



Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

**SZÉCHENYI**  2020

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM  
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem  
Erdőmérnöki Kar

# TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: **Facskó Ferenc, Király Gergely**



Soproni Egyetem  
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimmer Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020  
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes  
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: [http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani\\_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf](http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf)

Szerkesztette: Facskó Ferenc  
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

## Tartalomjegyzék

Előszó.....	5
Ács Norbert, Czímber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás .....	6
Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése .....	13
Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül .....	19
Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban .....	26
Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása ...	33
Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain .....	40
Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából.....	45
Czímber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei.....	51
Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege.....	61
Csáki Péter, Czímber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével .....	69
Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata .....	74
Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota .....	81
Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében.....	85
Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között .....	91
Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben.....	97
Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információértelme (módszerek az evapotranszpiráció számítására).....	105
Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok .....	112
Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre .....	119
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata .....	127
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata.....	132
Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata .....	137
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével .....	142
Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára .....	149
Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása .....	156
Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata.....	163
Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyon-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében .....	170
Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok.....	177
Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban.....	187

Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája.....	195
Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén.....	200
Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata.....	205
Marcsisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben .....	210
Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel .....	217
Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén.....	221
Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése .....	227
Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata.....	232
Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben .....	237
Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai .....	247
Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárési típusok környezeti hatásainak vizsgálata.....	254
Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására .....	263
Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján.....	268
Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban .....	273
Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken .....	278
Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével.....	284
Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn.....	291
Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében.....	298
Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével.....	305
Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés.....	311
Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára.....	318
Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok .....	325
Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata.....	329
Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre.....	336
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése .....	342
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata .....	348
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen.....	354

# MŰANYAG HULLADÉKOK OSZTÁLYOZÁSA FT-IR SPEKTRUMOK ALAPJÁN

RÁKOSA RITA, SZEGLETI CSONGOR, NÉMETH ZSOLT ISTVÁN  
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet  
rakosa.rita@uni-sopron.hu

## *Bevezetés*

A fogyasztói társadalmak általánossá válása visszatükröződik a műanyagtermelés volumenében. A műanyag hulladék hasonló ütemű növekedése a fejlődés vadhajtásává vált. A leggyorsabban a csomagolási célú anyagok kerülnek be a hulladékáramba, így rövid élettartamuk végén nagy kihívást jelent gazdaságos újrahasznosításuk. (BARNES *et al.* 2009). Az elsődleges újrahasznosítási eljárások alapja, hogy a polimer molekulaszervezetének megváltoztatása nélkül dolgozza fel a hulladékot. Az újrahasznosítás azonban csak hatékonyan szétválasztott, teljesen szennyeződésmentes, hőre lágyuló polimerek esetében lehetséges (HAMAD *et al.* 2013).

A különböző típusú műanyagok szétválasztására számos módszer ismert, s az iparban a megfelelő tisztaság elérése érdekében többnyire ezek kombinációját alkalmazzák. A csomagolási hulladékok osztályozását néhány helyen még mindig kézi válogatással oldják meg, de automatizált módszerekkel gazdaságosabb, gyorsabb és jobb hatékonyságú válogatás valósítható meg. Ezek, a hulladékok beazonosítása nélkül, eltérő tulajdonságaikat kihasználva (pl. sűrűség, áramlástani- és felületi tulajdonságok) különítik el az anyag típusokat (SCHEIRS 1998). A hulladékok anyagminőségi kategorizálásával történő elválasztást megvalósító módszerek többnyire valamilyen spektrometriai analízist és egy elkülönítő módszert (pl. pneumatikus fűvókákat) alkalmaznak. A műanyagok válogatására egyre több helyen alkalmaznak Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiát közeli infravörös tartományban (FT-NIR spektroszkópia; KAIHARA *et al.* 2010, ZHU *et al.* 2019). Azonban a nagyszámú lehetséges rezgéskombinációk (felhangok) miatt, az IR-fényelnyelési csúcsok átlapolása és egymásra szuperponálódása megnehezíti az azonosítást.

Műanyag hulladék minták spektrális megkülönböztetésére reflexiós (ATR) technikára alapozott vizsgálati eljárást dolgoztunk ki a közepes infravörös tartományban. Az FT-ATR-IR spektrum rejtett információtartalmának feltárásához sokváltozós adatértékelési módszereket (PCA, LDA) alkalmaztunk.

## *Vizsgálati anyag és módszer*

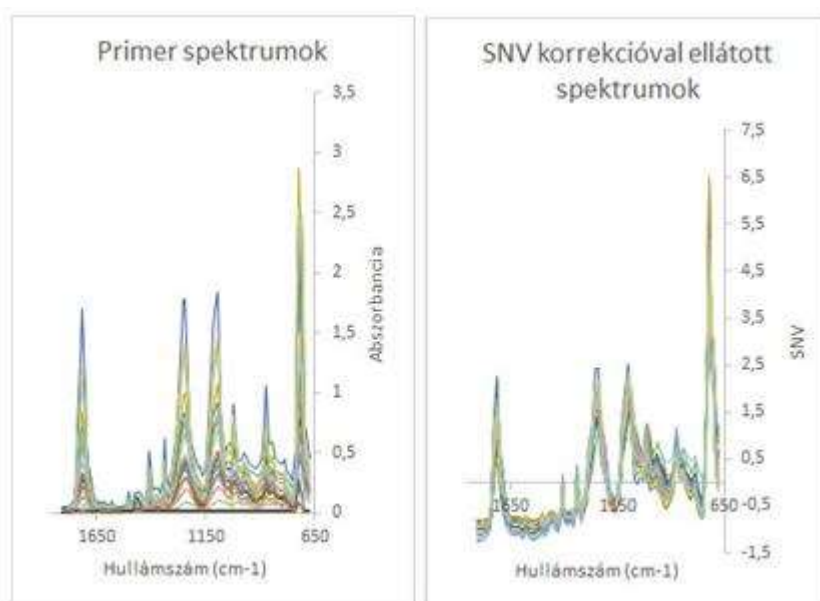
A vizsgálatokhoz a kereskedelmi forgalomban előforduló öt leggyakoribb műanyag hulladék típust választottuk (HDPE: nagysűrűségű polietilén; LDPE: alacsony sűrűségű polietilén; PET: polietilén-tereftalát; PP: polipropilén; PS: polosztiro). A kommunális hulladékból heti gyakorisággal végeztünk gyűjtést a felsorolt öt műanyag típusra vonatkozóan. A minták válogatása és tisztítása után került sor az FT-IR spektrometriás vizsgálatra.

A spektrumokat Shimadzu gyártmányú, IRAffinity-1 típusú, HATR-10 totálreflexiós kiegészítőegységgel felszerelt FT-IR spektrométerrel vettük fel 4000-670  $\text{cm}^{-1}$  hullámszám tartományban, 1  $\text{cm}^{-1}$  felbontással. A jel/zaj viszony növeléséhez az időbeli átlagolás módszerével 49 egymást követően felvett spektrumnak az átlagát képeztük. A spektrumokon atmoszféra korrekciót, átlagképzésen alapuló simítást, és normalizálási eljárásként SNV transzformációt hajtottunk végre. A spektrumok értékeléséhez főkomponens-elemzést (PCA) és lineáris diszkriminancia analízist (LDA) alkalmaztunk.

## Vizsgálati eredmények

A műanyag hulladékok kémiai összetevőinek az anyagi minőségei és mennyiségei leképeződnek az FT-IR spektrumban. A spektrum mintázatát az IR aktív molekulareszkek, funkciós csoportok (metil-, metilén-, karbonil-, karboxil-, észter-csoportok, aromás gyűrű, kettős kötések stb.) fényelnyeléseinek eredője határozza meg.

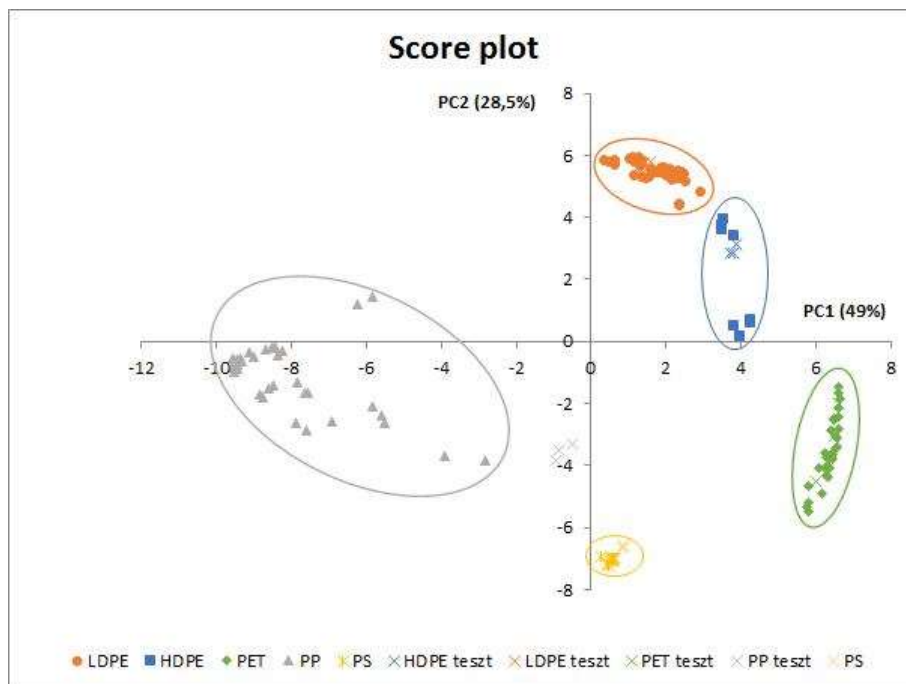
Az ATR reflexiós spektrometria lehetővé teszi a műanyagok gyors és mintaelőkészítés nélküli vizsgálatát. A fényelnyelési információ a minta felszínéről ered, így a felületi inhomogenitás, nedvesség, a próbatest felszínének egyenetlensége befolyásolja a spektrális csúcsintenzitásokat. A primer spektrumok közötti abszolút csúcsintenzitás eltéréseket spektrum előkészítési eljárásokkal küszöböltük ki. A PET minták primer és transzformált spektrumait az 1. ábra szemlélteti. A spektrumelőkészítési eljárások részlegesen kompenzálják a sztochasztikus jelenségeknek a sokváltozós adatértékelésekre gyakorolt hatásait.



1. ábra: PET minták primer és normált spektrumai

Az FT-IR spektrumok sokváltozós értékelésével a különböző műanyag hulladékok anyagtípusok szerint osztályokba sorolhatók. Az adatelőkészítési eljárásokat követően a spektrumokon főkomponens-elemzést (PCA) hajtottunk végre. A főkomponens-elemzés során a minták spektrális adatait tartalmazó mátrixon végrehajtott transzformációval új, lineárisan korrelálatlan változókat (főkomponenseket) állítunk elő. A determinisztikus főkomponensek tere felhasználható csoportelemzésre. Az egyes főkomponens vektorok egymással való korreláltatásával előállított „score plot” ábrákon megjelennek a műanyag minták spektrális, többdimenziós főkomponens-térbeli csoportosulásainak síkbeli vetületei, ahol az egyes mintákat (a spektrumokat) pontok jelképezik. A minták közötti hasonlóságokat, illetve különbözőségeket az egymáshoz viszonyított távolságok fejezik ki.

A score plot-ok információ-feltáró képessége a főkomponensek összegzett részvarianciájának függvénye. Az első két főkomponens magyarázott varianciája 78%, így már a kétdimenziós score plot ábrán is egyértelműen felismerhetők a hulladék minták anyagtípusok szerinti csoportosulásai (2. ábra).



2. ábra: Műanyag spektrumok PCA felbontásának „score-plot” ábrája

A minták elkülönítése a *score plot*-ok alapján szubjektív, vizuális megítélésen alapul, a kapott eredmény nem számszerűsített. Ezért a PCA felbontásból származó, az első két főkomponens koordinátarendszerére redukálódó lineáris diszkriminancia analízist (PCA-LDA) hajtottunk végre, mely a Mahalanobis-féle távolságok alapján sorolja csoportokba az egyes mintákat. Az egymáshoz – súlyozott távolság alapján – legközelebb lévő csoportokat vetettük össze, így módon képet kaptunk a diszkriminancia-analízis osztályobjektumokat megkülönböztető erejéről. Ha az egymáshoz legközelebb eső osztályok elkülöníthetők egymástól, akkor a *score plot*-on távolabb lévő objektumok (pontok) még nagyobb valószínűséggel tartoznak a saját csoportjukhoz. A kiválasztott osztálypárok: PP-PS, PET-PS és HDPE-LDPE referencia párok voltak. HDPE és LDPE közötti diszkriminancia-analízis eredményét az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat első oszlopa az osztályazonosító jelet, a második a hulladék minta mérési időpontját tartalmazza, a harmadik és a negyedik oszlop a PCA elemzés objektumainak főkomponens értékeit (új koordináták) foglalja magában. Az LDA elemzés Mahalanobis távolság négyzetei az ötödik és a hatodik oszlopokban találhatóak. A hetedik, a két Mahalanobis távolság összehasonlításnak osztályozási eredményét jeleníti meg. A helyes osztályzásokot zöld, a helyteleneket piros háttérszín emeli ki.

A HDPE minták közül kettőt az LDA osztályzás LDPE-nek jelölt meg. Emellett az LDPE minták egészét jól el tudta különíteni. A PP mintákból csak egyet sorolt rossz helyre, a PS minták teljes egészében jól lettek kategorizálva. A PET és a PS objektumok egyaránt csak a saját csoportjukba lettek beosztva, így diszkriminancia-analízissel teljes mértékben elkülöníthető a kettő egymástól.

### Összefoglalás

A hulladék minták spektrumainak kemometriás értékelésével igazoltuk az FT-IR spektroszkópia alkalmazhatóságát műanyagok válogatására közepes infravörös tartományban is. A PCA főkomponensek *score plot* ábrái alapján megállapítható az elkülönülés az egyes csoportok között és ez a diszkriminancia-analízissel számszerűsíthető. A diszkriminancia-analízis az összes tesztre 98%-os pontossággal visszaigazolta a műanyagok típusát.



1. táblázat: HDPE és LDPE osztályok összehasonlítása LDA módszerrel az egyesített adathalmaz főkomponens koordinátarendszerben

Osztály	Időpont	PC1	PC2	D <sub>HDPE</sub> <sup>2</sup>	D <sub>LDPE</sub> <sup>2</sup>	Discr
HDPE	04-10 1	0,497814	0,549288	8,07	2,73	LDPE
HDPE	04-10 1	0,515445	0,560676	8,40	2,52	LDPE
HDPE	04-10 2	2,66314	2,525042	3,58	28,96	HDPE
HDPE	04-10 2	2,621018	2,503552	2,85	30,49	HDPE
HDPE	07-27 2	3,125711	2,972188	6,34	42,51	HDPE
HDPE	07-27 2	3,239414	3,070144	7,36	44,16	HDPE
HDPE	07-27 3	0,247673	0,467172	8,67	24,43	HDPE
HDPE	07-27 3	0,44245	0,714956	16,97	47,32	HDPE
LDPE	03-26 1	-0,11489	-0,06953	24,46	0,34	LDPE
LDPE	03-26 1	-0,18617	-0,11266	21,45	0,03	LDPE
LDPE	04-10 2	-0,1206	-0,05005	20,03	0,00	LDPE
LDPE	04-10 2	-0,05561	-0,00192	21,04	0,05	LDPE
LDPE	04-10 3	0,423719	0,410884	19,48	1,14	LDPE
LDPE	04-10 3	0,400799	0,398647	18,08	0,88	LDPE
LDPE	04-10 4	-0,07231	-0,00099	18,54	0,04	LDPE
LDPE	04-10 4	-0,22251	-0,13829	20,73	0,06	LDPE
LDPE	04-24 1	-0,32486	-0,2585	27,20	0,55	LDPE
LDPE	04-24 1	-0,29133	-0,23502	28,12	0,75	LDPE
LDPE	06-10 1	-0,20513	-0,11122	18,74	0,20	LDPE
LDPE	06-10 1	-0,23783	-0,1445	19,73	0,15	LDPE
LDPE	06-10 2	-0,19578	-0,15325	27,74	0,81	LDPE
LDPE	06-10 2	-0,14621	-0,12049	29,73	1,39	LDPE
LDPE	06-10 3	-0,24133	-0,20192	30,03	1,25	LDPE
LDPE	06-10 3	-0,19213	-0,15565	28,94	1,09	LDPE
LDPE	06-10 5	-0,24017	-0,17497	24,64	0,24	LDPE
LDPE	06-10 5	-0,2902	-0,2101	23,47	0,14	LDPE
LDPE	06-10 6	0,418812	0,458095	11,06	1,37	LDPE
LDPE	06-10 6	0,504914	0,549489	8,67	2,37	LDPE
LDPE	06-10 7	-0,27689	-0,21369	26,22	0,43	LDPE
LDPE	06-10 7	-0,30293	-0,24532	28,25	0,76	LDPE
LDPE	07-22 2	-0,21434	-0,15001	23,97	0,18	LDPE
LDPE	07-22 2	-0,19102	-0,12321	22,60	0,07	LDPE
LDPE	07-22 3	0,052658	0,161763	10,89	2,39	LDPE
LDPE	07-22 3	0,109243	0,197416	11,84	1,44	LDPE
LDPE	07-22 4	-0,1632	-0,05098	15,24	1,01	LDPE
LDPE	07-22 4	-0,34585	-0,20795	16,68	1,49	LDPE
LDPE	07-23- 1	0,200728	0,272563	11,74	1,23	LDPE
LDPE	07-23- 1	0,166957	0,244941	11,75	1,30	LDPE
LDPE	07-23- 2	-0,03303	0,04596	16,34	0,27	LDPE
LDPE	07-23- 2	0,168043	0,243165	12,06	1,16	LDPE
LDPE	07-24- 1	-0,26585	-0,19553	24,49	0,22	LDPE
LDPE	07-24- 1	-0,2677	-0,2036	25,74	0,37	LDPE
LDPE	07-27 1	-0,18574	-0,09963	19,38	0,09	LDPE
LDPE	07-27 1	-0,35239	-0,2686	24,77	0,26	LDPE
LDPE	07-27 2	-0,27026	-0,196	23,90	0,16	LDPE
LDPE	07-27 2	-0,22082	-0,14496	22,09	0,05	LDPE

*Köszönetnyilvánítás:* A kutatómunka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Széchenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

*Irodalomjegyzék*

- BARNES, D. K., GALGANI, F., THOMPSON, R. C., BARLAZ, M. (2009): Accumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 1985-1998.
- HAMAD, K., KASEEM, M., DERI, F. (2013). Recycling of waste from polymer materials: An overview of the recent works. *Polymer Degradation and Stability*, 2801-2812.
- KAIHARA, M., SATOH, M., SATOH, M. (2007): Systematization Method for Distinguishing Plastic Groups by Using NIR Spectroscopy. *Anal. Sci.* 23 (7) 921-924.
- SCHEIRS, J. (1998): *Polymer Recycling: Science, Technology and Applications*, Chichester, UK: John Wiley & Sons, ISBN-10: 0471970549, Sorting and Separation Techniques 1-62.
- ZHU, S., CHEN, H., WANG, M., GUO, X., LEI, Y., JIN, G. (2019): Plastic solid waste identification system based on near infrared spectroscopy in combination with support vector machine. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research* 2. 77-81.