

Politejsav vízgőzáteresztésének csökkentése cellulóz nanokristály segítségével

Halász Katalin¹, Csóka Levente¹

¹Nyugat-magyarországi Egyetem,

Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar

A kutatás során poli(etilén glikol)-ban ultrahanggal kezelt cellulóz, illetve a kezeléssel nyert cellulóz nanorészecskék politejsav vízgőzáteresztésére gyakorolt hatását vizsgáltuk. A mérések eredményeiből kiderült, hogy a cellulóz nanokristályok nagy hatással vannak a PLA vízgőzzárására. Mindössze 1%-ban alkalmazva az ultrahanggal kezelt cellulózt mind a lágyított PLA, mind a tiszta PLA fólia vízgőzáteresztése nagymértékben csökkenthető. A vízgőzzárás javulása elsősorban a cellulóz nanokristályok nagy kristályosságának, illetve az alkotók közt kialakuló erős, valószínűsíthetően nagy mennyiségben jelenlévő határfelületi interakcióknak tulajdonítható.

Keywords: politejsav, kompozit, cellulóz nanokristály, vízgőzzárás

Bevezetés

Az egyre nagyobb népszerűségnek és piacnak örvendő politejsav (PLA) évente megújuló forrásból származó, biodegradábilis és kompozitálható szintetikus polimer, mely széleskörűen alkalmazható számos ipari területen. A csomagolóipar számára a PLA jó alternatívát nyújthat (előnyös tulajdonságai és a hagyományos polimerfeldolgozási berendezéseken való jó feldolgozhatóságának köszönhetően), mégis a fosszilis bázisú, biológiai úton lebomlani nem képes szintetikus polimerek egy részének kiváltása politejsavval csak abban az esetben lehetséges, ha a politejsav tulajdonságai képesek felvenni a versenyt a csomagolóiparban alkalmazott műanyag alapanyagokkal. A politejsavból készült csomagolóeszközök, mint például palackok, tasakok, mélyhűzött termékek gyenge vízgőz- és gázzáró tulajdonságokkal rendelkeznek, így a bennük tárolt termék polc-ideje meglehetősen rövid, a csomagolt termék gyorsan veszíthet tömegéből (pl. ásványvíz/üdítő), nedvességéből, vagy épp az optimálisnál több vízgőzt abszorbeálhat. A PLA nagyfokú

gáz és vízgőz permeabilitása egyes csomagolt termékek esetén gyors minőségbeli romlást idézhet elő.

A cellulóz a legnagyobb mennyiségben előforduló szerves polimer a Földön, melyből évi 1,5x10¹² tonna termelődik (KLEMM et al. 2005), így a cellulóz nemcsak a papíripar, hanem a műanyagalapú társított rendszerek környezetbarát erősítőfázisának is kifogyhatatlan nyersanyagforrása lehet. A cellulóz erősítőanyagként való alkalmazása különböző polimer mátrixokban előnyei: alacsony feldolgozási energia igény, relatív alacsony ár, alacsony sűrűség, nagy szilárdság és modulus, relatív reaktív felület, szeretlen erősítőanyagokkal szemben alacsonyabb keménység, így nem okoz sérüléseket, kopást a feldolgozó berendezéseken, mely lehetővé teszi a nagy hányadban való alkalmazást is SAMIR et al. (2006). A polimer alapú kompozitokban, nanokompozitokban a többnyire növényi sejtfalból kinyert cellulóz különféle formában alkalmazható, mint erősítőfázis – például a mikrokristályos (MCC), a mikro fibrillált (MFC), a nanofibrillált (NFC) cellulóz és a cellulóz nanokristály (CNC). Különösen nagy jelentősége van a nanocellulózoknak, azon belül is a cellulóz nanokristálynak, hiszen kis méretéből adódóan rendkívül nagy fajlagos felülettel rendelkezik, így számos lehetőség van a mátrixszal való kölcsönhatás létesítésére. A nanocellulóz kis méretének, a kialakult határfelületi interakcióknak köszönhetően a polimer mátrix mechanikai és termikus jellemzői is javíthatók (PETERSSON et al. 2007, QU et al. 2010, KOWALCZYK et al. 2010, SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON 2010, FORTUNATI et al. 2012). FORTUNATI et al. (2012), valamint SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON (2010) a nanocellulóz zárótulajdonság javító hatását is megfigyelte politejsav mátrix esetén. FORTUNATI et al. (2012) etoxilált nonil-fenol-foszfát-észterét alkalmazta a savas hidrolízissel előállított CNW

felületkezelőjeként. A cellulóz tűkristályokat tartalmazó PLA nanokompozitokat oldószeres eljárással, kloroform segítségével alakították ki a CNW eloszlását a PLA oldatban 1 perces ultrahangos kezeléssel segítették. Méréseik során megfigyelték, hogy a felületkezelő anyag fokozta a CNW PLA mátrixban való diszpergálódását, a CNW javította a PLA O₂ és vízgőzzárását, utóbbit 1%-nyi módosított CNW 34%-kal növelte. SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON (2010) szintén oldószeres eljárással alakította ki a CNW tartalmú PLA alapú nanokompozit filmet. A CNW-t kénsavas hidrolízissel állították elő mikrokristályos cellulózból, majd a neutralizálást követően a vizes közeg eltávolítása érdekében a CNW-t fagyasztva szárították (FD), illetve oldószer cserét (SE) végeztek el. A vízgőzáteresztést mindkét típusú CNW csökkentette, de eltérő mértékben. Az FD CNW 1%-ban 64%-kal, 2%-ban 78%-kal, 3%-ban 82%-kal és 5%-ban 81%-kal csökkentette a vízgőzáteresztést, míg az SE CNW ugyanekkora mennyiségek mellett sorban 44, 49 és 21%-kal. A savas hidrolízissel előállított és fagyasztva szárított CNW extruderen/belsőkeverőben feldolgozása az újraaggregálódás miatt gyakran felmerülő technológiai probléma. A feldolgozás paramétereinek mellett a CNW diszpergáltságának és disztribúciójának nagy hatása van a kialakított kompozit tulajdonságaira (OKSMAN et al. 2006, WANG és MOHINI 2007, BONDESON és OKSMAN 2007a). Az eloszlás segítése érdekében így gyakran van szükség felületmódosító anyagok, kompatibilizáló szerek alkalmazására. Jelen kutatás során a PLA alapú fóliák olyan cellulóznanokristályt tartalmaztak, melyek előállítása a savas hidrolízis mellőzésével, ultrahangos kezeléssel történt PEG400 közegben, mely közeg eltávolítására nem volt szükség, hiszen a PEG400 a PLA lágyítója (MARTIN és AVÉROUS 2001, BAIARDO et al. 2003), emellett a poli(etilén-glikol)-ok a PLA és a cellulóz összeférhetőségét is javítják (OKSMAN et al. 2006, QU et al. 2010). Ahogy azt egy korábbi kutatásunkban (HALÁSZ és CSÓKA 2013) bemutattuk, az ultrahangos kezeléssel hatékonyan állítható elő cellulóz nanokristály, illetve, hogy az ultrahangos kezelés hatására a PEG400 közegben a cellulóz nanokristályok szferolitot megjelenésűek, szemben a sa-

vas hidrolízissel gyártottakkal, melyek tűkristály formát öltenek.

Anyagok és módszerek

A vizsgálatok során alkalmazott PLA mátrix a Shenzhen Bright China Industrial Co.-tól származott. Az átlátszó granulátum megjelenését politejsav az ESUN™ márkanevet és AI-1031 jelölést viselte. A PLA gyártó által megadott sűrűsége: 1,25 g/cm³, szakítószilárdsága: 54MPa, szakadási nyúlása: 9% (5mm/min húzási sebesség mellett). A mátrixul felhasznált PLA feltehetően poli(L-tejsav) volt, bár erről a gyártó nem szolgáltat információt. A politejsav alapú kompozitok előállítása során alkalmazott 20µm részecskeméretű nagy tisztaságú mikrokristályos cellulóz (MCC) a Sigma Aldrich-től származott.

A lágyításhoz, a diszpergálás megkönnyítésére és az ultrahangos kezelés közegeként használt poli(etilén-glikol) 400 g/mol átlagos molekulatömegű (Mw) és folyadék halmazállapotú volt (márkanév: Macrogola 400). A mikrokristályos cellulóz részecskeméretének csökkentése ultrahangos kezeléssel zajlott a folyadék halmazállapotú poli(etilén-glikol) közegben, korábbi kutatásunkban leírt módon (HALÁSZ és CSÓKA 2013).

A politejsav alapú kompozitok összetétele az 1. táblázatban olvasható.

1. táblázat Összetételek és jelöléseik

keverék megnevezése	poli(etilén-glikol) (PEG400) (t%)	mikrokristályos cellulóz (MCC) (t%)
tiszta PLA	-	-
PEG10	10	-
1C	-	1
3C	-	3
5C	-	5
1C_P	10	1
3C_P	10	3
5C_P	10	5
1C_P_UH*	10	1
3C_P_UH*	10	3
5C_P_UH*	10	5

* -gal jelölt minták PEG400-ban ultrahanggal kezelt MCC-t tartalmaznak

A kompozitok ömledékes eljárással történő előállítására COLLIN ZK25T típusú ikercsigás laboratóriumi extruderrel zajlott ($L/D=18:1$, $170-185-190-190^{\circ}\text{C}$, 50 rpm). A fóliahúzás a granulálást, és szárítást követően LABTECH Scientific egycsigás extruderrel és az ahhoz tartozó LBRC – 150, hűtött hengeres fóliahúzóval ($4,3\text{mm}/\text{min}$, 20 rpm) történt.

UV-VIS spektrofotometria segítségével a politejsav minták esetén a transzmittált sugárzást adtuk meg, mely politejsav alapú minták átlátszóságáról adott képet a látható tartományra ($400-800\text{ nm}$) vetítve.

A vízgőzáteresztés vizsgálat szabályozott klímájú közegben, adott hőmérséklet és páratartalom mellett, klímakamrában (Angelantoni Challenge 700) zajlott, speciális, kör keresztmetszetű lyukkal ellátott csavaros fedéllel rendelkező tégely segítségével.

A fóliák által áteresztett vízgőz mennyiségének meghatározása a tégely belsejében lévő, előzetesen a tömegállandóságig szárított szilikagél vízgőzmegekötés során fellépő tömegváltozásának mérésével valósult meg. Az áteresztett vízgőz mennyiségét 1 m^2 felületre átszámítva került megadásra a politejsav fóliák vízgőzáteresztése $\text{g}/\text{m}^2/\text{nap}$ -ban.

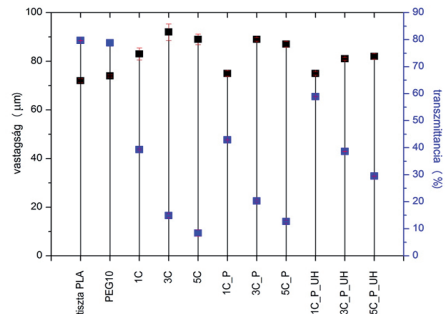
A vizsgálatot (melyet 28°C -on, 85% RH mellett, 72 órán át végeztünk) megelőzően a szilikagél mellett, a politejsav minták tömegállandóságig való szárítása (30°C , 48 h) is megtörtént a mérés pontossága érdekében. A mérési eredmények két, különböző helyről vett minta eredményeinek átlagát tartalmazzák. A minták kondicionálása az MSZ EN ISO 291 szabvány alapján zajlott.

Eredmények és kiértékelésük

Az UV-VIS spektroszkópia során kapott, a látható sugárzás tartományán átlagolt értékeket mutatja a be az 1. ábra. Az UV-VIS eredményekből is kiderül, hogy a PEG400-at is tartalmazó minták esetén enyhén alacsonyabb transzmittancia érték jelentkezett, míg az elvártak alapján, a tiszta MCC hatására nagyobb mértékben csökkent az anyag átlátszósága.

A cellulózt tartalmazó minták közül a legkisebb transzparencia csökkenést az $1\text{t}\%$ -ban ultrah-

anggal kezelt cellulózt tartalmazó minta mutatta, mely minden bizonnyal a cellulóz nanokristályok jelenlétének eredménye (1. ábra).



1. ábra A különböző PLA fóliák transzmittanciája (valamint azok vastagsága) a látható tartományban

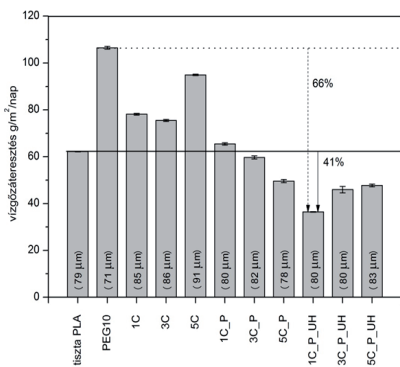
A különféle gázok, vízgőzök polimer filmen való átjutása három lépésben zajlik. Elsőként a molekulák szorbeálódnak és oldódnak a film felületi fázisában.

Az anyagba behatolt, oldódott molekulák diffúzió útján áthaladnak a polimeren, majd a film alacsony parciális nyomású oldalán a molekulák deszorpciója következik be (SORRENTINO et al. 2006).

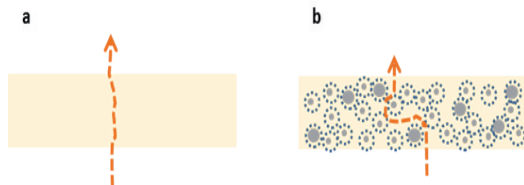
A gáz, vízgőz molekulák áthatoló képességét az anyagban a molekulák oldékonysága és diffúziós képessége határozza meg, melyek mindegyike függ a szabadtérfogat mennyiségétől és minőségétől.

Az oldékonyságot (szorpciót) elsősorban a polimer és a gáz molekulák közötti interakciók, míg a diffúziós képességet a gáz, vízgőz polimer fázisban való mobilitása szabja meg (CHOU DALAKIS – GOTSIS (2009)).

A diffúzió tulajdonképpen a szabadtérfogat lyukak véletlenszerű újrendeződésének eredménye. A lágító hatására a polimerekben általában nő a láncok mobilitása, nő a szabadtérfogat (DLUBEK et al. 2003), mely növeli a polimer áteresztőképességét, így nem meglepő, hogy a $10\text{t}\%$ -nyi PEG400 nagymértékben növelte a PLA fólia által áteresztett vízgőz mennyiségét (2. ábra).



2. ábra A különböző összetételű minták vízgőzáteresztése (valamint a vizsgált minták vastagsága)



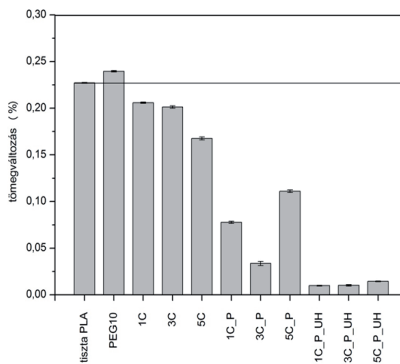
3. ábra A vízgőzmolekula útja a tiszta PLA fólia (a) és az ultrahanggal kezelt cellulózt tartalmazó fólia (b) esetén

A tiszta MCC tartalmú minták esetén a vízgőz-zárás romlása jelentkezett, míg a PEG400-at is tartalmazó minták esetén az áteresztett vízgőz mennyiségének csökkenését tapasztaltuk.

A legnagyobb mértékben mégis az ultrahanggal kezelt cellulózt tartalmazó fóliák vízgőzáteresztése csökkent, mind a lágyított, mind a tiszta PLA-hoz képest. A PEG400-t tartalmazó mintához képest az 1C_P_UH minta vízgőzzárásának 66%-kal nőtt, a tiszta PLA-hoz képest 41%-kal.

SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON (2010) hasonlóan magas javulást ért el savas hidrolízissel előállított cellulóz tűkristályokkal, az oldószeres kompozit előállítását követően. SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON (2010) ezt a nagymértékű javulást a magas kristályosságú cellulóz részecskék által létrehozott „nanopajzsnak”, illetve a minták

által megkötött vízgőz szabadterefogat csökkentő hatásának tudták be. Mivel az itt vizsgált, cellulózt és PEG400-at együttesen tartalmazó minták minimális vízgőzt kötöttek meg (3. ábra), a zárótulajdonságok javulása sokkal inkább a köztük és a mátrix között létrejött erős határfelületi interakcióknak köszönhető, melynek következtében feltehetően már korlátozottabb az újabb interakciók létrejöttének lehetősége a polimer és a vízgőzmolekula között (3. ábra). Az ultrahanggal kezelt cellulózt tartalmazó PLA fóliák esetén a további vízgőzzárásbeli növekedést okozhatta a SANCZHEZ-GARCIA és LAGARON (2010) által feltételezett magas kristályossági fokú cellulóz úgynevezett nanopajzs hatása. A 3C_P_UH és 5C_P_UH minták esetén a vízgőzzárás csökkenése kisebb mértékű volt, mint az 1C_P_UH minta esetén, melynek oka az ultrahangos kezelés hatékonyságának csökkenésében rejlik, feltételezhetően a kezelt szuszpenziók koncentrációjának növekedése miatt (HALÁSZ és CSÓKA).



4. ábra A különböző összetételű minták tömegváltozása 3 nap elteltével, 28°C-os, 85%-os relatív páratartalmú közegben

A 4. ábrán a vízgőzáteresztés vizsgálata során mért tömegváltozás látható, mely a harmadik vizsgálati nap értékeit mutatja. A legkevesebb vízgőzt az 1C_P_UH, a 3C_P_UH és az 5C_P_UH kötötte meg. A CNW hasonló hatását figyelte meg PLA mátrix esetén LUIZ DE PAULA et al. (2011) is. Érdekes módon az MCC-t tartalmazó minták is kisebb tömegváltozást szenvedtek el a tiszta

PLA-hoz képest. A szorpció mértékét meghatározza az alkotók között létrejött interakciók száma és erőssége. Az ultrahanggal kezelt cellulózt tartalmazó PLA feltehetően „telítődött” a PEG400-zal és a cellulóz részecskékkel, így nem volt képes a vízgőz kimutatható mértékű megkötésére, ezen felül az ultrahanggal kezelt cellulóz részecskék a nagyszögű röntgendiffrakció szerint is megnövekedett kristályosságúak (HALÁSZ és CSÓKA 2013), mely hidrofobitásuk növekedéséhez vezethetett, mely tovább csökkentette a vízfelvevő képességét.

Összegzés

A vizsgálatok eredményei alapján a PEG400-ban ultrahangos kezeléssel előállított cellulóz nanokristályok nagy hatással vannak a PLA vízgőzzárására. 1%-nyi ultrahanggal kezelt cellulózzal mind a lágyított PLA, mind a tiszta PLA fólia vízgőzáteresztése számottevően csökkenthető, mely elsősorban a cellulóz nanokristályok nagy kristályosságának és az alkotók közt kialakuló erős, valószínűsíthetően nagy mennyiségben jelenlévő határfelületi interakcióknak tulajdonítható. A kutatás eredményeiből látható, hogy ömledékes feldolgozás esetén is tapasztalható a cellulóz nanorészecskék zárótulajdonság-módosító hatása a megfelelő diszpergáltságának és disztribúciónak köszönhetően, melyet a PEG400 jelenléte, illetve a PEG400-ban való CNC előállítás tett lehetővé. Az ultrahangos kezelés paramétereinek módosításával, az eljárás optimalizálásával feltételezhető a nagyobb mennyiségű cellulóz nanokristály formálódása, mely kevésbé csökkentené a fóliák transzparenciáját, emellett tovább javítaná a PLA vízgőzzárását.

A nanocellulóz, nano-erősítőanyagkénti alkalmazásának előnye, hogy nincs citotoxikus, genotoxikus hatása, az emberi szervezetre, a környezetre jelenléte nem káros (ROJAS et al. 2009, KOVACS et al. 2010, HUA et al. 2014). Az előállított fóliák alkalmazhatósága mégis nagymértékben függ a kompozit alkotóinak, így a cellulóz nanorészecskék vagy a PEG400 migrációjától is, különösképp élelmiszeripari alkalmazások esetén (például ízbeli változások, egyéb minőségbeli romlás okozása). Fortunati

et. al (2012) által végzett kutatása alapján a CNW előírt küszöbérték alatti migrációt mutat, ha a cellulóz naorészecskék és a PLA mátrix között létrejövő határfelületi interakciók, a mátrix és az erősítőfázis közötti adhézió erős.

Felhasznált irodalom

- BAIARDO, M. – FRISONI, G. – SCANDOLA, M. – RIMELEN, M. – LIPS, D. – RUFFIEUX, K. – WINTERMANTEL, E.(2003): Thermal and mechanical properties of plasticized poly(L-lactic acid)
- BONDESON, D. – OKSMAN, K. (2007a): Dispersion and characteristics of surfactant modified cellulose whiskers nanocomposites, *Composite Interface* 14 (7-9): 617-630.
- CHOUDALAKIS, G. - GOTSIS, A.D. (2009): Macromolecular Nanotechnology - review, Permeability of polymer/clay nanocomposites: A review, *European Polymer Journal* 45: 967-984.
- DLUBEK, G. – BONARENKO, V. – PIONTECK, J. – SUPEJ, M. – WUTZLER, A. – KRAUSE-REHBERG, R. (2003): Free volume in two differently plasticized poly(vinyl chloride): a positron lifetime and PVT study, *Polymer* 44: 1921-1926.
- FORTUNATI, E. – PELTZER, M. – ARMENTANO, I. – TOERRE, L. – JIMENEZ, A. – KENNY, J. M. (2012): Effects of modified cellulose nanocrystals on the barrier and migration properties of PLA nanocomposites, *Carbohydrate Polymers* 90: 948-956.
- HALASZ, K. – CSÓKA, L. (2013): Plasticized biodegradable poly(lactic acid) based composites containing cellulose in micro and nano size, *JOURNAL OF ENGINEERING* 1:(1) pp. 1-9.
- HUA, K. - CARLSSON, O. D. - ALANDER, E. - LINDTSRÖM, T. - STROMME, M. - MIHRANYAN, A. - FERRAZ, N. (2014): Translational study between structure and biological response of nanocellulose from wood and green algae, *RSC Advances* 4: 2817-2828.
- KLEMM, D. – HEUBLEIN, B. – FINK, H-P. – BOHN, A. (2005): Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material, *Angewandte Chemie International Edition*, 44(22): 3358-3393.
- KOVACS, T. - NAISH, V. - O'CONNOR, B. - BLAISE, C. - GAGNÉ, F. - HALL, L. – TRUDEAU, V. - MARTEL, P. (2010): An ecotoxicological characterization of nanocrystalline cellulose, *Nanotoxicology* 4 (3):

255-70.

KOWALCZYK, M. – PIORKOWSKA, E. – KULPINKSI, P. – PRACELLA, M. (2010): Mechanical and thermal properties of PLA composites with cellulose nanofibers and standard size fibers, *Composites: Part A42*: 1509-1514.

LUIZ DE PAULA, E. – MANO, V. – PEREIRA, F.V. (2011): Influence of cellulose nanowhiskers on the hydrolytic degradation behavior of poly(D, L-lactide), *Polymer Degradation and Stability* 96(9): 1631-1638.

MARTIN, O. - AVÉROUS, L. (2001): Poly(lactic acid): plasticization and properties of biodegradable multiphase systems, *Polymer*, 42: 6209-6219.

OKSMAN, K. – MATHEW, A. (2007): Processing and properties of nanocomposites based on cellulose whiskers, 9th International Conference on wood & biofiber plastic composites, p.10.

PETERSSON, L. – KVIEN I. – OKSMAN, K. (2007): Structure and thermal properties of poly(lactic acid)/cellulose whiskers nanocomposite materials, *Composite Science and Technology* 67: 2535-2544.

QU, P. – GAO, Y. - WU, G-F. – ZHANG, L-P. (2010): Nanocomposites of poly(lactic acid) reinforced

with cellulose nanofibrils, *BioResources* 5(3): 1811-1823.

ROJAS, O. - LAINE, J. - ÖSTERBERG, M. (2009): Nanocellulose – Materials, Functions and Environmental aspects, OECD Conference on Potential Environmental Benefits of Nanotechnology: Fostering Safe Innovation-Led Growth, Paris – France

SAMIR, M. A. S. A. – ALLOIN, F. – SANCHEZ, J.-Y. – DUFRESNE, A. (2004): Cellulose nanocrystals reinforced poly(oxyethylene), *Polymer* 45: 4149-4157.

SANCHEZ, M. D. – LAGARON, J. M. (2010): On the use of plant cellulose nanowhiskers to enhance the barrier properties of polylactic acid, *Cellulose* 17: 987-1004.

SORRENTINO, A. - GORRASI, G. - TORTORA, M. - VITTORIA, V. (2006): Barrier properties of polymer/clay composites, *Polymer nanocomposites*, Woodhead Publishing Ltd., Abington, England, Chapter 11., 273-292.

WANG, B. – MOHINI, S. (2007): The effect of chemically coated nanofiber reinforcement on biopolymer based nanocomposites, *BioResources*, 02: 371-384.

Vállalati folyamatok mentén kialakított informatikai támogatás a környezettudatos működés segítésére I. rész

Kormány Eszter¹ Dr Bakó András²

¹ Phd hallgató Széchenyi István Egyetem, Műszaki Tudományi Kar, Doktori Iskola, Óbudai Egyetem Rejtő Sándor Könyvűipari és Környezetmérnöki Kar Médiatechnológiai és Könyvűipari Intézet

² Professzor emeritus Óbudai Egyetem

Absztrakt: Az integrált vállalatirányítási rendszereket alapvetően a vállalatok gazdasági folyamatainak támogatására fejlesztették, egy modellvállalat tevékenységei alapján. Ezek az úgynevezett „dobozos” rendszerek, egy adott vállalat működését nem mindig fedik le teljes mértékben. Egy hiányzó terület támogatására, melyek közé tartoznak a környezetvédelmi feladatok is, a vállalatok gyakran táblázatkezelő programot használnak, vagy az adott feladathoz fejlesztett célrendszerként alkalmaznak. Ezek a megoldások szigetrendszerként működnek, a vállalat más területeit támogató megoldásokkal az együttműködésük további

fejlesztést igényel. A fejlesztés magas költsége miatt az összekapcsolás általában nem valósul meg. Így egy vállalat működését támogató IT környezet akár több száz egymással nem együttműködő alkalmazásból épülhet fel. A cikkben bemutatunk egy szervezési elvet és az elvet támogató eszközöket, melyek segítségével kiépíthető egy jól szervezett integrált rendszer, amelybe nagyobb nehézség nélkül a vállalat környezeti feladataihoz kapcsolódó megoldások is beépíthetők.

Keywords: Integrált információs rendszer, BPM, környezetvédelem, integráció