

A már kész lámpaernyők merevítéséhez drótvázakat készítettünk, amelyek lehetővé tették az ernyők rögzítését az izzó foglalata körül. Nehézséget jelentett a mintás papírok feldolgozása, mivel a száradás következtében sok papír felhullámosodott, így használhatatlanná vált. A várossziluetet ábrázoló papír (12. ábra) esetében a legnagyobb kihívást az jelentette, hogy úgy merítsük rá a második réteget, hogy az ne rongálja meg.



12. ábra Félköríves kész lámpabura várossziluettel

A préselt növények felhelyezéséhez egy méretarányos sablont alkalmaztunk, hogy a levelek semmi esetre se lógnanak ki a felhasználni kívánt területről és ne kerüljenek varrási pontra. A ginkgo biloba esetén problémát jelentett, hogy mivel a levél felszíne viaszos jellegű, így az egyik papírréteget „ledobva” magáról, levegős lett az alappapír, mely a papír

merevsége miatt az összeállítás során könnyen meg is repedhet (13. ábra).



13. ábra Ginkgo biloba levelekkel díszített lámpabura

### Irodalomjegyzék

1. Kalmár P.: A kétezer éves papír Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1980.
2. Vámos Gy. (szerk.): Papíripari kézikönyv Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1980
3. [http://www.dipa.hu/a\\_gyar](http://www.dipa.hu/a_gyar) (Megtekintve: 2014.03.27.)
4. <http://www.repulolampas.hu/tortenete> (Megtekintve: 2014.03.04.)
5. [hu.wikipedia.org/wiki/holegballon](http://hu.wikipedia.org/wiki/holegballon) (Megtekintve: 2014.04.03.)
6. The Canadian Electric Light, by Nigel Bunce and Jim Hunt
7. <http://natgeotv.com/hu/lampaerno/tartalom> (Megtekintve: 2014.03.04.)

## EcoPaperLoop : Csomagolóipari termékek újrahasznosíthatósági értékelése

Keresztes János<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nyugat-magyarországi Egyetem  
Simonyi Károly Kar, Papírkutató Intézet

### Abstract

Új laboratóriumi módszert fejlesztettünk ki az újrahasznosításra szánt csomagolási termékek minőségének megállapítására az ECOPAPERLOOP projekt keretein belül. Az eljárás szimulálja az ipari folyamatokat a csomagolóanyagok újrahasznosítása során.

A módszer megállapítja a csomagolóanyagok rejekt tartalmát, a szilánktartalmát, a ragacsanyagok mennyiségét, a hamutartalmat és természetesen a rosthazamot.

Az eredmények értékelésénél megállapítottuk, hogy a különböző csomagolóipari termékek (hullámlemez doboz, folyadékcsomagoló, ...) vizsgált tulajdonságai

között nagy eltérések tapasztalhatók. Kimutattuk továbbá, hogy a termék kategóriákon belül is jelentősen változnak a mért paraméterek. A csomagolóanyagok előállításánál felhasznált alapanyagok, a ragasztók típusa és mennyisége, a hozzáadott nem papír elemek, mint ablak fóliák vagy a ragasztó szalagok befolyásolják az eredményeket. A csomagolóanyagok újrahasznosíthatóságának felmérése után kialakíthatunk egy pontozási rendszert.

### Kulcsszavak

EcoPaperLoop, csomagolóanyagok, újrafelhasználhatóság, ragacsanyag

**Bevezetés**

Az európai papírpár számára az újrahasznosított papír nagyon fontos nyersanyag. Az Európai Unióban 2011-ben a használt papírok 51 %-át használták fel újra papírgyártásra. Az újrahasznosított papírokban található szennyeződések, úgy mint nem papír anyagok, szilánktartalom, ragacsanyagok, prolmát okozhatnak a gyártási folyamat során. Ezeket a szennyeződések el kell távolítani annak érdekében, hogy az újrahasznosított papír használata során is hasonló minőségi szintet érjünk el, mint az elsődleges rost felhasználásakor. Továbbá a papírgépet meg kell védeni a ragasztók felhalmozódásától, mert ez problémá okozhat a papírgyártás során, szakadások, papírhibák keletkezhetnek.

A csomagolóanyagok előállításakor a papírt vagy kartont gyakran kombinálják más anyagokkal (pl. műanyag vagy alumínium fólia, bevonatok). Annak érdekében, hogy javítsuk a csomagolóipari termékek újrahasznosíthatóságát, szükséges egy közös vizsgálati és értékelési módszer és egy értékelő rendszer kidolgozása.

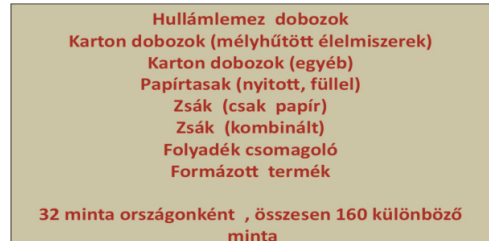
Az ECOPAPERLOOP projekt egy közép-európai program, melyet az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogat. A munkában 5 ország 10 intézete vesz részt az 1. ábra szerint.



1. ábra A résztvevő szervezetek

A program szerint kidolgoztunk egy új módszert, mely laboratóriumi körülmények között értékeli a csomagolási termékek újrahasznosíthatóságát. A Round Robin tesztek elvégzése után a négy közreműködő laboratórium az újrahasznosítási módszert már jóváhagyta és hitelesítette. A laboratóriumi vizsgálatok során a 4 laboratórium azonos termékeket vizsgált: hullámlemez doboz, élelmis-

zeripari kartondoboz és folyadékcsomagoló. A továbbiakban országonként 8 különböző mintát vizsgáltunk, mintánként 4 különböző terméket a 2. ábra alapján.

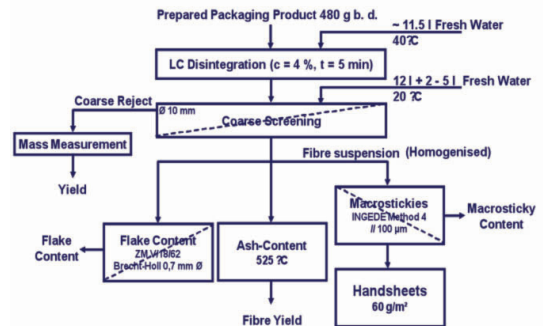


2. ábra Csomagolóanyagok típusa

A mintákhoz tartozó kérdőíveken megkaptuk azokat az információkat, mely alapján a ragasztóanyagok típusát, mennyiségét, a gépek beállítását ismertük meg. Az információk és a laboratóriumi vizsgálatok eredményeinek összegyűjtésével és feldolgozásával létre lehet hozni a felhasználhatósági kritériumok osztályozási rendszerét, hasonlóan a grafikai termékek pontszám szerinti értékeléséhez az INGEDE 11 módszer szerint.

**Laboratóriumi eljárás – Round Robin teszt**

Az eredmények összehasonlíthatósága érdekében a német, olasz, szlovén és magyar kutatóintézetek laboratóriumaiban Round Robin tesztet végeztünk 3 különböző csomagolóanyagból (hullámlemez doboz, élelmiszeripari kartondoboz és folyadékcsomagoló). Ezeket a mintákat a darmstadti egyetem gyűjtötte és küldte szét a laboratóriumok részére. Az újrahasznosítás laboratóriumi módszerét a 3. ábrán mutatjuk be, mely a teljes folyamatot ábrázolja.



3. ábra A csomagolóanyagok újrahasznosíthatósági tesztjének folyamata

**Az eljárás bemutatása**

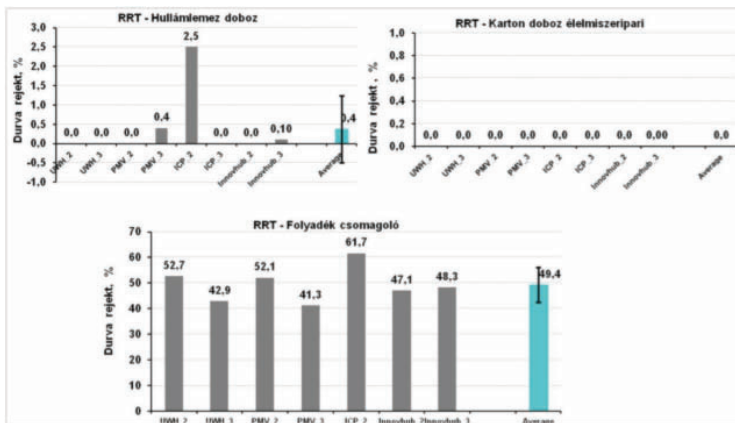
A vizsgálat során 480 g abszolút száraz anyagot használunk fel. Először meghatározzuk a csomagolóanyagon a ragasztott rész mennyiségét. A mintanyagot tenyér méretű darabokra vágjuk és alacsony szárazanyag tartalom mellett (4%) laboratóriumi pulperben rostosítjuk 5 percig. A rostosított mintát durva szűrőn szűrjük. A durva szűrést több lépésben, a minta mosásával végezzük 10 mm átmérőjű lyukat tartalmazó szitán. A rostokat és a nem papír komponenseket így elválasztjuk egymástól. A durva rejekt tömegét megmérjük és így meghatározzuk a hozamot. A szuszpenzióból meghatározzuk a hamutartalmat 525 °C-on , így a rosthozamot is megismerjük. A továbbiakban a szuszpenzióból meghatározzuk az

ún. szilánktartalmat 0,7 mm réselésű szitán. A továbbiakban ragacsanyag-tartalom méréséhez 100 µm réselésű szitán engedjük át az anyagot és az INGEDE 4 módszer szerint meghatározzuk a mennyiségét. Ezen kívül a laboratóriumi lapképzőn mintalapokat is készítünk az inhomogenitás szemrevételezésére.

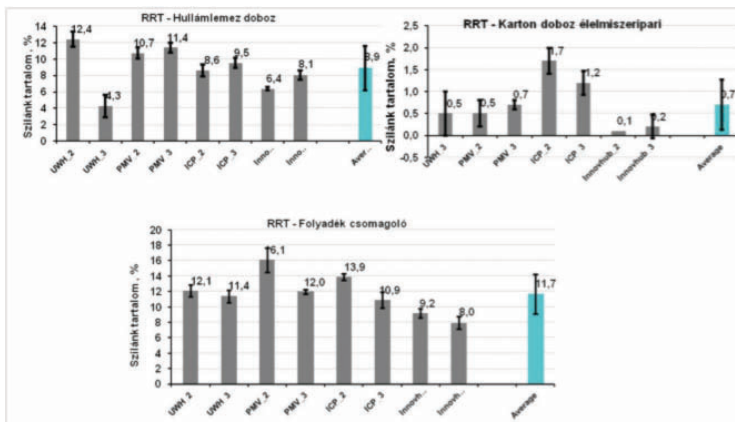
**Eredmények és értékelés**

A 4. és 5. ábra a Round Robin teszt eredményeit mutatja be. A résztvevő laboratóriumok a három termék kategóriát (hullámlemez, élelmiszeripari kartondoboz, folyadék csomagoló) tesztelték az 3. ábra alapján.

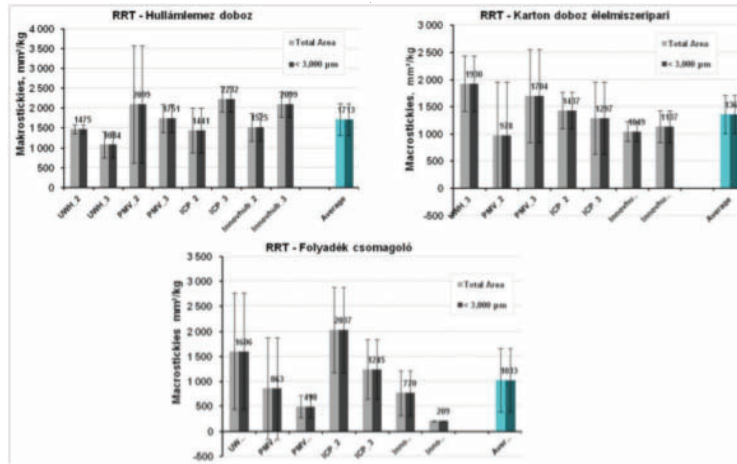
Meg kell állapítani, hogy a bemutatott eredmények a teljes termék kategóriára nem érvényesek, csak



4. ábra Round Robin Test – Durva rejekt tartalom



5. ábra Round Robin Test – Szilánktartalom



6. ábra Round Robin Test – A különböző termékek ragacsanyag tartalma

a vizsgált mintára. A sávok a számtani középértékek, illetve a minimum és maximum értékek a laboratóriumok mérésének átlagai alapján. Minden oszlop tetején láthatjuk az átlagértékeket. A hibahatárok mutatják a standard eltérést a négy laboratórium tesztje alapján.

A 4. és 5. ábra mutatja a három termék durva rejekt és szilánktartalmát. Ebből világosan látszik, hogy a vizsgált termék kategóriától függően az eredményekben jelentős eltérés mutatkozik. A hullámlemez, valamint az élelmiszeripari kartondoboz durva rejekt tartalma közel van a nullához, mert a gyártásnál nem használtak nem papír alapú komponenseket. Ezzel ellentétben, a folyadékcsomagoló durva rejektje közel 50 %.

Ez annak a ténynek köszönhető, hogy a termék nagy mennyiségben tartalmaz nem papír alapanyagot, úgymint polietilént és alumíniumot, melyek megakadályozzák a folyadék esetleges súlycsökkenését és minőségi romlását.

A szilánktartalom mérésének eredményeit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a hullámlemez doboz szilánktartalma magasabb, mint az élelmiszeripari kartondobozé. Ez a hullámlemez doboznál használt nagyobb mennyiségű reciklált rostok eredménye, míg az élelmiszeripari kartondoboz gyártásánál nagyobb arányú a primer rostok alkalmazása. A folyadékcsomagolónál a magas szilánktartalmat a kisebb műanyag szemcsék okozhatják, mivel a rost ebben az esetben primer rost.

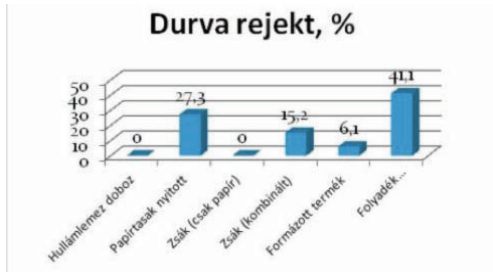
A három termék Round Robin tesztjének ragacsanyag tartalom mérési eredményeit mutatja be a 6. ábra. Két különböző oszlop látható mindegyik kategóriában. A teljes terület magában foglalja az összes észlelt ragacsanyag mennyiségét, amely nagyobb mint 100 µm átmérőjű.

A második oszlop a 3.000 µm átmérőnél kisebb részeket mutatja be, amely valójában nem különbözik ebben a példában. Ennek az az oka, hogy a nagy ragadós részecskéket (pl. 3.000 µm feletti) nagyon könnyen el lehet távolítani szűrővel az ipari folyamatokban.

A veszélyes ragadós részecskék kisebbek, ezeket szűrővel nem lehet teljesen eltávolítani, ezért ezt a méretkategóriát (3.000 µm alatt) külön értékeljük. Miután a Round Robin teszt laboratóriumi eredményei alapján érvényesítettük a módszert Németországban, Magyarországon, Olaszországban és Szlovéniában, 8 különböző terméket teszteltünk. A következő két ábra magyar csomagolóipari termékek vizsgálati eredményeit mutatja.

Az eredmények hét termék kategória 4-4 különböző mintájának átlageredményei.

A 7. és 8. ábra mutatja, hogy az egyes kategóriák között az eredményekben jelentős az eltérés. A hullámlemez és az élelmiszeripari kartondoboz, illetve a csak papírból készült zsák durva rejekt tartalma gyakorlatilag 0. Ezek a termékek a rostosítás során teljesen rostjaira bomlanak, nem tartalmaznak nem rost alapú anyagokat (műanyag, stb.).



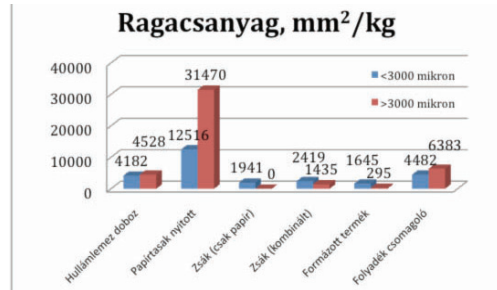
7. ábra A különböző termékek durva rejekt tartalma

A kombinált zsákoknál, folyadékcsomagolónál, papírtasaknál a használt nem papír komponensek és a nedves-szilárdító vegyszerek miatt a durva rejekt jelentős mennyiség.

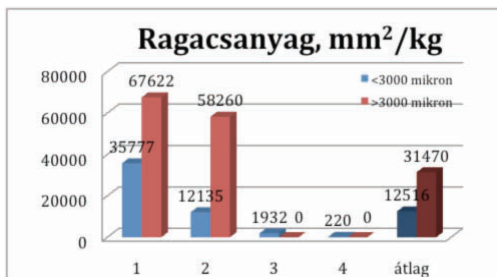


8. ábra A különböző termékek szilánktartalma

A termékkategóriák szilánktartalma is jelentősen különbözik. A szilánktartalom azért különböző, mi-vel a rostosítás során rostkötegek is maradnak, illetve az apró nem papír alapanyagok is átmennek a durva szűrőn. Az 9. ábra a ragacsanyag terhelést mutatja meg a különböző kategóriákban. Minden kategóriában megkülönböztetjük a teljes ragacsos területet és a 3,0 µm átmérőnél kisebbeket, amelyek át tudnak hatolni az ipari szűrési folyamatokon. Megállapíthatjuk, hogy a termékkategóriák közül a zsákok (tisza papír és kompozitok), folyadék csomagoló és formázott termékek átlagosan kis tartományban, 1.500 és 2.000 mm<sup>2</sup>/kg termék mozognak. Hullámlémez dobozoknál átlagosan 3.000 mm<sup>2</sup>/kg termék, amelynek az az oka, hogy a hullámlémez dobozok alappapírja visszanyert rostból készült. A legmagasabb érték, 44.000 mm<sup>2</sup>/kg termék a zsákoknál tapasztalható. A következő, 10. ábra bemutatja, hogy azonos termékkategória esetén az egyes minták között is nagy különbségek vannak.



9. ábra A ragacsanyagok mennyisége a különböző termékekben



10. ábra A durva rejekt és a ragacsanyag tartalom különböző papírtasakok esetén

### Összefoglalás

Az eredmények értékelése alapján kialakítható egy pontrendszer, amelynek a maximális értéke 100 pont. Az egyes pontszámok a mért eredmények alapján kerülnek megállapításra.

A jelenlegi munka célja egy értékelési rendszer létrehozása, mely a csomagolóanyag tervezőket és gyártókat arra ösztönzi, hogy olyan termékek kerüljenek piacra, melyek könnyen és minél nagyobb hozammal újrahasznosíthatóak.

### Irodalomjegyzék

1. N.N.: Papier 2013 - Ein Leistungsbericht. Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Bonn, 2013
2. N.N.: Assessment of Print Product Recyclability - Deinkability Test. INGEDE Methode 11, International Association of Deinking Industry (INGEDE), July 2012
3. N.N.: Assessment of Printed Product Recyclability - Deinkability Score. European Recovered Paper Council (ERPC), Brussels, 17.03.20009
4. N.N.: Recyclability Test for Packaging Products (5th Draft), ZELLCHEMING Leaflet, Institution for Paper Science and Technology (PMV), TU Darmstadt