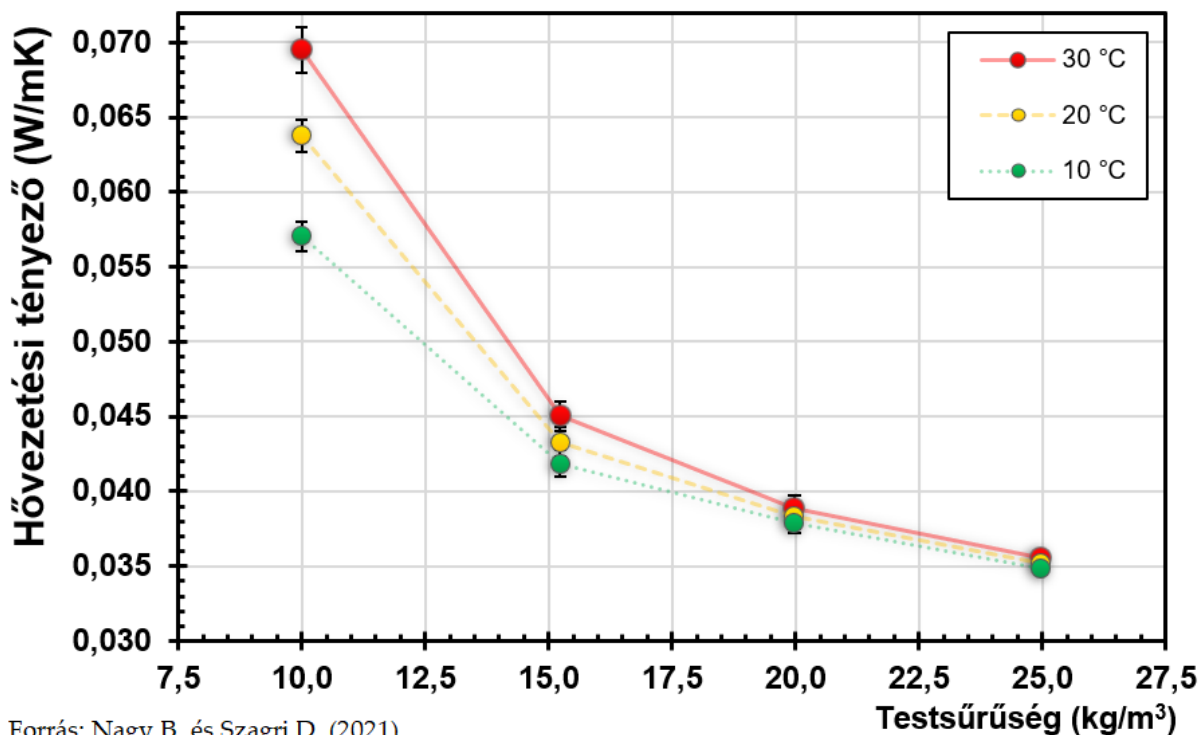
Ország	Nemzeti fogyasztás (tonna)	Újrahasznosításra begyűjtött és újrahasznosított mennyiség (tonna)	Újrahasznosítási arány (%)
Szlovénia	34.651	36.303	105
Ausztria	287.500	249.225	87
EU 28	16.914.815	12.921.822	76
Bulgária	88.258	66.366	75
Csehország	217.489	162.687	75
Szlovákia	85.560	58.805	69
Lengyelország	1.192.013	738.146	62
Románia	310.826	191.395	62
Horvátország	88.297	44.104	50
Magyarország	142.000	50.000	35

Az 1. táblázat alapján látható, hogy a Magyarországon mindösszesen kb. egyharmados újrahasznosítási arány, amely 50 ezer tonnát jelent. Az EU országai közül ennél alacsonyabb újrahasznosítási aránnyal csak Görögország (32%) és Málta (29%) rendelkezik.

Hazánkban rövid és középtávon akár könnyen megduplázható lenne az újrahasznosított üveghulladék mennyisége, amennyiben az összegyűjtött üveghulladék építőipari, építőanyag alapanyagként történő hasznosítása nagyobb teret nyerne. Ez azért is fontos, mert az Európai Unió a tagországoktól legalább 60%-os újrahasznosítási arányt várna el a csomagolási üveghulladék terén, mely értéktől jelenleg komoly elmaradásban van országunk. A hulladéküveg építőanyagipari újrahasznosítása viszont szerencsére nem utópia csupán, mert a szükséges technológiák és gyártási kapacitások már jelenleg is rendelkezésünkre állnak Magyarországon. Jelen cikkünkben ezekbe, és a Műegyetem berkeiben folytatott, hulladéküveg-alapú hőszigetelőanyagok épületfizikai szempontú kutatás-fejlesztésekbe nyújtunk rövid betekintést.

FÚJT ÜVEGGYAPOT

A Knauf Insulations Kft. 60%-ban újrahasznosított üveghulladékból készülő Supafil termékét vizsgáltuk hő- és nedvességtechnikai szempontokból, mely fújható üveggypot hőszigetelés. Az anyagot vizsgáltuk laboratóriumi, valamint beépített állapotában is, egy kéthéjű hidegtető felújításával kapcsolatban.



Forrás: Nagy B. és Szagri D. (2021)

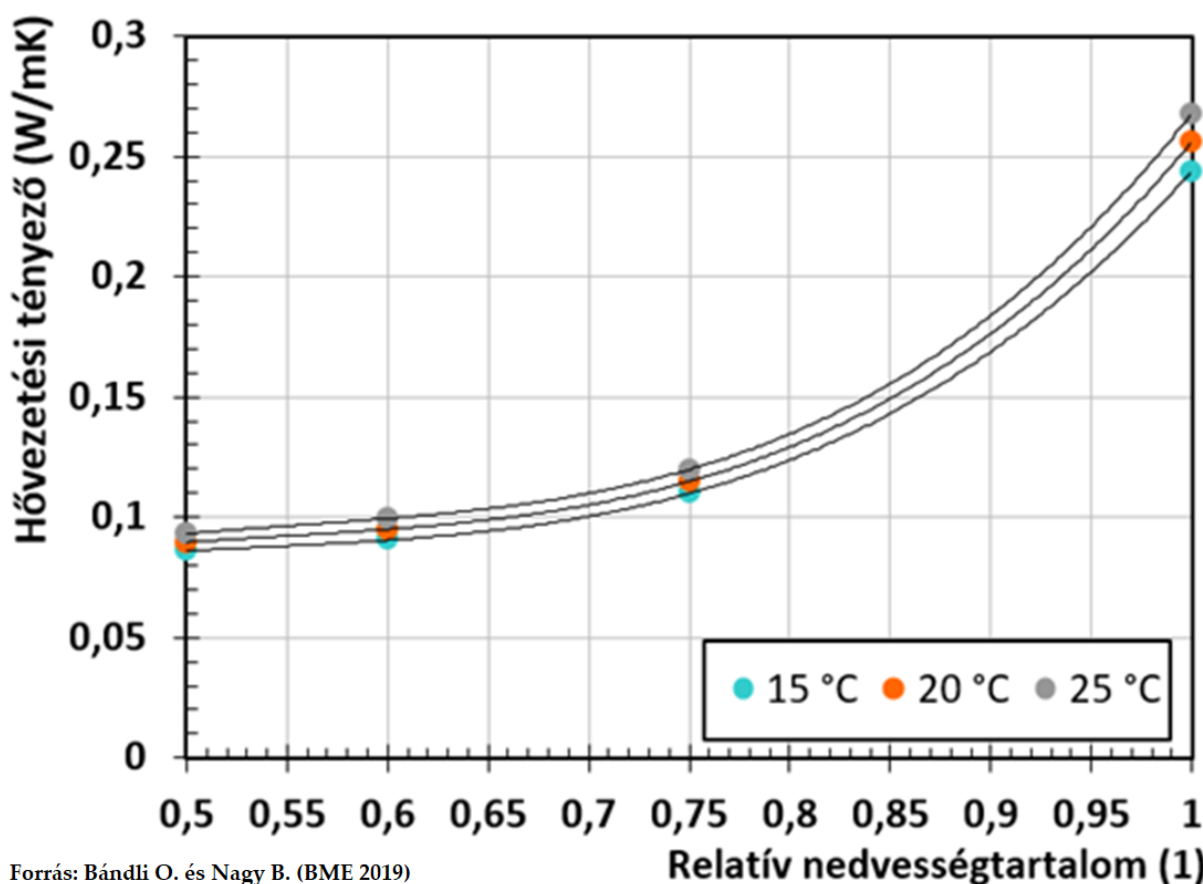
1. ábra: Fújtt üveggypot hővezetése a testsűrűség függvényében

A kutatásunk egyik, ha nem legfontosabb megállapítása, hogy amennyiben nem teljesül a gyártó által előírt befújtt testsűrűség a hőszigetelés kivitelezése

során, akkor az anyag hőszigetelő teljesítménye jelentős mértékben romlik. Az 1. ábrán látható például, hogy amennyiben az előírt 15 kg/m^3 helyett csak $12,5 \text{ kg/m}^3$ kerül befűzésre, akkor a hővezetési tényező a hőmérséklet függvényében kb. 10-25%-al is kedvezőtlenebb lehet [3]!

ÜVEGHAB GRANULÁTUM

Az Energocell újrahasznosított üvegből készülő üveghab granulátum hővezetési képességét laboratóriumunkban vizsgáltuk, mely során arra voltunk kíváncsiak, hogy a tömörítés, valamint az anyag nedvességtartalma hogyan befolyásolja a hőszigetelőképeséget. Fontos tudnunk ugyanis, hogy minden építőanyag közölt hővezetési tényezője szabványban meghatározott hőmérsékleten és nedvességtartalom melletti mérés során meghatározott, statisztikai korrekcióval növelt érték. Ez a hatályos szabványok alapján általában 10 °C -ot és légszáraz állapotot jelent. Azonban ha talajjal érintkező szerkezeteket hőszigetelünk, akkor az alkalmazott hőszigetelőréteg relatív nedvességtartalma magasabb lesz, mint légszáraz állapotban, mintegy 70-80%.



Forrás: Bándli O. és Nagy B. (BME 2019)

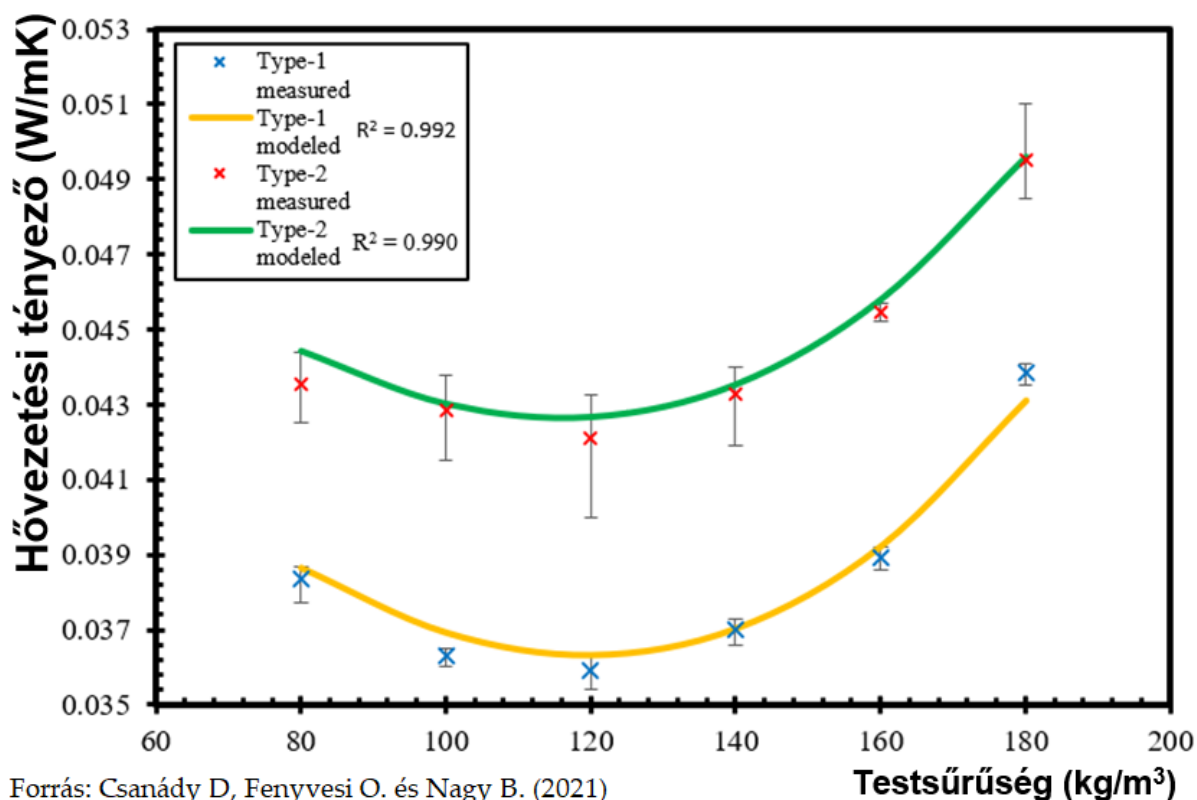
2. ábra: Üveghab granulátum hővezetése a relatív nedvességtartalom függvényében

A 2. ábrán az üveghab granulátum hővezetési tényezőjének változását látjuk a nedvességtartalom emelkedésével. Látható, hogy a laboratóriumban száraz állapotban mért $0,09 \text{ W/mK}$ -es hővezetési tényező valós beépítési körülmények

között valójában a hőmérséklet függvényében 0,11-0,12 W/mK-t tud, így ezt az értékkel javasoljuk a tervezés során figyelembe venni, amennyiben talajjal érintkező szerkezetek hőszigetelésére alkalmazzuk az üveghab granulátumot [4, 5].

SZALMA TÁBLÁS HŐSZIGETELÉS

A W-heat startup vállalkozás szalma-alapú táblás hőszigetelését úgy fejlesztettük, hogy a kötőanyaga újrahasznosított üvegport is tartalmazzon, mely kötőanyag összetétele és technológiája biztosítja a táblás hőszigetelés kiemelkedő mechanikai és tűzállósági jellemzőit is. A kutatás során számos kísérletet végeztünk a szalma típusára, a szálhossz és szálkezelés hatására, valamint a kötőanyag összetételére vonatkozóan is. Fontos tudnunk ugyanis, hogy a szalma természetes anyag, ezáltal a minősége változó, melyet kiismerve egyenletes minőségű terméket lehetséges gyártani.



Forrás: Csanády D, Fenyvesi O. és Nagy B. (2021)

3. ábra: Szalma hőszigetelés hővezetése a testsűrűség függvényében

A 3. ábrán látható, hogy jelentős különbség adódik például az árpa- és a búzaszalma között a mért hővezetési tényezőben a testűsűrűség függvényében, azonban az optimális, legalacsonyabb hővezetési tényezőt eredményező testűsűrűségük megegyezik, mely 120 kg/m³ [6]. Azonban a búzaszalma hővezetőképességét a speciális szálkezelési eljárásunk segítségével sikerült több, mint 15%-al csökkentenünk, ezáltal a hazánkban leginkább elérhető szalma felhasználással is képesek vagyunk versenyképes hőszigetelőanyagot előállítani, így a

kötőanyag hozzáadása után is képesek vagyunk a termék hővezetési tényezőjét $0,04 \text{ W/mK}$ alatt tartani [7]. A természetes alapanyagra vonatkozó kutatásunk során továbbá megalkottunk egy fél-analitikus modellt, mely segítségével a szalma anyagtulajdonságainak ismeretében nagy pontossággal tudjuk becsülni a hővezetési tényezőt [6], lásd ismét a 3. ábrát.

ÖSSZEGZÉS

Jelen cikkünkben három természetes és újrahasznosított alapanyagokból gyártott hőszigetelés épületfizikai tulajdonságaival foglalkoztunk, elsősorban hőtechnikai és nedvességtechnikai szempontok figyelembevételével. Bemutattuk, hogy ezen anyagok felhasználása, ha odafigyeléssel is, de lehetséges és ajánlható a hazai építőipari alkalmazásokra is, és ezen anyagok teljesítőképessége versenyképes a piacon elérhető mesterséges, illetve nehezen újrahasznosítható anyagokkal is. A természetes és újrahasznosított anyagok térnyerésével csökkenthető lenne az épületeink energiaigénye, valamint a hulladékmennyiség is, mellyel megteremthetnénk a körkörös gazdaságot, valamint élhető és fenntartható jövőt biztosíthatnánk az elkövetkező generációk számára is.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20180328STO00751/hulladekkezeles-az-eu-ban-trendek-es-statisztikak-infografika> Megtekintve: 2021.09.10.
- [2] https://feve.org/glass_recycling_stats_2018/ Megtekintve: 2021.09.10.
- [3] Szagri D, Nagy B, Experimental and numerical hygrothermal analysis of a refurbished double-skin flat roof, Case Studies in Thermal Engineering, 25, 2021, p. 100941
- [4] Bándli O, Üveghabbal hőszigetelt épületszerkezetek épületfizikai elemzése, TDK dolgozat, BME Építőmérnöki Kar, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék, témavezető: Dr. Nagy Balázs, 2019.
- [5] Nagy B, Szendefy J, Gyetkó I, Talajjal érintkező szerkezetek hőszigetelése üveghab granulátummal, Műszaki Ellenőr, 2019. november, pp. 11-15.
- [6] Csanády D, Fenyvesi O, Nagy B, Heat Transfer in Straw-Based Thermal Insulating Materials, Materials, 14(16), 2021, p. 4408
- [7] Csanády D, Nagy B, Biodegradable and fire-resistant thermal insulation boards made of wheat straw, World Sustainable Energy Days 2020, Wels, Austria, 2020.