

# **Hullámtermékek alappapírjainak termikus azonosítása a hullámtermék mechanikai teherviselő képességének függvényében**

Beszámoló  
doktoranduszi tevékenységről

**Tóth Barnabás<sup>1</sup>**

Témavezetők:

**Dr. Koltai László<sup>2</sup>**

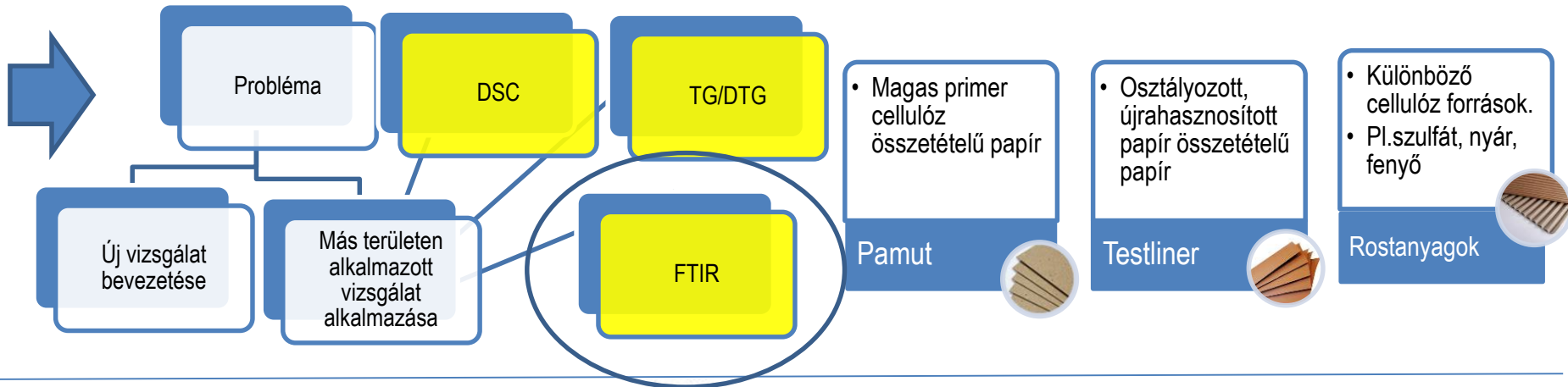
**Dr. Böröcz Péter<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola;

<sup>2</sup> Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar

<sup>3</sup>Széchenyi István Egyetem, Csomagolásvizsgáló laboratórium

# A különböző vizsgálatok indokoltsága



## Megoldási lehetőség:

- A polimereknél jól alkalmazható anyagszerkezet vizsgálat, valamint FTIR

## Indokoltság:

- Papírösszetétel vizsgálat
- Papírazonosítás, **termikus analízis**
- Komplex anyagi összetétel.
- **FTIR kiegészítő** vizsgálat alk.
- Fantázia nevek a gyártók által  
Pl. Euro-Testliner stb.

Vizsgálati módszerek

Mechanikai vizsgálatok

Kémiai vizsgálatok

	<p>Hullástermékek vizsgálata</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- alappapírok vizsgálati módszerei,</li> <li>- HPL termékek vizsgálati módszerei,</li> <li>- HPL dobozok vizsgálata,</li> <li>- torlópréssén végzett vizsgálatok (RCT, CMT, CCT, ECT, FCT, BCT).</li> </ul>			
	DSC	TG	DTG	FTIR
	Magas cellulóz tartalmú papírok / hullástermékek	Válogatott hulladékpapírból készült alappapírok / hullástermékek	Válogatatlan hulladékpapírból készült alappapírok / hullástermékek	Alappapírok

# Kutatás céljai & időtervezet

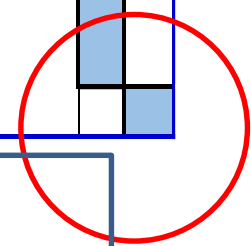
FELADATOK		FÉLÉVEK							
		17/18_1	17/18_2	18/19_1	18/19_2	19/20_1	19/20_2	20/21_1	20/21_2-
1. DSC vizsgálati módszer alkalmazhatósága a papíripari termékek eseté	Szakirodalmi kutatás	■							
2. DSC értékek meghatározása a papír mint összetett rendszert felépítő összetevők vagy alkotók esetében.	Saját vizsgálatok		■						
3. Vizsgálati módszer fejlesztése és optimalizálása	Relatív szórás elemzése			■					
	Pírolízis tartományok elemzése								
	Inflexiós pontok meghatározása								
4. Alappapírok mérése a kifejlesztett vizsgálati módszer alapján	DSC mérések oxidatív körny.				■				
5. Kategórizálási módszer						■			
6. Irodalomkutatás (TG, DTG, DSC)							■		
7. TG-DTG/TG-DSC és DSC mérések alkalmazása a fő alkotó kompon	TG-DTG-re optimalizált							■	
	DSC-re optimalizált								■
8. TG-DTG/TG-DSC és DSC mérések alkalmazása különböző alappapíro	TG-DTG-re optimalizált								■
	DSC-re optimalizált								
9. Eredmények publikálása									■

\*2022

10. FTIR vizsgálat alkalmazása a mintákon



Jelenlegi státusz



# Új módszerek bevezetése

\*2020-2021

TG-termogravimetria

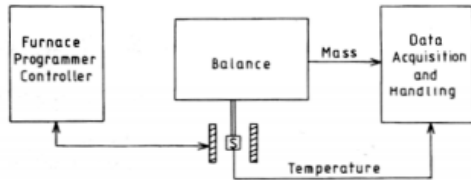
\*LABSYS EVO TG-DSC berendezés



\*2021-2022

FTIR

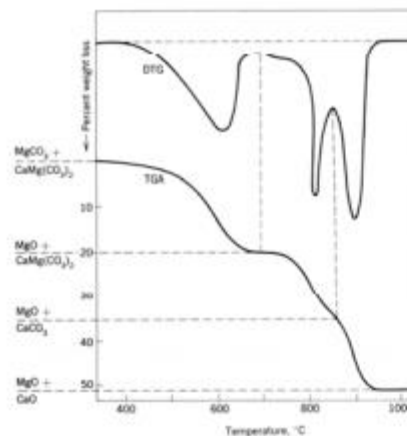
A **termogravimetria** (TG/TGA) a legegyszerűbb és legalapvetőbb termoanalitikai módszer. A műszerben egy analitikai mérleghez kapcsolódik mechanikusan a minta, amely egy elektromosan és programozottan hevített kemencében elhelyezkedik el (termomérleg). A műszer  $\Delta m$  görbét rögzíti a hőmérséklet függvényében.



\*2020-2021

DTG-differenciál termogravimetria

\*Segédeszközök a mintavételezéshez



Más módszerekhez hasonlóan a görbék deriválása (DTG) a termogravimetriában is hasznos: lehetővé teszi finom részletek kiértékelését a görbén.

# A kutatási irányok és a vizsgálat menete

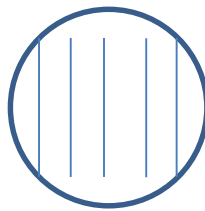
## Vizsgálati megközelítések

TG-DTG (tömegveszteségre optimalizált)

- **Nagyobb mennyiségű** elhelyezett minta.
- Nagy **szabad felület** biztosítása a mintán a környező inert atmoszférában.
- **Pirolitikus folyamatok** legtökéletesebb lezajlásának biztosítása

### Vizsgálat menete

- Inert atmoszféra: **Argon 5.0**
- **25-500°C hőmérséklet tartomány**
- 10°C / per felfűtési sebesség
- Minta tömeg: **9-10 mg** illetve **10-12 mg**
- **Nyitott tégely** használata



\*Minták elhelyezése a tégelyben.

DSC-re optimalizált vizsgálat

### További kutatási terv része!

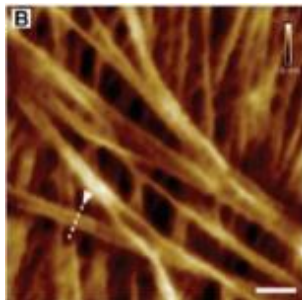
- Megváltoztatott mintevételezés
- Termikus kontaktus növelése a felülettel.

### Mintavételezés



# A vizsgálati minták és csoportjai

## CELLULÓZ



### ROSTANYAGOK

#### PAMUT

Fehérített szulfát nyár

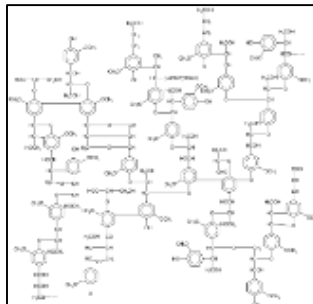
Fehérített szulfát fenyő

Fehérített szulfát bükk

Fehérített szalma

Fehérítetlen szulfát fenyő

## HEMICELLULÓZ & LIGNIN



### KOMPLEX KÉMIAI RENDSZEREK

#### Szulfát/fenyő/nyár/bükk

85% hulladék-15% szulfát fenyő

91% hulladék-9% szulfát fenyő

94% hulladék-6% szulfát fenyő



#### Alappapír: TESTLINER

# Rostanyagok vizsgálata-Pamut

## Pamut minta

1. Szakasz :Nedvességtartalom csökkenés

T: 28.65 and 124.21 (°C)  
Δ1 : 2.276 (%)

T: 124.21 and 246.07 (°C)  
Δ2 : -0.192 (%)

T: 28.65 and 498.64 (°C)  
Δm (mg) -8.944  
Δm (%) -84.694

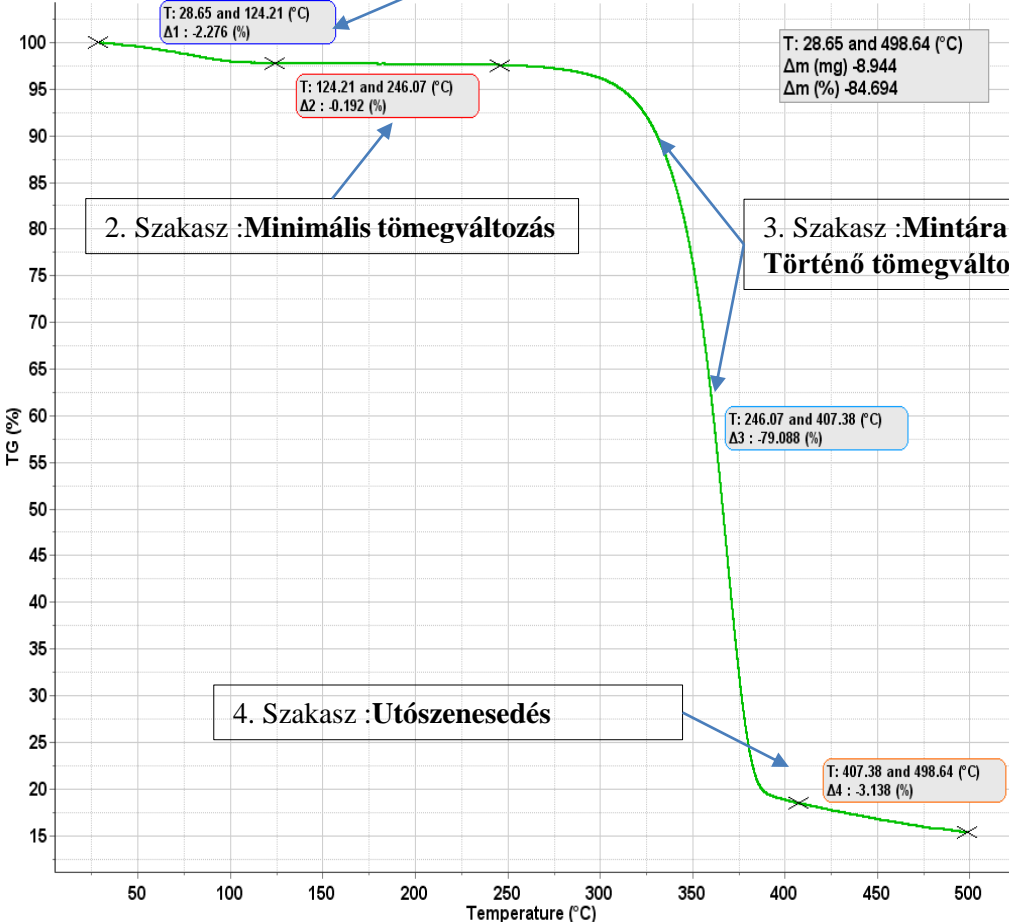
2. Szakasz :Minimális tömegváltozás

3. Szakasz :Mintára specifikusan  
Történő tömegváltozás-pirolízis

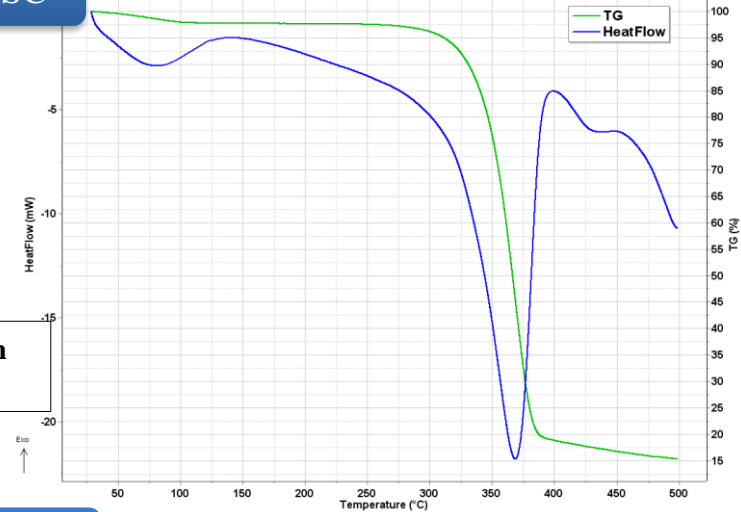
T: 246.07 and 407.38 (°C)  
Δ3 : -79.088 (%)

4. Szakasz :Utószenesedés

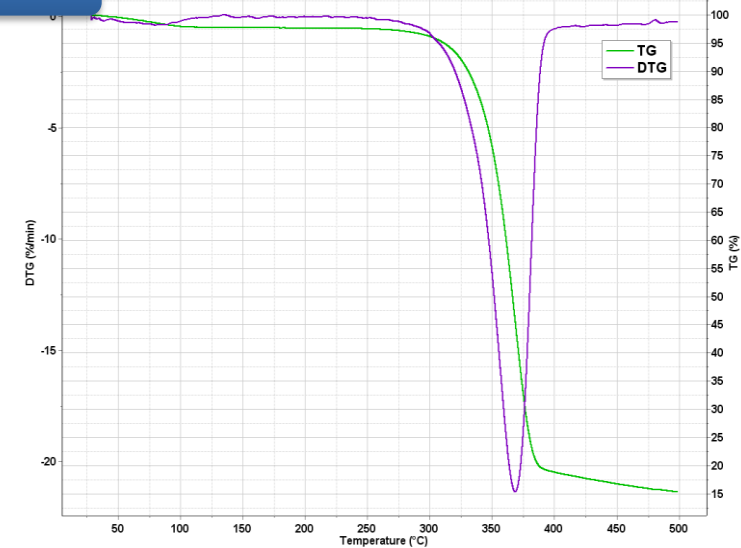
T: 407.38 and 498.64 (°C)  
Δ4 : -3.138 (%)



## TG-DSC



## TG-DTG





# Komplex kémiai rendszerek vizsgálata-Testliner alappapír

## Testliner minta

1. Szakasz :Nedvességtartalom csökkenés

T: 28.42 and 126.80 (°C)  
Δ1 : -2.645 (%)

T: 126.80 and 211.92 (°C)  
Δ2 : -0.363 (%)

T: 28.42 and 498.67 (°C)  
Δm (mg) -7.435  
Δm (%) -68.648

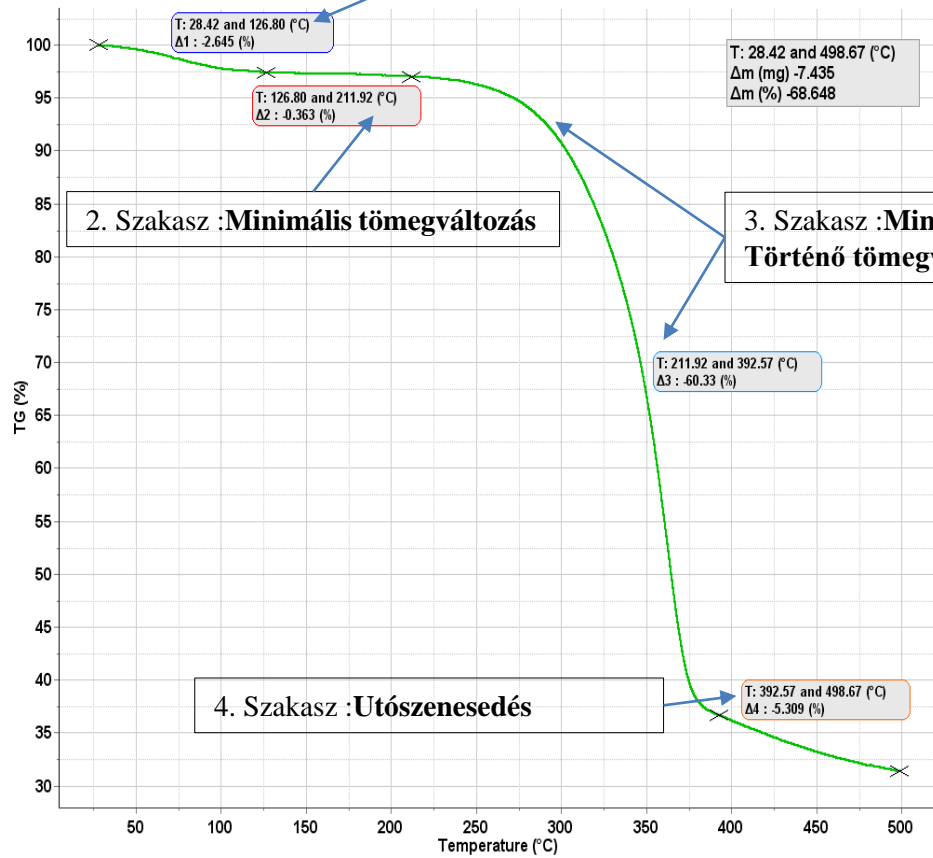
2. Szakasz :Minimális tömegváltozás

3. Szakasz :Mintára specifikusan  
Történő tömegváltozás-pirolízis

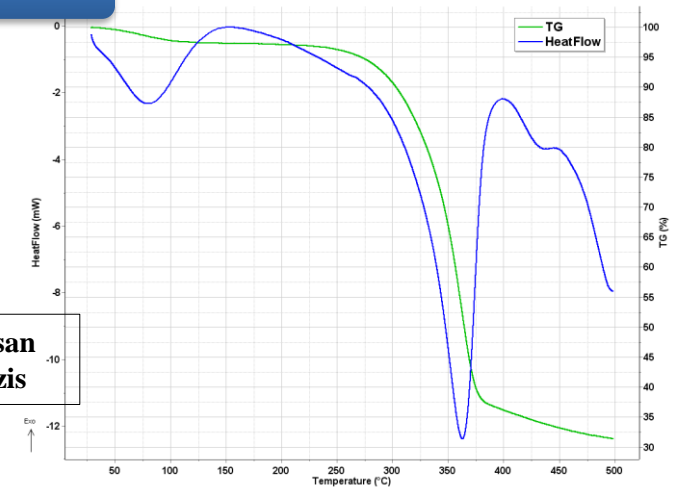
T: 211.92 and 392.57 (°C)  
Δ3 : -60.33 (%)

4. Szakasz :Utószénesezés

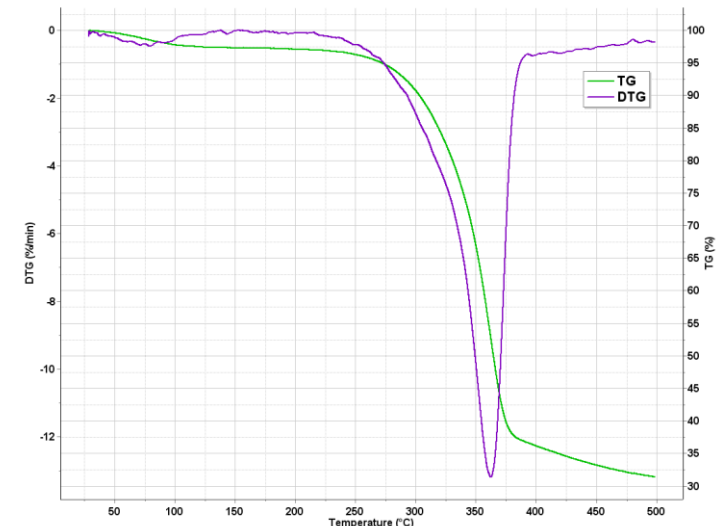
T: 392.57 and 498.67 (°C)  
Δ4 : -5.309 (%)



## TG-DSC



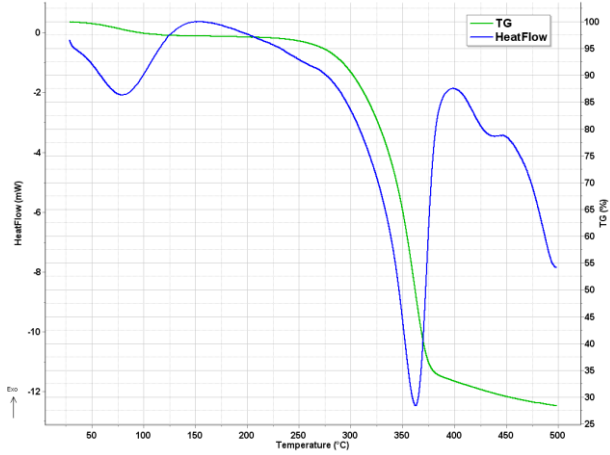
## TG-DTG



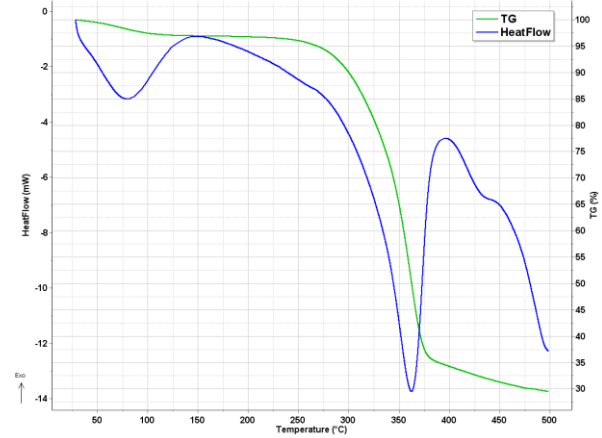


# Meghatározott összetételű papírok vizsgálata-TG/DSC

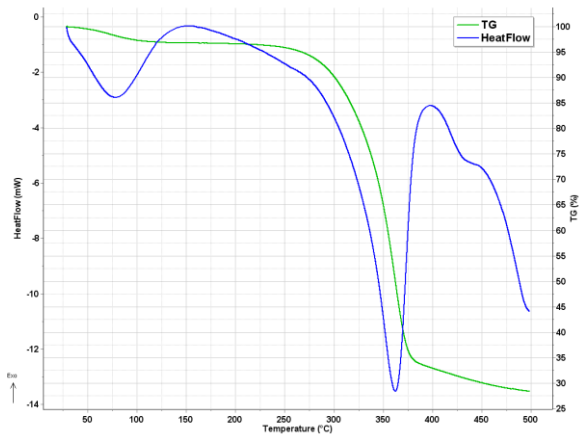
85% hulladék-15% szulfát fenyő



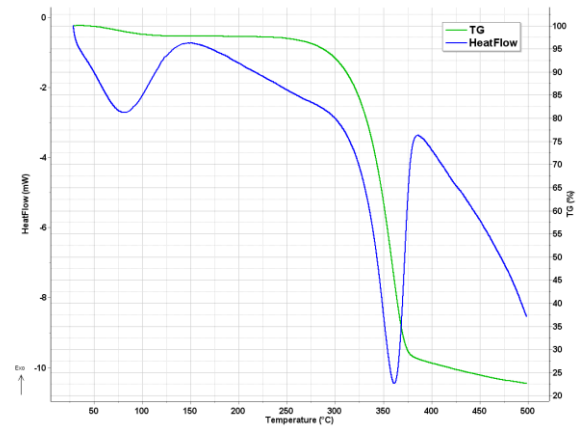
91% hulladék-9% szulfát fenyő



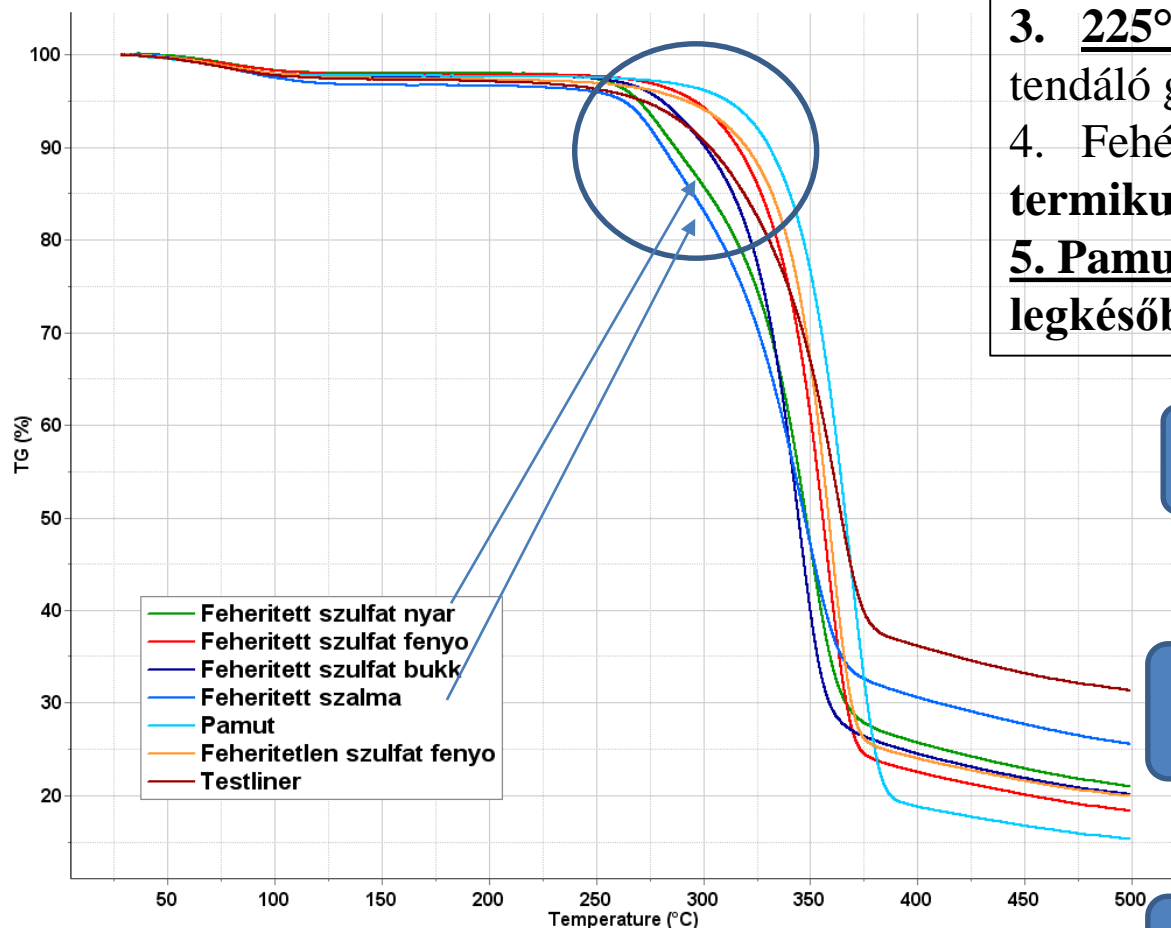
94% hulladék-6% szulfát fenyő



100% szulfát fenyő cellulóz



TG összehasonlító diagram



1. **Abszorbeált nedvesség** távozása
2. Minimális tömegveszteségi szakasz
3. **225°C** megfigyelhető a hasonlóan tendáló görbék
4. Fehéřített szalma és szulfát nyárt **termikus stabilitása alacsonyabb.**
5. **Pamut** mintánál figyelhető meg **legkésőbb a degradációs folyamat.**

I.

Fehéřített szulfát nyár

Fehéřített szalma

II.

Fehéřített szulfát fenyő

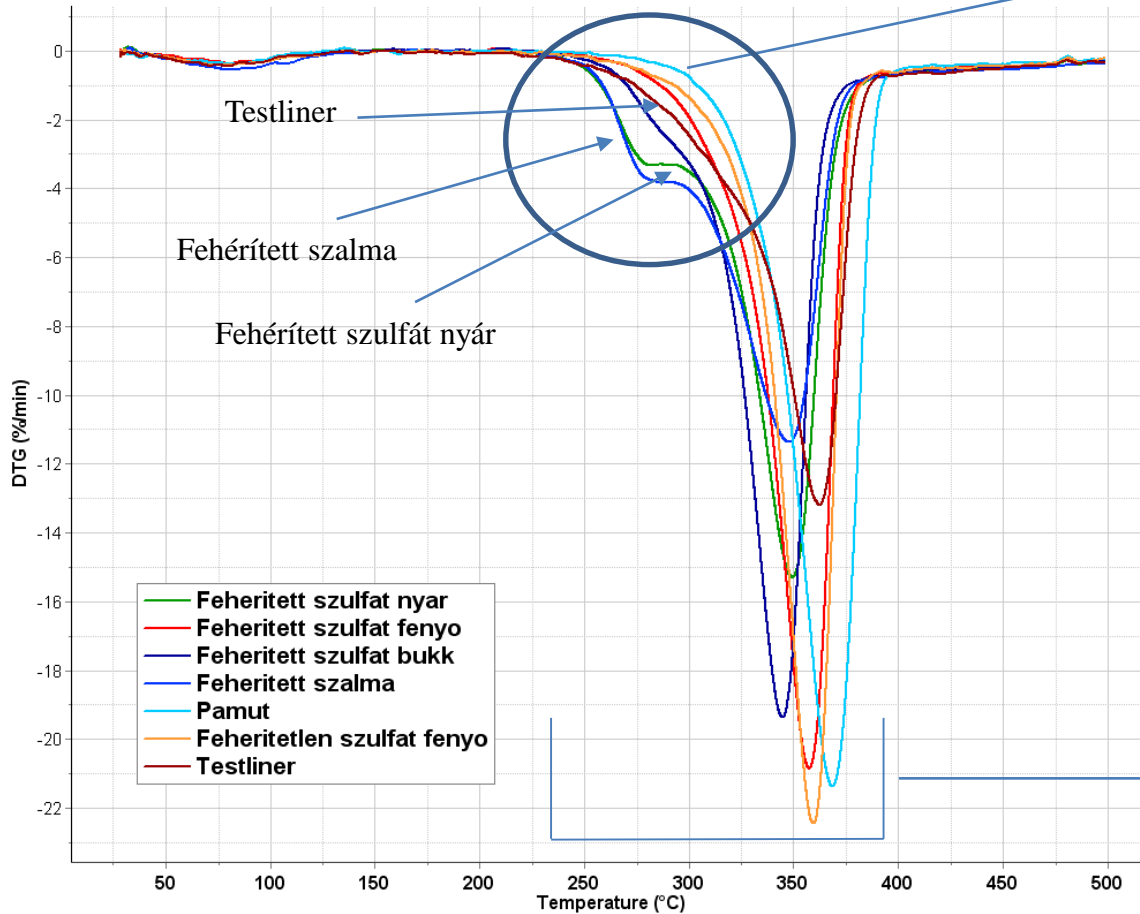
Fehéřített szulfát bukk

Fehéřítetlen szulfát fenyő

III.

Pamut

## DTG összehasonlító diagram

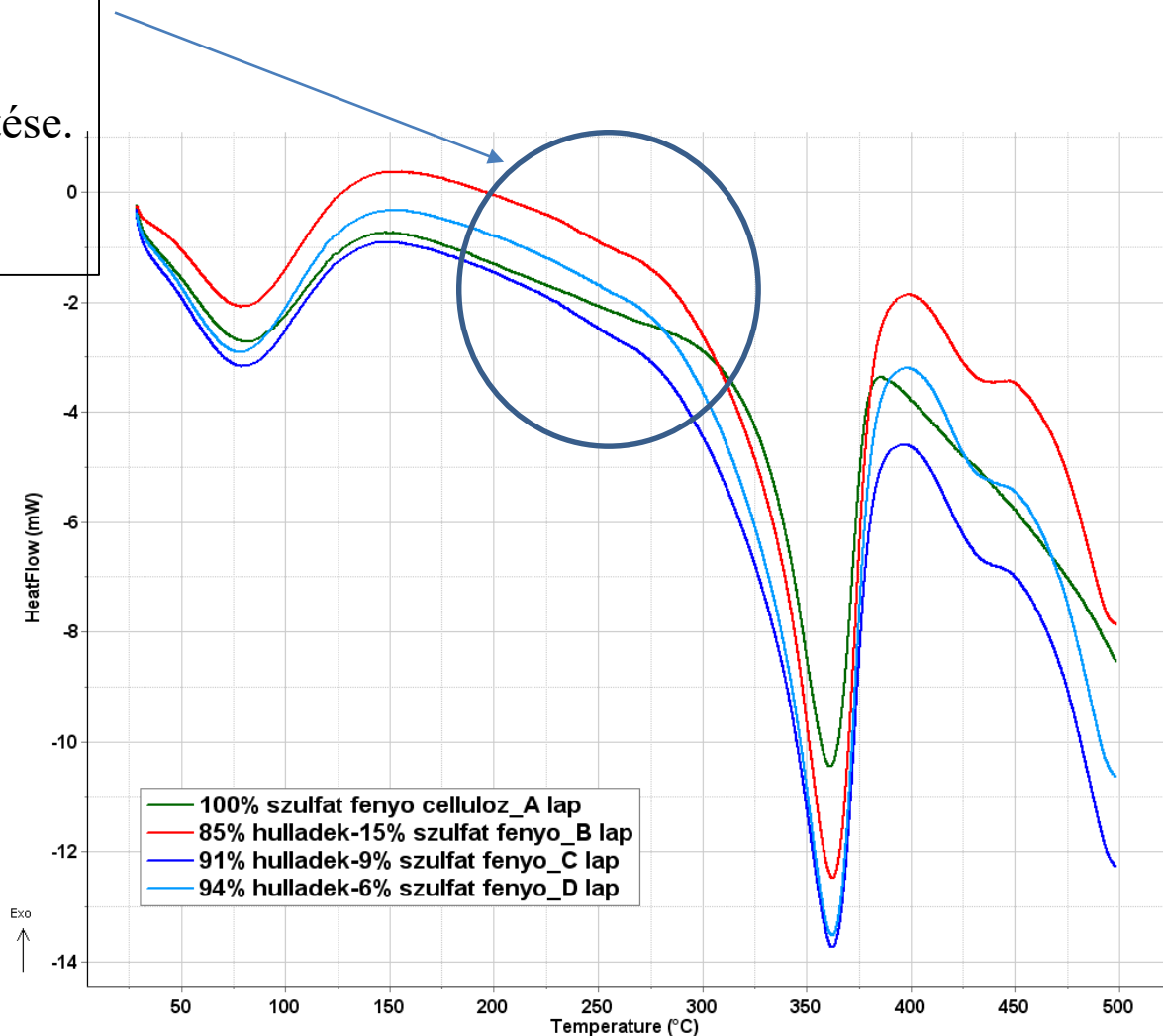


Pamut minta=referencia minta

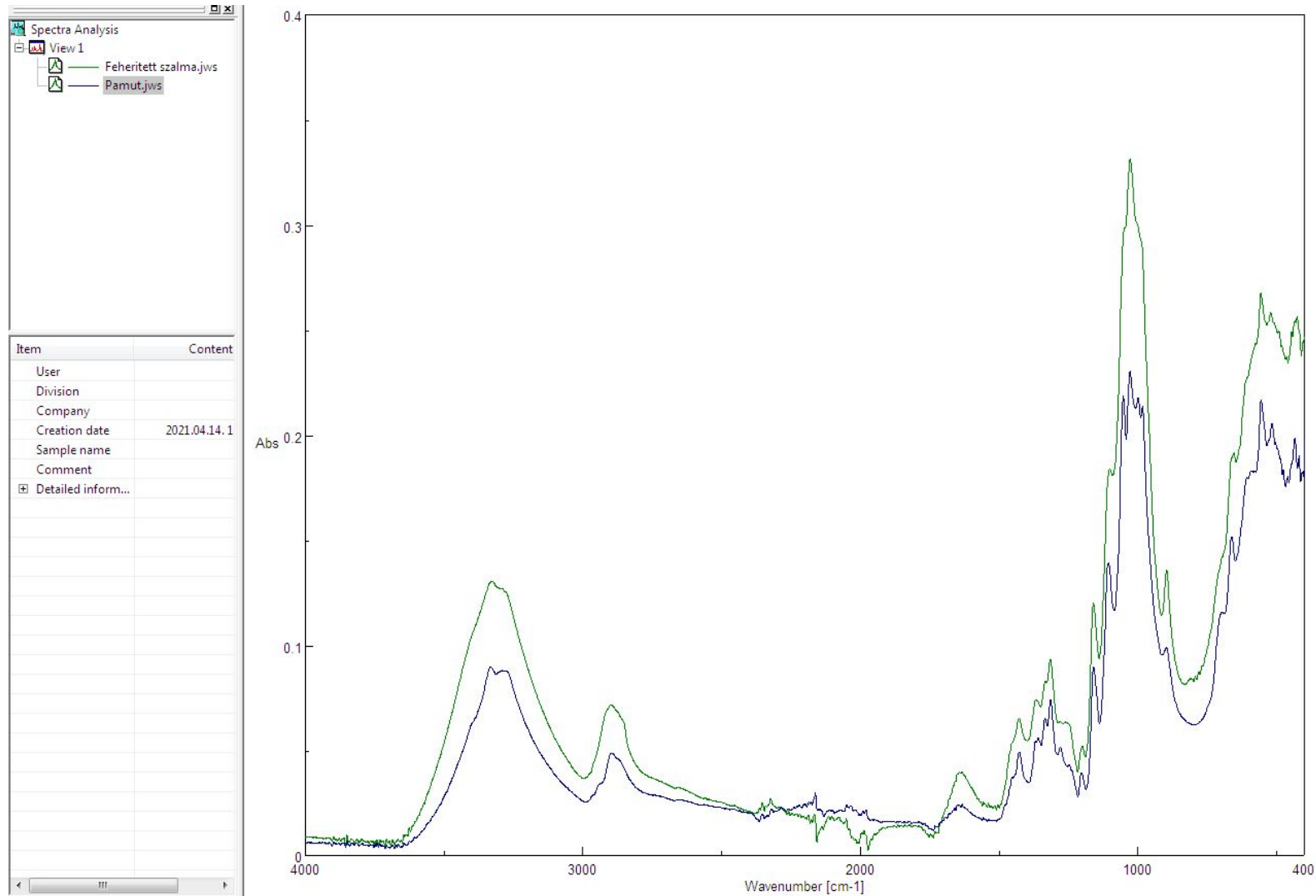
\*230-390°C között nagy tömegvesztési folyamat figyelhető meg, inert környezetben a pirolitikus degradáció során. Feltételezhető bomlási sorrend:  
**1-hemicellulóz**  
**2-cellulóz**  
**3-lignin** → alacsony tartalomra történő következtetés egyes mintáknál!

# Összehasonlító módszer bemutatása- DSC (további eredmények)

Mintavételezésből  
Származó oxigén szintjét  
10 ppm alá történő csökkentése.  
→ Az adott géppel történő  
Exotermikus folyamat.



# Pamut és Fehérített szalma FTIR görbe



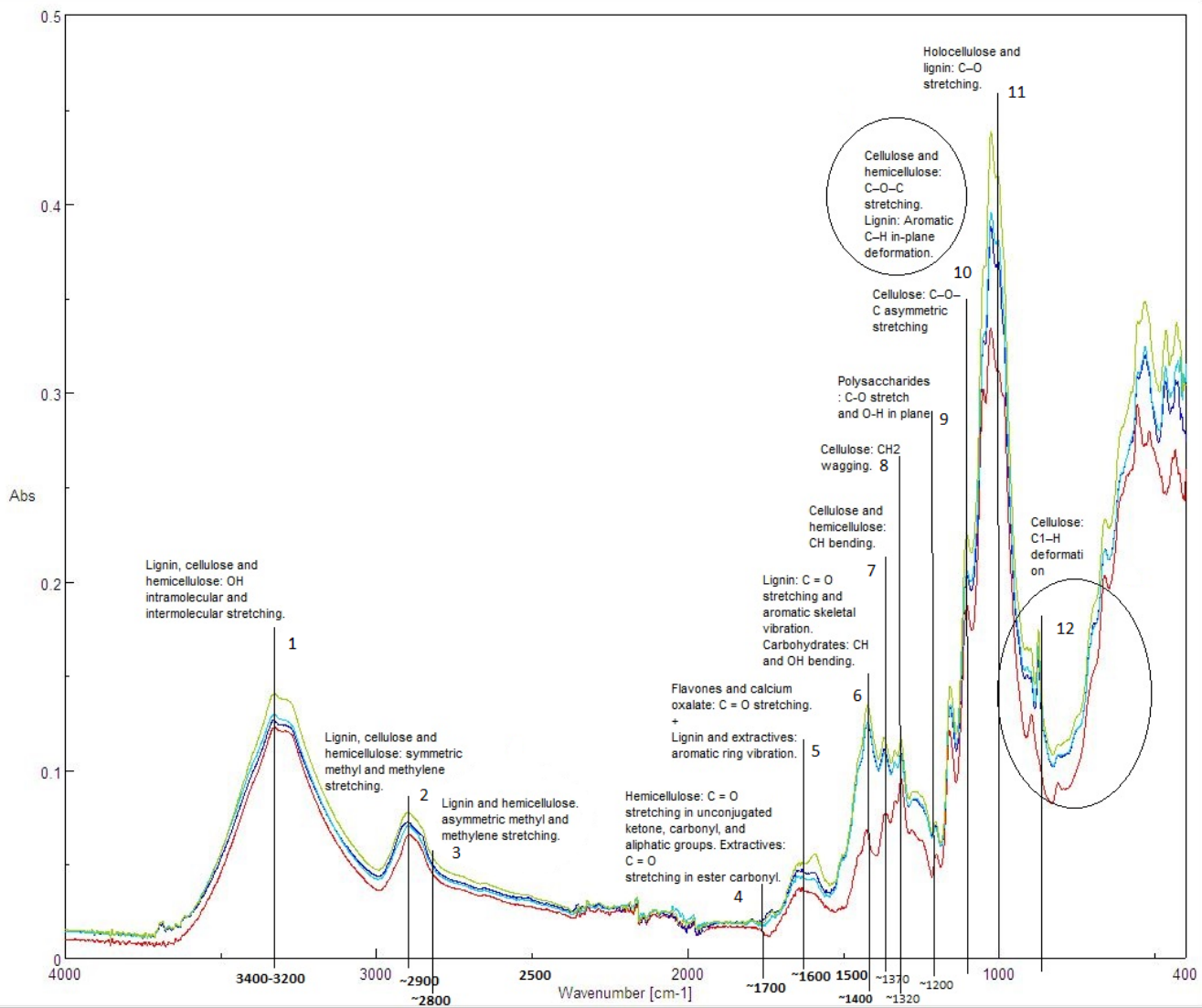
# FTIR eredmények kiértékelése

Spectra Analysis

View 3

- 100% szulfat fenyő cellul
- 94 hulladék-6 szulfat fer
- 91 hulladék-9 szulfat fer
- 85 hulladék-15 szulfat fe

Item	Content
User	
Division	
Company	
Creation date	2021.04.14. 1
Sample name	
Comment	
Detailed inform...	
Data type	Fixed inter
Horizontal axis	Wavenumber [
Vertical axis	Abs
Start	399.193 cm
End	4000.6 cm
Data interval	0.964233 cm
Data points	3736



# Publikációk listázása

No	Publikáció (MTMT: minden bibliográfiaia adattal)	IF	Össz-kredit	%	Kredit
1	<b>Tóth, B ; Koltai, L ; Trif, L ; Böröcz, P</b> <i>Thermal analysis of corrugated packaging paper and its components</i> In: Csanák, Edit (szerk.) 8TH INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL AND LIGHT INDUSTRY TECHNOLOGIES Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem (2021) pp. 71-76. , 6 p. <b>ISBN: 9789634492627</b>	N/A	264	9,09	24
2	<b>Tóth, Barnabás ; Koltai, László ; Böröcz, Péter ; Trif, László</b> <i>ANALYSIS OF CORRUGATED PACKAGING PAPER AND IT'S COMPONENTS BY DSC THERMOGRAMS</i> In: Igor, Karlovits (szerk.) Proceedings of the 2nd International Conference on Circular Packaging Slovenj Gradec, Szlovénia : Slovenj Gradec Faculty of Polymer Technology (2021) pp. 157-168. , 12 p. <b>ISBN 978-961-90424-6-5</b>	N/A	264	9,09	24
3	<b>Barnabás, Tóth ; László, Koltai ; Péter, Böröcz</b> <i>Pyrolysis Characteristic of Corrugated Base Paper by Dsc Method</i> In: Printing, Industry Education Foundation (szerk.) 3rd International Printing Technologies Symposium Proceedings Book Iisztambul, Törökország : Printing Industry Education Foundation (2019) pp. 307-313. , 7 p. <b>ISBN: 978-9944-0636-9-2</b>	N/A	264	9,09	24
4	<b>Barnabás, Tóth ; László, Koltai ; Péter, Böröcz</b> <i>Classify method based on the pyrolysis characteristic of basepapers and it's components by DSC methods</i> In: Borbély, Ákos (szerk.) Proceedings of International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies IJCELIT 2019 Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar (2019) pp. 160-168. , 9 p. <b>ISBN: 978-963-449-262-7</b>	N/A	264	9,09	24

5	<b>Barnabás, Tóth ; László, Koltai ; Júlianna, Tósi ; Péter, Böröcz</b> <i>TESTING BASEPAPERS AND IT'S COMPONENTS WITH THERMAL DECOMPOSITION TO CLASSIFY CORRUGATED CARDBOARDS FROM QUALITY ASPECTS</i> In: Karlovits, Igor (szerk.) Proceedings of the 1st International Conference on Circular Packaging, Ljubljana Ljubljana, Szlovénia : Pulp and paper Institute (2019) pp. 51-59. , 9 p. <b>ISBN: 978-961-90424-5-8</b>	N/A	264	9,09	24
6	<b>Barnabás, Tóth ; László, Koltai ; Péter, Böröcz</b> <i>Quality Performance Testing for Base Paper of Corrugated Paperboard by DSC Method</i> In: Nemanja, Kašiković (szerk.) Proceedings 9th International Symposium on Graphic Engineering and Design Novi Sad, Szerbia : University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences (2018) pp. 135-139. , 5 p. <b>ISBN 978-86-6022-098-3</b>	N/A	264	9,09	24
7	<b>Tóth, Barnabás ; Koltai, László ; Böröcz, Péter</b> <i>METHODS FOR TESTING QUALITY OF VARIOUS PAPER COMPONENTS BY THERMAL ANALYSIS</i> In: Bayoumi, Hosam (szerk.) Proceedings Book of 9th ICEEE -2018 International Conference on Climate Change and Environmental (Bio) Engineering Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar (2018) pp. 197-203. , 7 p. <b>ISBN 978-963-449-105-7</b>	N/A	264	9,09	24
8	<b>Tóth, Barnabás ; Koltai, László ; Böröcz, Péter</b> <i>A TG, TGA és DSC vizsgálati módszerek eredményeinek bemutatása cellulóz, hemicellulóz, lignin, papír és egyéb cellulóz tartalmú mintákon</i> PAPÍRIPAR 62 : 3-4 pp. 9-17. , 9 p. (2018) <b>ISSN: 0031 1448</b>	N/A	264	6,81	18
9	<b>Tóth, Barnabás ; Pánczél, Zoltán</b> <i>Alappapírok minőségének meghatározása: TERMOANALITIKUS VIZSGÁLATI MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL</i> MAGYAR GRAFIKA 62 : 1 pp. 30-33. , 4 p. (2018) <b>ISSN: 0479-480X</b>	N/A	264	6,81	18
10	<b>Böröcz, Péter ; Pidl, Renáta ; Tóth, Barnabás</b> <i>Thermo-Analytical Technique to Analyze the Quality of Paper for Packaging</i> JOURNAL OF APPLIED PACKAGING RESEARCH 8 : 1 pp. 31-37. Paper: 6, 7 p. (2016) <b>ISSN: 1557-7224</b>	0.105	264	13,63	36?

1. Nordic Pulp and Paper Journal (De Gruyter)

Impact factor 0,929

[2. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry](#)

Impact factor: 2,731 (2019)

folyamatban lévő publikációk:



**Köszönöm a figyelmet!**