

## Mire jó a papírbála-szenzor? (Beszámoló egy külhoni kiküldetésről)

### Előjáróban

Idén tavasszal lehetőségem nyílt a papírbála-szenzor tanulmányozására kifejlesztőinél, a heidenai PTS intézetben. Mint pályakezdő, nem rendelkezem évtizedes papíripari tapasztalattal, csak az egyetemen és a Papíripari Kutatóintézetben szerzett alapokkal, így beszámolómat is ezen ismereteimre hagyatkozva írtam.

Két hetes tanulmányutamra a COST E48-as programjának (papírhulladék újrahasznosításának korlátaival foglalkozik) keretein belül kerülhetett sor. Kiküldetésem célja volt a papírbála-szenzor (továbbiakban PBS) és egy másik készülék működési elvének megismerése és néhány mérés végzése. Ez a cikk csak a PBS készülékkel foglalkozik.

A PBS készülék – mérési elvének, a NIR spektroszkópiának segítségével – lehetővé teszi a visszagyűjtött papírbálák gyors és pontos minőségellenőrzését. Számos minőségellenőrzési módszert és készüléket fejlesztettek már ki eddig, amelyek egészen jól meghatározzák a visszagyűjtött papír tulajdonságait. Azonban ezek a szubjektív, nem pontos, nem szabványosított ellenőrzési módszerek bizalmatlanságot kelthetnek a beszállítók és a vevők között. A beérkező bálák minőségellenőrzése eddig időrabló és munkaigényes volt.

### Hulladék vagy használt az a papír?

Visszagyűjtött papírok átvételekor legtöbbször nem látszik azok állapota, gyakran csak a felhasználásuk során derülnek ki tényleges paramétereik. A gyártók ilyenkor szembesülnek azzal, hogy az átvett papír nem csak használt, hanem már hulladék.

Nem mindegy, hogy minek nevezzük a nyersanyagként hasznosításra kerülő begyűjtött papírokat. Ha megengedjük a hulladékpapír fogalom alkalmazását, könnyen maga után vonhatja annak minőségromlását is.

Magyarországon a különféle gyártott papírok nyersanyagának kb. 70%-át teszi ki a papírhulladék, ezért nem elhanyagolható, hogy a felhasználásra kerülő 50% milyen paraméterekkel rendelkezik. A felhasználáshoz három tényezőt mindenképpen szükséges meghatározni, melyek a következők:

- Nedvességtartalom: EN 643 szabvány szerint, „Elvben a begyűjtött papírt a természetben előforduló nedvességtartalommal szállítják. Ha a (légszáraz tömegre vonatkoztatott) nedvességtartalom nagyobb, mint 10 %, akkor a 10%-ot meghaladó rész – a vevő és a szállító megállapodása szerinti vizsgálati és mintavételi módszer alapján – levonható.”
- Nem hasznosítható papíridegen és gyártásra káros papír és karton vonatkozó szakaszai alapján: „Elvben a begyűjtött papírt és kartont a nem hasznosítható anyagoktól mentesen célszerű szállítani, kivéve, ha a megrendelő és a szállító külön megegyezik abban, hogy ezek a különleges papír kategóriában milyen arányban fordulnak elő. Ez az utalás azonban kizárólag olyan elemre vonatkozhat, amely káros a papír és a karton gyártása során.”
- Visszagyűjtött papír típusa: Az európai jegyzék előírja a begyűjtött papír és karton európai szokásos kategóriáit, megadja a szokásos minőségi kategóriák általános leírását és meghatározza azt, hogy ezek mit, illetve mit nem tartalmazhatnak.

Általánosan elterjedt gyakorlat a minőség ellenőrzésére a minta vizuális kiértékelése, annak ellenére, hogy drága, pontatlan és nem korszerű. A begyűjtött papírok „modern” kiértékelésének követelményeit a CEPI Minőségellenőrzési munkacsoportjának kiadványa határozza meg. Ezek a követelmények:

- Egyszerűen lehessen használni
- Megbízható üzemelést tegyen lehetővé
- Átfogóan jellemezze a visszagyűjtött papírt

A NIR spektroszkópiás eljárás megfelel ezeknek a feltételeknek.

## Pár szó a NIR spektroszkópiáról

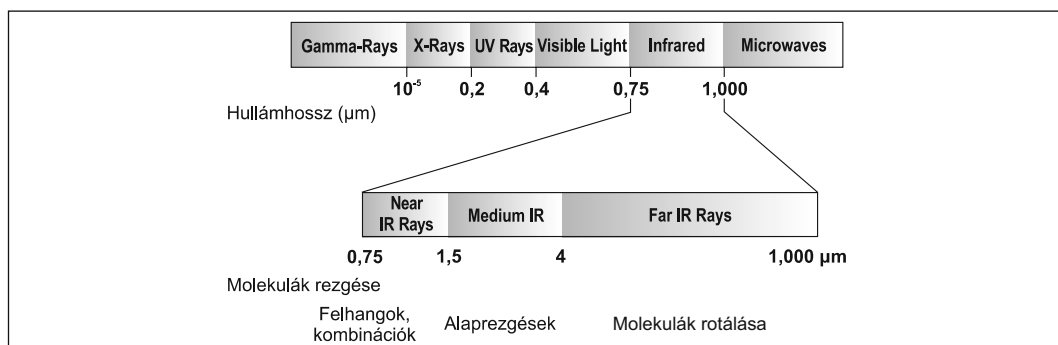
A NIR spektroszkópia széles körben elterjedt érintésmentes vizsgálati módszer. A legkülönbözőbb kvalitatív, illetve kvantitatív célokra használják, mind a laboratóriumi, mind az ipari körülmények között (1. ábra).

A NIR spektroszkópia valamely közeg atomjai, molekulái vagy egyéb kémiai elemei által abszorbeált, elektromágneses sugárzás hullámhossz függvényében történő mérésével és vizsgálatával foglalkozik. Elsősorban szerves funkciócsoportok kvantitatív mérésére használják, mint például C-H, O-H, N-H, és C=O. Ezeket a csoportokat megtaláljuk az összes szerves anyagban és természetesen a papírban és összetevőiben is. Mivel az abszorpció a szerves funkciócsoportok energiaállapotában bekövetkező változással van összefüggésben és minden egyes anyagnak jellegzetes energiaállapotai vannak, a kölcsönható anyagot azonosítani lehet. Ez azonban nem egyszerű, mivel a molekulák infravörös tartománybeli alaprezgéseinek intenzitása a NIR tartományban kisebb, és kiszélesedett felhangokat és kombinációs sávokat eredményez, melyek egymással gyakran átlapolódnak. Az átlapolódás következtében a hagyományos értelemben vett, Lambert-Beer törvényen alapuló kalibráció általában nem lehetséges, ennél bonyolultabb matematikai

módszerekre, a többváltozós lineáris regresszió módszerére van szükség. Erre születtek az ún. kemometriai szoftverek. Egy-egy jó kalibrációs modell elkészítéséhez 100-1 000 nagyságrendű mintára van szükség. Az ipari alkalmazásra fejlesztett készülékek a kemometriai szoftverekkel kiegészítve az utóbbi 25-30 évben rohamosan növekvő népszerűséget vívtak ki maguknak a legkülönbözőbb kvalitatív, illetve kvantitatív analitikai információt kívánó alkalmazási területeken az egyszerű nyersanyagtól a komplex termékek vizsgálatáig, így például az élelmiszer-, a textil-, a kozmetikai, a gyógyszer-, a vegy- és a műanyagiparban. A papírgyártási szektorban pár éve kiemelkedően fejlődő technológia a jövőre nézve nagyon ígéretes (2. ábra).

## A PBS készülék bemutatása

A PTS több éve kezdett el foglalkozni egy olyan készülék kifejlesztésével, amellyel a beérkező bálák legfontosabb paraméterei azonnal mérhetőek. A kutatás eredménye a PBS készülék lett (3. ábra), amely a NIR spektroszkópia elvén működik, így képes felismerni és megjeleníteni a bála összetevőit. A készülék „felhasználóbarát” szoftverrel működik, hordozható, elemes és nagy kijelzővel rendelkezik. Egy 1,2 m hosszú lándzsaszonda és egy 5 kg tömegű 175×250×260 mm nagyságú mérőműszer alkotja a papírbála-szenzort. A készüléken kívül egy csigafúróra van szükség, amellyel 25 mm-es lyukat lehet fúrni a bálába. Az eddigi



1. ábra: Az elektromágneses sugárzás spektrumának felosztása

gyakorlattal ellentétben (eddig mélyen a bála közepébe kellett fúrni) a lyukat a bála tetszőleges pontján lehet fúrni. A csigafúró bármely kereskedelmi forgalomban kapható fúró lehet, melynek névleges teljesítménye 1010 W és maximális forgatónyomatéka 33 Nm.

A mérés pár perc alatt elvégezhető, az alábbiak szerint:

- Első lépésként tehát egy lyukat kell fúrni a bálába, ez egyszerűen elvégezhető 20–30 másodperc alatt.
- Második lépésben a lándzsaszondát be kell dugni a lyukba, majd szép lassan kihúzni, miközben a szonda letapogatja a lyuk falát a közeli infravörös hullámhosszúságú tartományban. Ezután az előre definiált algoritmus kiszámítja a bála egyes összetevőit. Ez a művelet is mindössze 10 – 20 másodpercet vesz igénybe.
- A harmadik és egyben utolsó lépés az eredmények kijelzése és automatikus mentése. A tárolt adatokat nem csak dátum és időpont alapján, hanem a beszállítók szerint is meg lehet különböztetni. A rögzített információkat pendrive-on lehet hordozni, feldolgozhatók bármely Windows programmal. A szenzort célszerű minden egyes mérés előtt egy etalon fehér színnel kalibrálni.

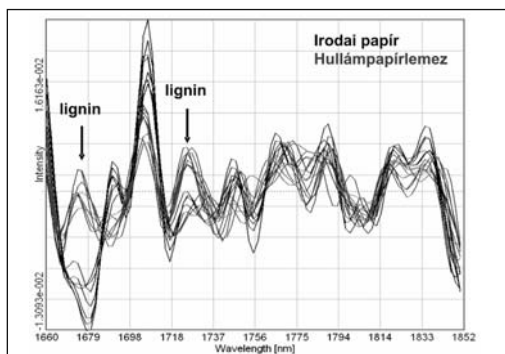
Mérés körülményei:

- A PBS készülék használható -10°C és 40°C közötti tartományban és a különböző időjárási hatások sem befolyásolják. (szél, zápor)
- Az elem három órás folyamatos működést biztosít.

### Mire alkalmazható a papírbála-szenzor

Mért paraméterek:

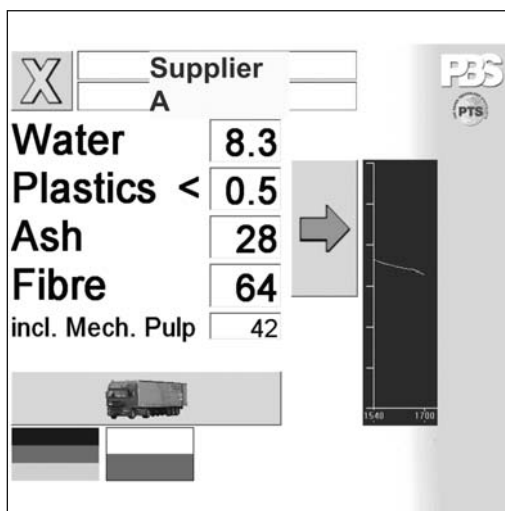
- Nedvességtartalom: A beérkező bálák talán legfontosabb paraméterét 10% nedvességtartalomig  $\pm 0,5\%$  pontossággal határozza meg.
- A műanyag-tartalmat ugyanilyen pontossággal képes megállapítani. A meghatározás során nem számít a műanyag fajtá-



2. ábra. Különböző papírok NIR spektrumának másodrendű deriváltja



3. ábra. A PBS készülék



4. ábra: Eredmények a PBS monitorán

ja, sem tulajdonságai, ugyanúgy felismeri a polietilén bevonatot, mint a különálló műanyag darabkákat vagy a szabad szemmel nem látható összetevőket.

- Utoljára, de nem utolsó sorban lehetőség nyílik a rostok és a töltőanyagok arányának meghatározására. Mint a többi adat, ezek az információk is azonnal leolvashatók a kijelzőről.

A legtöbb nedvességtartalom-mérővel az a probléma, hogy nem veszi figyelembe a teljes rakományt, hanem egy bálának az eredményeit vetíti ki az egész szállítmányra.

A PBS készülékkel azonban ez a pontatlanság kiküszöbölhető, hiszen mindössze húsz perc alatt megtudhatjuk egy teljes teherautó minden egyes bálájának vizsgált paramétereit.

Összefoglalva a PBS készülék előnyeit, elmondható, hogy:

- Villámgyorsan mér és közli az eredményeket
- A mérési eredmények pontosak és reprodukálhatók
- A kapott adatok egyszerűen értékelhetők és elmenthetők
- Robosztus mérőrendszer, könnyen kezelhető
- Csekély a karbantartási költség
- Akkumulátorral működő, hordozható készülék

### Saját tapasztalataim

A cikk zárásaként szeretném leírni saját tapasztalataimat a PBS készülék megbízhatóságával kapcsolatban. Kint tartózkodásom második hetében részt vehettem a műszer eladásának utolsó fázisában. Egy tissue gyárban próbaméréseket végeztünk a gyár egyik beszállítójának rakományából véletlenszerűen kiválasztott bálán. A bála összetétele vegyes aprított hulladék volt, 5×5 cm-es darabkákkal. Több lyukat fúrtunk a bálába, a készülék mind-egyikben egyértelműen 18% nedvességtartal-

mat jelzett. Tapintással a bála kívülről teljesen száraznak tűnt, viszont a fúrás során a bála belsejéből földre hullott darabkák érezhetően nedvesek voltak. A rakomány minősége miatt azonnal reklamálni lehetett a beszállítónál.

Egy újabb érdekességnek lehettem tanúja, amikor általam nem ismert, a gyárban gyártott termék szélhulladékára fektették a szondát. A kijelző azt mutatta, hogy a papír nagymennyiségű rostot és műanyagot tartalmaz. Ezután tudtam meg, hogy ezt a papírfajtát nedvszívó higiéniai termékeknel használják és a cellulózt nedvesség megkötésére alkalmas polimerrel keverik.

Ezen tapasztalataim mellett a legmeggyőzőbb számomra a gyár minőségért felelős dolgozóinak elégedettsége volt.

Remélem, hogy beszámolómmal sikerült felkeltennem a kedves olvasó figyelmét, további információkat a PBS készülékkel kapcsolatban az alábbi címen talál:

[http://www.ptspaper.de/live/pts\\_navigation/powerslave,id,206,nodeid,,\\_language,uk.html](http://www.ptspaper.de/live/pts_navigation/powerslave,id,206,nodeid,,_language,uk.html)

### Irodalom

1. J. Hempel Paper Bale Sensor stood the practice test  
PTS NEWS, 05. 2006.
2. P. Behnsen: Quick evaluation of recovered paper using spectroscopic measuring technology  
PTS NEWS, 05. 2006.
3. G. Vallés Albar: The future challenge in recovered paper quality control  
Revue ATIP, 10. 2004.
4. P. Plew: The PTS bale inspection system passes initial tests  
PTS NEWS, 2004.
5. REC/024/05 Recovered paper quality control & receipt inspection: The European paper industry's needs
6. A. Strunz, P. Plew, G. Keller: Lanze erleichtert Qualitätskontrolle  
RECYCLING magazin, 09. 2006.

Márkné Varga Zsófia