

# Sarangolt faválasztékok és alternatív lignocellulóz anyagok felhasználási lehetőségei a lemezgyártásban

Az MTA VII. Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórumán elhangzott előadás bővített változata

**Winkler András, Alpár Tibor, Bittmann László, Bejő László, Takáts Péter<sup>✧</sup>**

Az ún. sarangolt faválasztékok falemezipari felhasználása a rendelkezésre álló faanyag mind teljesebb és magasabb értékű kiaknázásának fontos lehetősége. Az alternatív lignocellulóz anyagok, különösen a hulladékok hasznosítása szintén komoly lehetőségeket és gazdasági előnyöket rejt a falemezgyártók számára. A Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (NKFP) keretében folyamatos erőfeszítéseket teszünk egyre újabb kompozitféleségek kifejlesztésére, melyek megvalósítják a fenti célkitűzéseket. Cikkünk három sikeres példán keresztül mutatja be a faalapú kompozitok fejlesztése által kínált lehetőségeket.

**Kulcsszavak:** Gipszkötésű falemezek, Hulladékhasznosítás, Impregnált papír, Értéknövelt hasznosítás

## The use of mass harvested wood and alternative lignocellulosic materials for panel production

The use of so-called mass harvested wood for panel production is an important option for the fullest, value-added utilisation of wood. Using alternative lignocellulosic materials, especially secondary raw materials, may also provide a serious competitive advantage for panel manufacturers. As a part of the National Research and Development Program (NKFP), continuous efforts are made to develop ever more novel composites that fulfil the above goals. This article presents three successful examples for the opportunities offered by developing new wood based composites

**Key words:** Gypsum-bonded panels, Waste utilisation, Impregnated paper, Value-added utilisation

### *Bevezetés*

A rendelkezésre álló faanyag minél jobb és magasabb értékű hasznosítása már nagyon régóta foglalkoztatja a faanyag kutatóit. Ez a törekvés vezetett a különféle falemezek, agglomerált lapok ki- és továbbfejlődéséhez az elmúlt évszázadban. A falemezek gyártása nemcsak a faanyag teljesebb hasznosítását tette lehetővé, hanem egyre jobb, különleges, bizonyos felhasználási célra különösen alkalmas alapanyagok kifejlesztését is (Winkler 1998, 1999). A kutatások a későbbiekben újabb, alternatív rostanyagok (pl. szalmacellulóz, óriásfű) bevonását, majd az elmúlt évtizedben elsősorban a hulladékok és az ún. másodnyersanyagok falemezipari felhasználását célozták meg.

A Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program (NKFP) keretében a Nyugat-Magyarországi Egyetem Lemezipari Tanszékén is számos ilyen jellegű kutatást folyt, amelyek során az alacsony minőségű és értékű erdei választékokból magas értéket és minőséget biztosító termékek készültek (Winkler és tsai. 2005a, b). Kutatásaink során a legkülönbözőbb faalapú termékeket készítettük el és vizsgáltuk meg:

- OSB,
- LSL,
- gipszkötésű forgácslapok,
- gipszkötésű rostlemezek,
- gipszkötésű formatestek,
- faforgács-műanyag kompozitok,
- farost-műanyag kompozitok.

<sup>✧</sup> Dr. Winkler András DSc, intézetvezető, egy. tanár, Alpár Tibor PhD egy. docens, Bittmann László tanszéki munkatárs, Dr. Bejő László PhD, egy. docens, Dr. Takáts Péter CSc egy. tanár, NyME, Fa- és Könnyűipari Technológiai Intézet

Ezek közül most három témára szeretnénk kitérni, nevezetesen a gipszkötésű rostlemezre, a gipszkötésű formatestekre, valamint a faforgács-műanyag kompozitokra.

### **Gipszkötésű rostlemez**

Korábbi kutatómunkánk során sikerült bizonyítani, hogy akácfa rostokból kiváló tulajdonságú gipszkötésű rostlemez készíthető. Az itt leírt kísérletek, melyeket a Mohácsi Farostlemezgyár Rt.-ben végeztünk, annak vizsgálatára irányultak, hogy a gyár közelében működő műanyag csomagolóanyag gyártó üzemből keletkező szál hulladék felhasználása nem akadályozza-e a lemezképzést, illetve hogyan befolyásolja a farostlemez tulajdonságait. A csomagolóanyag gyárban polipropilén alapanyagú zsákokat gyártanak; e tevékenység folyamán keletkezik a szál hulladék.

A szál hulladék bedolgozásának vizsgálata céljából kétféle lemezféleséget készítettünk:

- gipszkötésű farostlemez akácfa rostokból,
- gipszkötésű farostlemez akácfa rostokból, 10 m% szál műanyag adagolással.

A lemezképzés nedves gyártási eljárással történt. A defibrátorból érkező vizes rosthalmazt gipsszel, vízzel és kötőgyorsítóval kevertük. A műanyag szál hulladékot tartalmazó lemezek esetében a 2 mm széles és 0,5-0,8 mm vastag műanyag szálakat 50 mm hosszúságúra vágtuk, és a mátrixhoz kevertük. Az elegyet laboratóriumi körülmé-

nyek között, alátétlemeze fektetett szitára terítettük. A tömörítést hideg présben végeztük.

Az alaplamezek és a műanyag hulladékkal kevert lemezek tulajdonságait az **1. táblázatban** foglaltuk össze. A kísérletek során szerzett tapasztalatok egyértelműen bizonyították, hogy az alkalmazott szál műanyag a gipsz-farost mátrix létrejöttét, a gipsz kikötését nem zavarta. A valamivel gyengébb fizikai-mechanikai tulajdonságok a szál műanyag méreteire vezethetők vissza, valamint az elkeverés egyenetlenségére. Kisebb rostok használatával, és megfelelő keverési technológiával feltehetőleg a hagyományos farostlemez tulajdonságaival megegyező, vagy annál jobb termékeket is elő lehetne állítani. A másodnyersanyag újrahasznosítása azonban még a jelenleg elért, valamelyest gyengébb műszaki tulajdonságok mellett is indokoltá teheti a szál műanyag hulladékok beépítését a gipszkötésű rostlemezbe.

A MOFA Rt. közelében lévő gyár szál hulladékát a farostlemezgyárba szállítva kis költséggel létre lehet hozni egy gipszkötésű gyártó sort, amely ipari gipsszel (hulladék gipsz), a gyárban készített farostokkal és a szál műanyag hulladékkal kevert építőlapokat gyárthatna. További vizsgálatokat igényel a szál műanyag előkészítése, dezintegrálása.

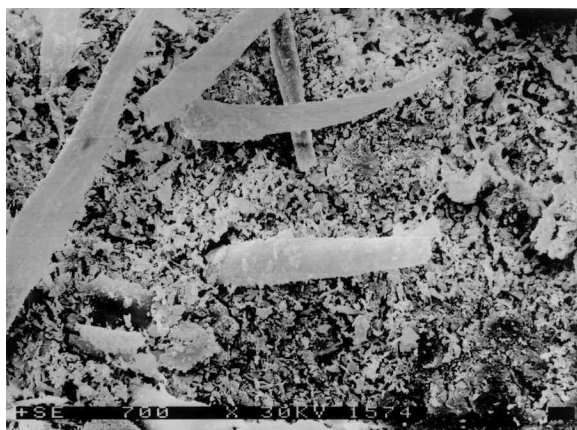
**1. táblázat** – Akácfa rostból, valamint szál műanyag hulladék bekeverésével készült gipszkötésű farostlemez tulajdonságai

Farostlemez tulajdonság megnevezése	Mértékegység	Mért értékek egyes lemeztípusoknál	
		Akácfa rostlemez gipszkötéssel	Akácfa rostból és szál műanyag hulladékból készült gipszkötésű lemez
Víz-gipsz tényező		0,6	0,6
Térfogati sűrűség	kg/m <sup>3</sup>	1113	1132
Hajlítószilárdság	N/mm <sup>2</sup>	4,99	4,27
Lapsíkra merőleges húzószilárdság	N/mm <sup>2</sup>	0,39	0,31
Vastagsági dagadás 2 órás vízben áztatás után	%	0,45	0,52
Vastagsági dagadás 24 órás vízben áztatás után	%	0,98	1,11

## Gipszkötésű formatestek

A Nyugat-Magyarországi Egyetem Lemezipari Tanszékén közel két évtizede folyó, új szervesen kötött kompozitok kifejlesztésére irányuló kutatások eredményeképpen kifejlesztésre került egy új gipszkötésű rostlemez, mely három hulladékanyag, papír-ill. cellulózgyári rostiszap, az erőművek füstgázának kéntelenítéséből származó ún. REA-gipsz és a szalmacellulóz-gyártás melléktermékeként keletkező precipitált mészszipap másodnyersanyagként történő hasznosításának útján jött létre. E termék mikroszkopikus szerkezetét szemlélteti az **1. ábrán** látható elektronmikroszkópos felvétel. A három alapanyag egy közös termékben hasznosul, melynek kiemelkedő tulajdonságait a **2. táblázat** foglalja össze.

Az új termék és az elkészítésére vonatkozó eljárás DE 42 32 760 C1 szám alatt német és 219 875. NSZO C04B11/0 szám alatt magyar szabadalomban részesült.



**1. ábra** – Rostiszap vázszerkezetű gipszkötésű rostlemez. Nagyítás 700x (Takáts 2003)

**2. táblázat** – Háromféle másodnyersanyag bázisán kialakított innovatív gipszkötésű formatestek műszaki tulajdonságai (Takáts 2003)

Sűrűség:	1050-1200 kg/m <sup>3</sup>
Hajlítószilárdság:	4,5-8,0 MPa
Rugalmassági modulus:	3200-4700 MPA
Hővezető képesség:	0,30 W/m K
Csavarállóság:	30-55N/mm
Vastagsági dagadás (2 óra)	0,8-1,0 %

A kutatás a lapalapú termékeken kívül a gipszkötésű formatestek, stukkók irányában is megindult (**2. ábra**). A gipsz és farost keverékéből készült formatestek súlya a tiszta gipsz idomoknak mindössze harmada. A közelmúltban elnyert, T 043399 sz. OTKA pályázat keretében ez a munka tovább folytatódik. A kutatómunkában részt vesznek többek között az NYME Fa- és Könnyűipari Technológiák Intézetének és a Kecskeméti Nemzetközi Kerámia Stúdióinak az oktatói és kutatói.

## Impregnált papírhulladék forgácslap-ipari felhasználása

A falemezgyártás során keletkező hulladékok (ún. másodnyersanyagok) újrahasznosítása az utóbbi időben egyre nagyobb jelentőséget nyer. A NYME Lemezipari Tanszékén már korábban is folytak kísérletek az impregnált papír forgácslap-gyártásban történő újrahasznosítására. Ezek során vegyes faforgácsot és aprított impregnált papírt használva készítettünk háromrétegű lapokat 5, 10 és 20 %-ban a faforgácshoz hozzákevert impregnált papír hulladékkal, valamint egy kontroll lapot papír hozzáadása nélkül. Ezen vizsgálatok során minden esetben 10 % karbamid-formaldehid műgyantát használtunk kötőanyagként, tehát a kötőanyag tartalom mindvégig állandó volt, míg a hozzáadott impregnált papír mennyiségét változtattuk.



**2. ábra** – Gipszkötésű formatestek

Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit röviden összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kontroll laphoz képest a hajlítószilárdság maximálisan 21 %-kal, a lapsíkra merőleges húzószilárdság 33 %-kal nőtt, a vastagsági dagadás pedig 58 %-kal csökkent. Ezen előnyös változások mellett sajnálatos módon a lehasadó formaldehid tartalom maximálisan a bázislapnál mértnek a duplájára nőtt, bár még így is alatta maradt a szabványban előírt 8 mg/100g határértéknek.

Az eredmények azt bizonyítják, hogy:

- a hulladékként jelentkező impregnált papír jelentős mennyiségben bevihető a forgácslapba a fizikai tulajdonságok jelentős javulása mellett, illetve
- a bevitt impregnált papírral csökkenthető a forgácslap gyártásához szükséges gyan-tamennyiség.

Ezekre az eredményekre alapozva egy újabb kísérletsorozatot is végrehajtottunk, melynek során az impregnált papírhulladék arányát tartottuk állandó értéken, nevezetesen a korábbi vizsgálatok során maximális szilárdsági javulást eredményező 20 %-on, és a kötőanyag mennyiségét változtattuk.

A kísérletek során a fenti alapanyagokat használva készítettünk egyrétegű lapokat a faforgácshoz 20%-os arányban hozzákevert impregnált papírhulladékkal, 0, 5 illetve 10 %-ban adagolt karbamid-formaldehid műgyantával, valamint kontroll lapokat papír hozzáadása nélkül, 5 % ill. 10 % műgyantával. A lemezek készítésénél alkalmazott keverési arányokat a **3. táblázat** tartalmazza.

A kísérletek folyamán csak egyrétegű forgácslapokat készítettünk, középforgács alapanyagból. Az elkészült lapokból kivágott próbatesteken vizsgáltuk a térfogati sűrűséget, statikus hajlítószilárdságot, a lapsíkra merőleges szakítószilárdságot, a vastagsági dagadást, valamint a lehasadó formaldehid tartalmat.

A kísérleti eredményeket a **4. táblázat** tartalmazza, a **3. és 4. ábra** pedig grafikusán is szemlélteti azokat. Az egyrétegű szerkezet természetesen befolyásolja mind a szilárdsági értékeket, mind pedig a vastagsági dagadás értékét, amely az egyrétegű laboratóriumi lapoknál általában magasabb értéket eredményez, mint a háromrétegű (finom fedőrétegű) forgácslapok esetében.

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy a 20 %-ban adagolt impregnált papír használata igen kedvezően hat a szilárdsági paraméterekre. A **3. ábrán** látható, hogy akár műgyanta hozzáadása nélkül is gyártható olyan forgácslap, amelynek a hajlítószilárdsága meghaladja a száraz körülmények között alkalmazható 16 mm-es lapokra előírt minimum értéket (13 N/mm<sup>2</sup>). Azokban az esetekben, amikor karbamid-formaldehid műgyantát is adagoltunk a keverékhez, a hajlítószilárdság értékei minden esetben elérték a kontroll 10 % gyan-tartalmú lapok értékeit, függetlenül attól, hogy a gyanta mennyisége 5 % vagy 10 % volt, illetve attól, hogy a gyanta mennyiségét az impregnált papír plusz a faforgács

**3. táblázat** – A kísérleti lapok elkészítéséhez alkalmazott keverési arányok

No.	Impregnált papír (%)	KF (%)	Edző (kg)	Gyanta (kg)	Impregnált papír (kg)	Szárított forgács (kg)
1	20	0	0	0	0,56	2,292
2	20	5*	0,009	0,133	0,533	2,183
3	20	10*	0,017	0,255	0,509	2,084
4	20	5**	0,007	0,108	0,538	2,204
5	20	10**	0,013	0,207	0,519	2,123
6	0	5	0,009	0,133	0	2,729
7	0	10	0,017	0,255	0	2,605

\* 5 % ill. 10 % KF műgyanta a forgács és az impregnált papír együttes abszolút száraz tömegére vonatkoztatva

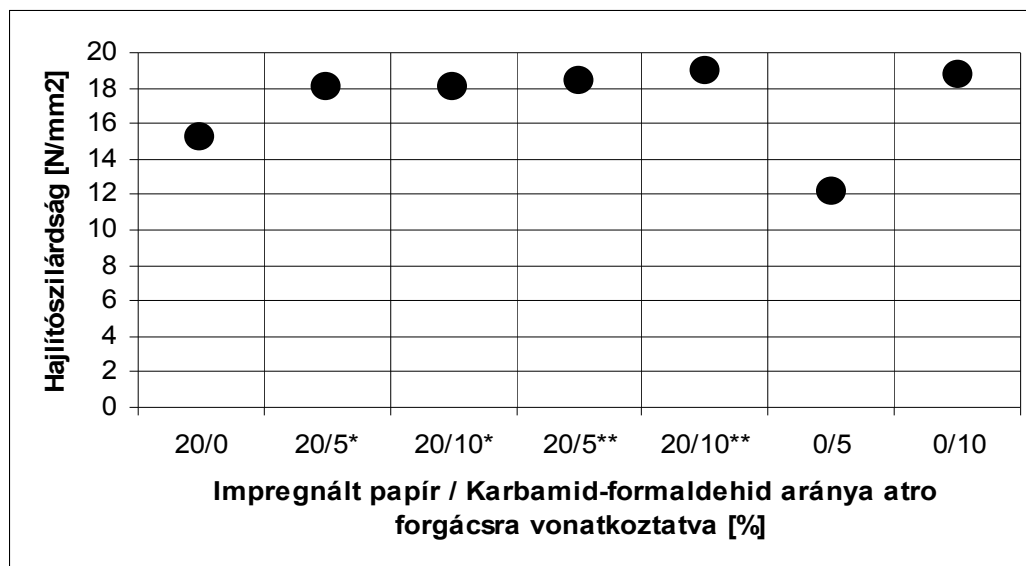
\*\* 5 % ill. 10 % KF műgyanta csak a forgács atro tömegére vonatkoztatva

**4. táblázat** – A faforgácsból és impregnált papírhulladékból készített kompozitok fizikai és mechanikai tulajdonságai

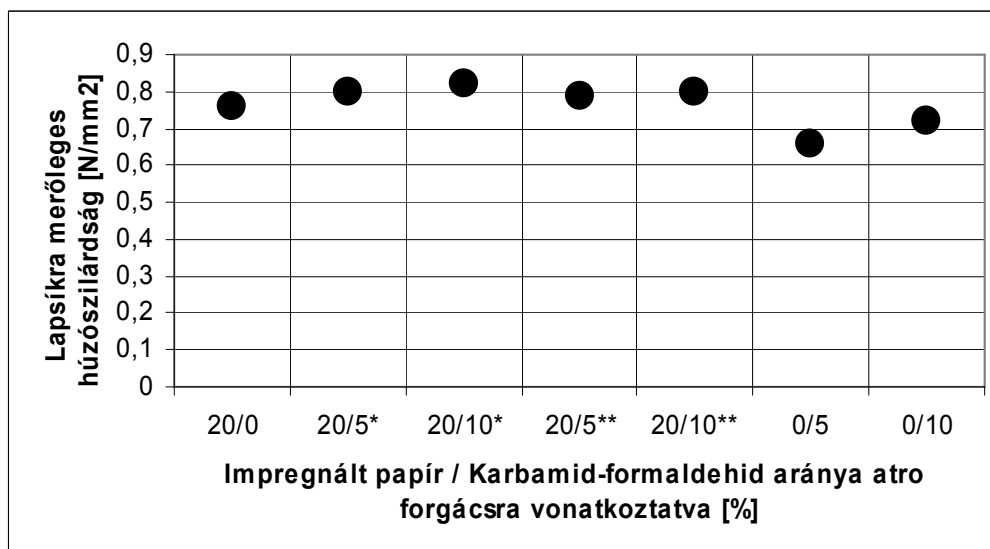
No.	IP/KF %	Térf. sűrűség kg/m <sup>3</sup>	$\sigma_{hajlító}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{\perp}$ húzó N/mm <sup>2</sup>	Vastagsági dagadás %	Formaldehid emisszió mg/100g
1	20/0	747	15,27	0,76	38,8	3,61
2	20/5*	718	18,08	0,8	30,6	4,82
3	20/10*	718	18,06	0,82	23,1	5,31
4	20/5**	757	18,39	0,79	28,2	4,5
5	20/10**	742	18,99	0,8	22,9	5,25
6	0/5	708	12,17	0,66	31,2	1,98
7	0/10	726	18,8	0,72	26,7	2,61

\* 5 % ill. 10 % KF műgyanta a forgács + az impregnált papír atro össztömegére vonatkoztatva

\*\* 5 % ill. 10 % KF műgyanta csak a forgács atro tömegére vonatkoztatva



**3. ábra** – A kompozit lapok hajlítószilárdsága az impregnált papír és a kötőanyag mennyiségének függvényében



**4. ábra** – A kompozit lapok lapsíkra merőleges húzószilárdsága az impregnált papír és a kötőanyag mennyiségének függvényében

együttes abszolút száraz ösztömege vagy csak a faforgácsok tömege alapján számítottuk-e.

A lapsíkra merőleges húzószilárdság értékei különösen kedvezőek, hiszen a 20 % impregnált papír hozzáadásával készült lapok értékei minden esetben meghaladták a kizárólag műgyanta felhasználásával készített lapok hasonló értékeit. Az értékek minden esetben meghaladták az ide vonatkozó szabvány által előírt értéket (0,35 N/mm<sup>2</sup>) is.

A lehasadó formaldehid tartalom magasabb ugyan az impregnált papír hozzáadása nélkül készített lapokénál, de még így is jóval alatta maradt a szabványban előírt 8 mg/100g határértéknek.

Az eredmények – és elsősorban a szilárdsági értékek – alapján kijelenthetjük, hogy a szabványban előírt követelményeknek megfelelő forgácslapok akár karbamid-formaldehid műgyanta adagolása nélkül is gyárthatók, kizárólag a 20 %-ban a faforgácshoz kevert, darált impregnált papírhulladék adagolásával. Amennyiben még magasabb hajlítószilárdsági értékeket kívánunk elérni, akkor elegendő 5 % műgyanta hozzáadása, amely a 10 % műgyanta felhasználásával gyártott hagyományos forgácslapokénak megfelelő szilárdságot biztosít.

### **Összefoglalás**

A sarangolt ipari faválasztékok magasabb értékű hasznosítását, illetve az alternatív lignocellulóz anyagok és másodnyersanyagok bevonását célzó szerteágazó kísérletek eredményei közül három sikeres példa került bemutatásra. A kísérletek eredményeképpen megállapítottuk, hogy:

- Szálas műanyag hulladék akácfa rostokból készített gipszkötésű farostlemezekbe történő beépítésével az eredeti termék tulajdonságaival majdnem megegyező lemezek készíthetők. A tulajdonságok tovább javíthatók a műanyag hulladék további aprításával, egyenletesebb keverésével.

- Papír- ill. cellulózzgyári rostiszap, REA-gipsz és precipitált mészsizap hasznosításával nemcsak kitűnő tulajdonságú szervesetlen kötésű farostlemezek készíthetők, de olyan formatestek is, melyeknek súlya a gipszből készült idomtestekének mindössze harmadrésze.
- Az impregnált papírhulladék forgácslapgyártásban történő hasznosításának vizsgálatát tovább folytatva megállapítottuk, hogy a szilárdság szempontjából 20% papírhulladék beépítése kiválthatja a karbamid formaldehid ragasztóanyag alkalmazását. Bár ez a formaldehid-emisszió emelkedésével jár, a kibocsátás továbbra is az előírt értékeken belül marad.

### **Köszönetnyilvánítás**

A cikkben közölt kutatások az NKFP Erdő-Fa Program, illetve a T 043399 sz. OTKA pályázat támogatásával jöttek létre. A szerzők megköszönik a Falco Rt. és a MOFA Rt. anyagi és erkölcsi támogatását.

### **Irodalomjegyzék**

1. Takáts P. 2003. *Új szervesetlen kötésű lemezek, formatestek*. Faalapú kompozitok fejlesztési irányai Konferencia, Sopron
2. Winkler A. 1998. *Faforgácslapok*. Dinasztia Kiadó, Budapest
3. Winkler A. 1999. *Farostlemezek*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
4. Winkler A., Takáts P., Alpár T., Bejó L. 2005a. *NKFP Erdő és Fa Kutatási program, 5.1 Tervezett tulajdonságú (irányított szerkezeti felépítésű) termékek gyártása hazai fafajokból (OSB, LSL, Gipszkötésű lapok, faforgács és műanyag kompozitok)*. Kutatási zárójelentés, NyME, Sopron
5. Winkler A., Alpár T., Bittmann L. 2005b. *NKFP Erdő és Fa Kutatási program, 5.2 Rostalapú nyersanyagok (fa- és mezőgazdasági rostos anyagok) felhasználásával készült új termékek (közepes, nagy sűrűségű és gipszkötésű rostlemezek)*. Kutatási zárójelentés, NyME, Sopron