

paper production process to substitute fresh water did not impair the colour and strength properties of paper in laboratory trials and is expected to be possible in paper mills. The required water qualities very much depend on the paper grade produced, the raw materials used and other specific mill conditions like production processes and technologies used. The national legislation and internal aspects of companies such as the economic situation and willingness to substitute fresh water by treated wastewater have to be considered as well. The results show that the use of municipal wastewater as an alternative water source is possible in paper production. This ensures that production can be maintained in regions and situations lacking fresh water.

Acknowledgement

The study was performed within the CORNET 46 EN "AOP4Water" project (www.cornet-aop4water.eu). The authors are grateful to the funding agencies for all the support.

6 REFERENCES

[1] BUYUKKAMACI, N., KOKEN, E. Economic evaluation of alternative wastewater treatment plant options for pulp and paper industry. *Science of the Total Environment*, 2010, vol. 408, str. 6070–6078.

[2] PEREIRA, L. S., CORDERY, I. IACOVIDES, I. Coping with water scarcity. Addressing the challenges. Springer, 2009, 296 str.

[3] KINSELA, S., GLEASON, G., MILLS, V., RYCROFT, N., FORD, J., SHEEHAN, K., MARTIN, J. The State of the Paper Industry Monitoring the Indicators of the Environmental Performance, ROBERTS, J. (urednik), *Environmental Paper Network*, 2007, 70 str.

[4] ANGELAKIS, A. Why is water reuse so important to the EU? - Drivers, Benefits and Trends. Dostopno na spletu: http://technologies.ev.eea.europa.eu/technologies/resourc_mngt/water_use/2004.12.13-A_Angelakis-Water_Reuse__final_.pdf (accessed 05/08/2013).

[5] VISVANATHAN, C., ASANO, T. The Potential for Industrial Wastewater Reuse. Published in "Encyclopedia of Life Support Systems", UNESCO Publication, 2002.

[6] DURHAM, B., ANGELAKIS, A. N., WINTGENS, T., THOEYE, C., SALA, L. Water Recycling and Reuse. A Water Scarcity Best Practice Solution. Dostopno na spletu: http://technologies.ev.eea.europa.eu/technologies/resourc_mngt/water_use/Water_recycling_and_reuse_a_water_scarcity_solution_Final.doc (accessed 05/08/2013).

[7] BRAUNERSREUTHER, M. Wasser mehrfach nutzen (use water more than once), *Umwelt Magazin*, 2013, str. 16–17.

[8] BLANCO, A., NEGRO, C., ORDÓÑEZ, R., SAN PÍO, I. Requirements of reclaimed water to be used as fresh water for paper manufacturing – case example Holmen Paper Madrid. V: PTS Symposium "Water and environmental technology – New concepts to meet future challenges", ÖLLER, H.-J., HUTTER, A. (uredniki), PTS, Munich, 2009, proceedings: PTS-WU 908.

[9] HOLMEN. Environmental work at Holmen Paper Madrid. Dostopno na spletu: <http://www.holmen.com/Sustainability/Concern-for-the-environment/Environmental-activities-at-Holmens-units/Holmen-Paper-Madrid> (accessed 05/08/2013).

[10] KRIVOGRAD KLEMENČIČ, A., KRZYK, M., DREV, D., BALABANIČ, D., KOMPARE, B. Recycling of textile wastewaters treated with various combinations of advanced oxidation processes (AOP), *Acta Hydrotechnica*, 2012, vol. 25, št. 42, str. 29–36.

¹ dr., University of Ljubljana, Faculty of Health Sciences, SI-1000, Ljubljana, Slovenia (E-mail: aleksandra.krivograd@zf.uni-lj.si, klara.jarni@zf.uni-lj.si).

² Institute for Water of the Republic of Slovenia, Hajdrihova 28c, SI-1000 Ljubljana, Slovenia.

³ PTS, Hess-Str. 134, 80797 Munich, Germany (E-mail: svenja.bierbaum@ptspaper.de).

MOŽNOSTI VKLJUČITVE PAPIRNE INDUSTRIJE V PROCES BIORAFINERIJ

POSSIBILITIES OF BIOREFINERY CONCEPT IMPLEMENTATION IN PAPER INDUSTRY

Mija SEŽUN¹, Janja ZULC²

IZVLEČEK

V članku je predstavljena možnost celovitejšje izrabe lesne biomase v papirni in lesnopredelovalni panogi oziroma vpeljava koncepta biorafinerije v proizvodnjo. V papirnicah z integrirano proizvodnjo lesovine in v lesnopredelovalnih obratih ostajajo večje količine drevesne biomase, na primer skorja, grče, žagovina itd. Tovrstni ostanki so bogat vir komponent in kemikalij, na primer polimernih sladkorjev, polifenolov, različnih olj, smole, škroba in proteinov. Lesne ostanke je možno učinkovito pretvoriti v sekundarno gorivo bioetanol oziroma bi bilo smotno iz njih izolirati spojine z dodano vrednostjo, ki bi našle svojo uporabnost v različnih industrijskih panogah. Lesna biomasa je v nasprotju z nafto in fosilnimi materiali obnovljiv surovinski vir, zato je njegova optimalna izraba bistvenega pomena za nadaljnji razvoj.

Ključne besede: biorafinerija, lesni odpadki, bioetanol, specialne kemikalije, alternativni viri.

ABSTRACT

The article describes the possibility for a more comprehensive exploitation of wood biomass in papermaking and wood converting industry by introducing a concept of biorefinery. In wood converting plants and paper mills with integrated production of mechanical pulp, substantial quantities of wood material such as bark, knots and sawdust are left behind. These residues represent a rich source of components and chemicals, for example polymeric sugars, polyphenols, oils and fats, starch, resin and proteins. Woody residues can be efficiently converted into secondary fuel bioethanol or else it is reasonable to extract added-value compounds for application in different industries. In contrast to oil and fossil fuels, wood biomass is a renewable raw material. Its optimal exploitation is therefore of key importance for further development.

Keywords: biorefinery, wood residues, bioethanol, specialty chemicals, alternative sources.

1 Uvod

Temelj energetske ekonomike v prihodnosti je iskanje alternativnih možnosti pridobivanja energije. Obnovljivi viri so ena izmed najbolj perečih tem današnjega časa. Zavedamo se, da so potrebe po energiji vedno večje, obenem pa se njene zaloge manjšajo.

Tako imenovane biorafinerije so v zadnjem času med najpomembnejšimi raziskovalnimi temami s področja obnovljivih virov. Njeni pozitivni učinki so razlog za relativno veliko finančno podporo s strani EU raziskovalnega programa (Petrič, 2011). Slovenija si že kar nekaj časa prizadeva za razvoj in vpeljavo procesa biorafinerije, vendar žal brez konkretne realizacije. Prednost omenjenega procesa je tudi zmanjšanje vplivov na okolje in omilitve problema globalnih klimatskih sprememb (Petrič, 2011).

Okolje igra v papirniški industriji še prav posebej veliko vlogo, saj so energetske porabe velike, istočasno pa je omenjena industrijska panoga znana po nastanku znatnih količin odpadkov. Po podatkih slovenske papirne industrije je bilo

ugotovljeno, da povprečne skupne količine lesnega odpadka v slovenskih papirnicah znašajo okoli 30.000 ton/leto. Glede na količine bi bilo smiselno poiskati rešitev ponovne uporabe oziroma izrabe slednjega. Poleg tega, da so količine dokaj velike, predstavlja odpadki za podjetje precejšen strošek, hkrati pa negativno vpliva na okolje. Izboljšanje okoljske uspešnosti, zlasti zmanjšanje energijske porabe, izboljšanje učinkovitosti rabe vode in zmanjšanje onesnaženosti zraka so dolgoročni cilji za papirno industrijo.

Integrirana industrija celuloze in papirja je trenutno eden izmed najboljših predstavnikov zgodnje faze vpeljave procesa lignoceluloznih biorafinerij v gozdarskem sektorju.

Dandanes obstaja veliko zanimanje za sodelovanje industrije papirja in celuloze z drugimi industrijskimi panogami, predvsem s kemično industrijo. Ena izmed idej je bila, da bi se v proizvodnjo celuloze vključil proces uplinjevanja biomase materialov (les, sekanci, kmetijski odpadki ...), katerega produkt bi bil sintezni plin. Sintezni plin lahko

pretvorimo v različna zelena goriva in kemične substrate, kot so na primer očetna kislina, metanol, metil acetat ... Poleg produktov se pri proizvodnji sinteznega plina sprošča tudi toplota, ki bi se lahko uporabila kot energija. V papirniški industriji bi tako zmanjšali nakup plina in električne energije (Luguel, 2008).

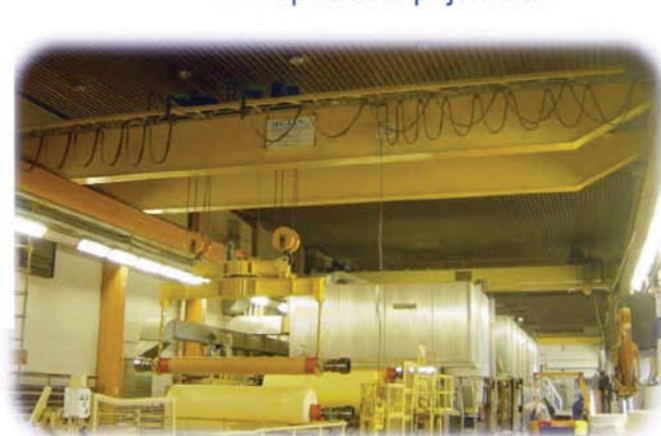
2 Koncept biorafinerije

»Biorafinerija« (slika 1) je nov izraz, ki se je razvil iz pojma »rafinerija nafte« V naftnih rafinerijah pridobivamo energente in kemikalije, prav isto pa počnemo tudi v biorafinerijah, le da je surovinski vir drugačen. Namesto neobnovljive nafte v biorafinerijah uporabljamo trajnostne, obnovljive lignocelulozne materiale, tudi les (Petrič, 2011).

Kamm in sodelavci (2004) ter Dyne in sodelavci (1999) opisujejo tri vrste biorafinerij glede na vhodne surovine, in sicer: biorafinerije, katerih vhodni materiali so pridelki v celoti (pšenica, rž, koruza ...), le-te pa vključujejo mehansko predobdelavo. Naslednja vrsta so tako imenovane »zelene biorafinerije«.

ME – JAN d.o.o. regalna in mostna dvigala Vače 67b, 1252 Vače, Slovenija

**Podjetje za proizvodnjo, servis in popravilo
regalnih in mostnih dvigal, inženiring, trgovino,
izvoz – uvoz in zastopanje tujih firm.**



Tel: 01 / 898 00 86

Faks: 01 / 897 67 44

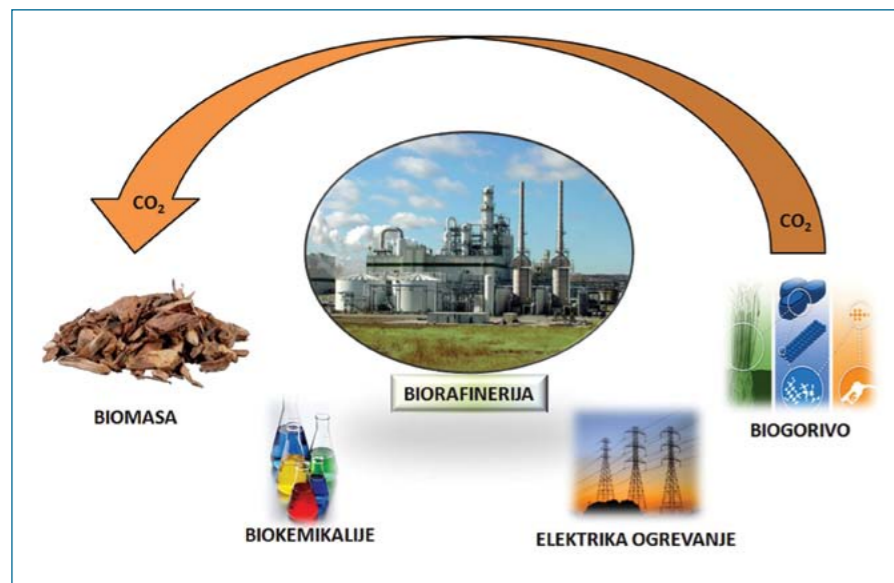
E-pošta: info@me-jan.si

Spletna stran: www.me-jan.com

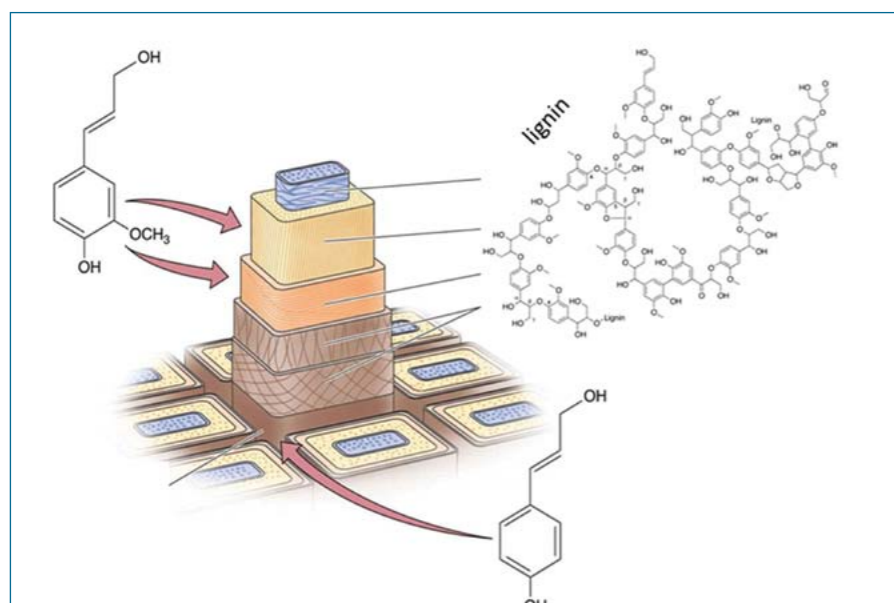
PROJEKTIRANJE IN SVETOVANJE – IZDELAVA IN MONTAŽA – SERVIS IN VZDRŽEVANJE

**Za vsak Vaš delovni proces
in vsako breme Vam nudimo
primeren proizvod:**

- Mostna dvigala,
- Konzolna dvigala,
- Monorail dvigala,
- Regalna dvigala,
- Talne transportne vozičke,
- Nosilke,
- Grabilke,
- Specialna prijemala



Slika 1: Biorafinerija
Figure 1: Biorefinery
(Vir: prirejeno po: <http://www.knowledgefarm.org/send.news/news.photo.files/news.photos/biorefinery.1.gif>)



Slika 2: Shematski prikaz lignoceluloznih komponent (Menon, 2012)
Figure 2: Diagram of lignocellulosic components (Menon, 2012)

Vhodne surovine »zelenih biorafinerij« so zelo različni produkti z visoko vrednostjo, pri čemer govorimo predvsem o kemikalijah. Produkti zelenih biorafinerij so etanol, sirupi z visoko vsebnostjo fruktoze, citronska kislina, mononatrijev glutamat, lizin, encimi in druge specialne kemikalije. »Zelene biorafinerije« uporabljajo predvsem mokre naravne rastlinske surovine, ki se proizvajajo v velikih količinah (zelena biomasa). Tretja vrsta biorafinerij so lignocelulozne biorafinerije z vhodnimi materiali lignoceluloz. Vključujejo tri temeljne kemične frakcije, in sicer: hemiceluloza (pentoze), celuloza (heksoze) in lignin (fenolni polimeri) (Tyson, 2004).

Papirna industrija uporablja za proizvodnjo papirja dve glavni surovini, in sicer les in odpadni papir. Osnovna sestavina za izdelavo papirja in kartona je celuloza. Ta je bodisi

proizvedena iz svežega lesa, sekancev, žagovine, recikliranega papirja, tekstila, kmetijskih stranskih proizvodov ali industrijskih rastlin. Omenjene surovine zaradi svojih karakteristik in kompleksnosti predstavljajo velik potencial v procesu biorafinerij.

Les in lesni ostanki so v osnovi sestavljeni iz sladkorjev, katere lahko pretvorimo v biogoriva (bioetanol, biobutanol ...) ali bioprodukte (acetan, mlečna kislina, jantarna kislina ...). Glede na to, da ima lignoceluloza zelo kompleksno strukturo (slika 2), je nujno potrebna predobdelava (preglednica 1). Poznamo biokemične in termokemične procese izkoriščanja lesne biomase. Biomasa, bodisi trdna, na primer lesni ostanek, ali tekoča, na primer črni lug, se lahko pretvarja s pomočjo termičnih procesov v sintetične pline, katere sestavljata predvsem CO in H₂ (Sousa, 2010).

Lignocelulozna biomasa predstavlja bogat obnovljivi vir ogljika. Ta se potencialno pretvarja v energijo, goriva in uporabne produkte. S pomočjo naprednih tehnoloških procesov separacije in pretvorb nastaja integrirana produkcija bioenergije, biogoriv in biokemikalij, katera vpliva na zmanjševanje sprememb ogljikovega cikla (Sousa, 2010).

3 Vloga biorafinerije v prihodnosti

Pričakovati je, da bo v bližnji prihodnosti osnovna surovina za pridobivanje različnih kemijskih snovi in energije obnovljiva biomasa rastlinskega izvora. Možno bo izolirati vse osnovne sestavne komponente, in sicer celulozo, hemiceluloze, lignin, škrob, proteine in različna olja, hkrati pa bo z uvedbo ustreznih tehnologij mogoče predelati posamezne frakcije v uporabne produkte z dodano vrednostjo. Za doseg tega cilja je nujno spoznati fizikalne in kemijske lastnosti različnih vrst biomase ter proučevati postopke za njeno predelavo. Na ta način industrija ne bo več odvisna od fosilnih surovinskih virov, katerih zaloge so čedalje manjše. Nujna bo povezava med različnimi gospodarskimi panogami, kot so poljedelstvo, lesnopredelovalna, farmacevtska in kemična industrija. Odpadni materiali, kot so različni poljedelski in lesni ostanki, lahko postanejo vhodna surovina ali energent v drugi panogi. Velik izziv predstavlja razvijanje postopkov za učinkovito izrabo virov. Potrebno bo izkoristiti dognanja različnih znanstvenih ved, kot so na primer kemija, biokemija, biotehnologija, mikrobiologija, agronomija in gozdarstvo. Številne študije so pokazale, da bo možno proizvajati iz lignoceluloznega materiala specialne kemikalije, na primer zaščitne premaze in antioksidativna sredstva, ki lahko najdejo svojo uporabnost v živilski, kozmetični in kemični industriji. S pomočjo fermentacijskih postopkov in uporabe encimov so v svetu iz odpadne biomase že začeli proizvajati specialne kemikalije, kot sta glutaminska in mlečna kislina. Slednjo lahko pretvorimo s pomočjo kemijske reakcije v metil laktat, laktid in polimer mlečne kisline, ki je v celoti biorazgradljiv in nadomešča sintetične polimere v različnih komercialnih produktih. V razvoju so postopki za pretvorbo mlečne in hidroksipropionske kisline v metakrilno in akrilno kislino, ki sta strateški kemikaliji v organski sintezni kemiji. S postopkom fermentacije z uporabo različnih mikroorganizmov lahko proizvajamo jantarno kislino, ki nadomešča anhidrid maleinske kisline, pridobljen iz butana. Glicerol lesnega izvora lahko pretvorimo v propilen glikol. Glicerol se poleg tega lahko uporablja za sintezo epiklorhidrina epoksi smol in epiklorhidrinskih elastomerov. Kemikalije,

Preglednica 1: Najpogostejše uporabljene tehnike predobdelave ter njene prednosti in slabosti (Menon, 2012)
Table 1: Most frequently used pretreatment techniques, their advantages and disadvantages (Menon, 2012)

VRSTA PREDOBDELAVE	PREDNOSTI	SLABOSTI
mehanska	zmanjšanje kristaličnosti	visoke energetske potrebe
z mineralno kislino	hidroliza celuloze in hemiceluloze, modificiran lignin	
alkalna	odstranjevanje lignina in hemiceluloze, povečanje površine	dolgotrajen postopek, nastanek soli
obdelava z vročo vodo	odstranjevanje hemiceluloznih encimov	nastanek soli, manjši del odstranjenega lignina
delignifikacija	hidroliza lignina in hemiceluloze	uporaba topil, ki jih je potrebno odstraniti in ponovno uporabiti
mokra oksidacija	odstranjevanje lignina in raztopljene hemiceluloze, celulozna dekrystalizacija	
ozonizacija	odstranjevanje sestavin lignina, ni toksičnih ostankov	velike količine uporabljenega ozona
CO ₂ eksplozija	odstranjevanje hemiceluloze, celulozna dekrystalizacija, stroškovno ugoden	lignin se ne spreminja
eksplozija z vodno paro	odstranjevanje hemiceluloze in spreminjanje lignina	nepopoln razpad lignina – OH matriksa
AFXE – obdelava z amonijem	odstranjevanje lignina in hemiceluloz	ni vplivov na biomaso (velik delež lignina)
ionske tekočine	raztapljanje celuloze, boljša dostopnost celuloze	še v fazi raziskav

Preglednica 2: Biokemikalije z dodano vrednostjo, pridobljene iz celuloze, hemiceluloze in lignina (Octave, 2009)
Table 2: Added-value biochemicals produced from cellulose, hemicellulose and lignin (Octave, 2009)

CELULOZA	polimeri, 4-okso-pentanojska kislina, etanol, mlečna kislina, 3-hidroksi-propanojska kislina, levulinska kislina, glutaminska kislina, glukuronska kislina, jantarna kislina
HEMICELULOZA	ksilitol, etanol, butanol, 2,3-butandiol, ferulna kislina, mlečna kislina, furfural, hitozan, ksilo-oligosaharidi
LIGNIN	sintezni plin, produkti sinteznega plina (metanol, dimetil eter, etanol, mešanica tekočih goriv), ogljikovodiki (cikloheksani, višji alkilati), fenoli (krezoli, eugenol, koniferoli, siringoli), oksidirani produkti (vanilin, vanilinska kislina, dimetilsulfoksid, aldehidi, kinoni, aromatske in alifatske kisline, makromolekule (ogljikove vlaknine, polimerne zlitine, polielektroliti, kompoziti, zaščitna sredstva lesa, farmacevtski dodatki, lepila, smole

pridobljene iz rastlinskih tkiv, lahko nekoč v celoti nadomestijo bazične produkte iz nafte in drugih fosilnih materialov. Pregled nekaterih strateško pomembnih produktov iz rastlinske biomase je prikazan v preglednici 2.

Čedalje več pozornosti strokovnjaki v zadnjem času namenjajo bioetanolu – kot alternativnemu energentu in pogonskemu sredstvu. Slednjega je možno proizvesti iz rastlinske biomase po predhodni ločbi ogljikovih hidratov od lignina. Sladkorne polimere je treba hidrolizirati do monomernih enot, za kar se običajno uporabljajo specifični encimi, kot so celulaze in hemicelulaze. Enostavne sladkorje, in sicer različne

pentoze in heksoze, nato s pomočjo ustreznih mikroorganizmov fermentiramo do etanola. Proizvodnja bioetanola običajno poteka v manjših obratih v bližini nahajališč biomase. Bioetanol je pravzaprav stranski produkt drugih dejavnosti, kot so poljedelstvo, gozdarstvo in celulozno-papirna industrija.

Connor (2007) je v študiji jasno opredelil pomen biorafinerij v celulozno-papirni industriji. Pomembni dejavniki vpeljave omenjene industrijske panoge v proces biorafinerij so naslednji:

- ▶ podjetja papirnih in lesnih proizvodov so največji pridelovalci, transporterji in predelovalci biomase,

- ▶ industrija celuloze in papirja je običajno locirana v bližini številnih drugih virov biomase, kot so na primer gozdovi, poljedelski pridelki, energetske rastline,
- ▶ le del lesne biomase se uporabi za proizvodnjo papirja, preostanek pa je odpadna biomasa, ki je vir številnih spojin z dodano vrednostjo,
- ▶ v ZDA se samo v industriji papirja in celuloze proizvede več kot 120 milijonov ton odpadnega lesa, kot so skorja in grče,
- ▶ papirna industrija je seznanjena s produkcijo energije iz biomase; trenutno se proizvede 60 % energije iz lesa in izrabljene lužnice,
- ▶ glede na naravo dela ima osebje izkušnje na področju energetike,
- ▶ v celulozno-papirni industriji se že proizvajajo številni stranski produkti, proizvodnjo slednjih pa je možno optimizirati,
- ▶ biorafinerija v celulozno-papirni industriji bi pomenila izvor novih prihodkov in zmanjšanje obratovalnih stroškov (Connor, 2007).

Največji izziv pri vpeljavi koncepta biorafinerije predstavlja izbira ustrezne tehnologije predelave odpadne biomase. Pomembne so vse faze postopka, in sicer predobdelava oziroma ločba osnovnih komponent, ki mora biti energetsko nezahtevna in hkrati zagotavljati visoko učinkovitost. Pri encimatski obdelavi ločenih polimernih sladkorjev je pomembna izbira encima, saj predstavljata visoka cena pridobivanja encimov in precejšnja potrošnja slednjih poglaviti oviri za ekonomsko smotrnost pridobivanja bioetanola, kot stranskega produkta papirne in drugih vej lesnopredelovalne industrije. Prav tako je potrebno posebno pozornost posvetiti izbiri fermentacijskih mikroorganizmov, ki naj bodo robustni in učinkoviti. Postavitev in učinkovito obratovanje biorafinerije v lesnopredelovalni industriji je odvisno od razpoložljive surovine, pravilne izbire tehnološkega postopka in njegove ekološke sprejemljivosti ter razmer na tržišču. Vsaka proizvodnja energenta in spojin z dodano vrednostjo mora biti ekonomsko upravičena, sicer biorafinerija ne more upravičiti svojega obratovanja.

Obstaja tudi osnovna dilema, ali naj bodo manjše biorafinerije integrirane znotraj industrijske panoge ali naj podjetja svojo odpadno biomaso pošiljajo v večje centre za proizvodnjo biogoriv in specialnih kemikalij. V vsakem primeru je proizvodnja alternativnih goriv iz razpoložljive, obnavljajoče se biomase velik izziv za prihodnost.

Celulozno-papirna industrija se v zadnjem času začneja intenzivno povezovati s proizvajalci kemikalij, saj je ena od idej

tudi uplinjevanje odpadne biomase (skorja, sekanci, lesni in poljedelski ostanki), pri čemer nastaja sintezni plin, ki ga je možno pretvoriti v različna »zeleni« goriva in kemikalije, kot so na primer očetna kislina, metanol in metil acetat. Poleg tega se odpadna toplota iz proizvodnje sinteznega plina lahko uporabi v energetske namene, s čimer se zmanjša potrošnja naravnega plina in elektrike v papirnicah.

4 Zaključek

Nadaljnji razvoj papirne in lesnopredelovalne panoge je v veliki meri odvisen od boljše izkoriščenosti surovinske biomase, okoljevarstvene naravnosti in višje energetske učinkovitosti. Za doseg te ciljev bo v papirnicah z integrirano proizvodnjo lesovine in drugih predelovalnicah lesne biomase nujno vzpostaviti koncept biorafinerije, v sklopu katere bo možno optimizirati izrabo lesne biomase s pridobivanjem specialnih kemikalij z visoko dodano vrednostjo ter alternativnih »zelenih« goriv, kot je bioetanol. Z uvedbo postopkov za proizvodnjo stranskih produktov se bo povečala ekonomska učinkovitost in

znižala okoljska obremenjenost. Pred vpeljavo biorafinerij v prakso bo potrebno izvesti obsežno analizo materialov in testirati učinkovitost različnih postopkov predelave v produkte z dodano vrednostjo. Biomasa je obnovljiv surovinski vir, ki bo v prihodnosti morda v veliki meri nadomestil nafto in fosilne materiale, katerih zaloge se naglo zmanjšujejo.

5 LITERATURA IN VIRI

- [1] PETRIČ, M. Nove možnosti lesarstva v Sloveniji in Evropi. Strokovni posvet Les iz preteklosti za prihodnost, Cankarjev dom, Ljubljana, maj, 2011.
- [2] KAMM, B. Principles of biorefinery. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2004, 64, 137–145.
- [3] DYNE, D. L. V., BLASE, M. G., CLEMENTS, L. D. A strategy for returning agriculture and rural America to long-term full employment using biomass refineries. In perspectives on the New Crops and New Uses; Janick, J. Ed.; ASHS Press: Alexandria, VA, 1999.
- [4] TYSON, K. S., BOZELL, J., WALLACE, R., PETERSEN, E., MOENS, L. Biomass oil analysis: research needs and recommendation. NREL Technical Report. <http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/34796.pdf>.
- [5] SOUSA D. A. Biorefinery development pathways: A survey for the pulp and paper industry. XXI Encontro Nacional da TECNICALPA / VI CIADICYP 2010, Lisboa, October, 2010.

[6] CONNOR, E. The integrated forest biorefinery the pathway to our bio-future. Optionality. 2007 Engineering, Pulp and Environmental. Conference, October, 2007. <http://www.tappi.org/Downloads/Conference-Papers/2007/07EPE/07epe34.aspx>.

[7] LUGUEL, C. 2008. D2. 3 Preliminary report on the global mapping of research projects and industrial biorefinery initiatives. <http://www.star-colibri.eu/files/files/Deliverables/D2.3.3-industrial-biorefineries-EU.pdf>.

[8] MENON V., RAO M. Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concepts. Progress in Energy and Combustion Science 38, 2012, 38, 522–550.

[9] OCTAVE S., THOMAS D. Biorefinery: toward an industrial metabolism. Biochimie, 2009, 91, 659–64.

^{1,2} dr., Inštitut za celulozo in papir Ljubljana (e-pošta: mija.sezun@icp-lj.si, janja.zule@icp-lj.si)

POVZETKI IZ TUJE STROKOVNE LITERATURE

ABSTRACTS FROM FOREIGN EXPERT LITERATURE



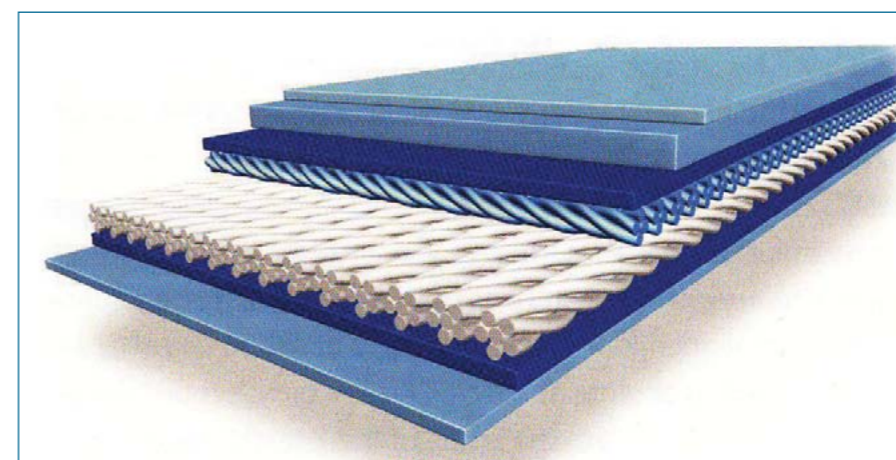
Optimalno odvodnjavanje na stiskalnicah Optimal press dewatering

Kääpä, O., Karvinen, J.: Professional Papermaking 10 (2013) 1: 52–56

Kaj je potrebno za optimalno odvodnjavanje? Papirničar in proizvajalec klobučevine bi morala izbrati ustrezno

sestavo klobučevine na osnovi poskusov odvodnjavanja, s pomočjo katerih je možno ugotoviti obnašanje klobučevin v

odvisnosti od njihove zgradbe. S pravilno izbiro klobučevine lahko uravnavamo nivo vakuumu, kar omogoča prihranek energije.

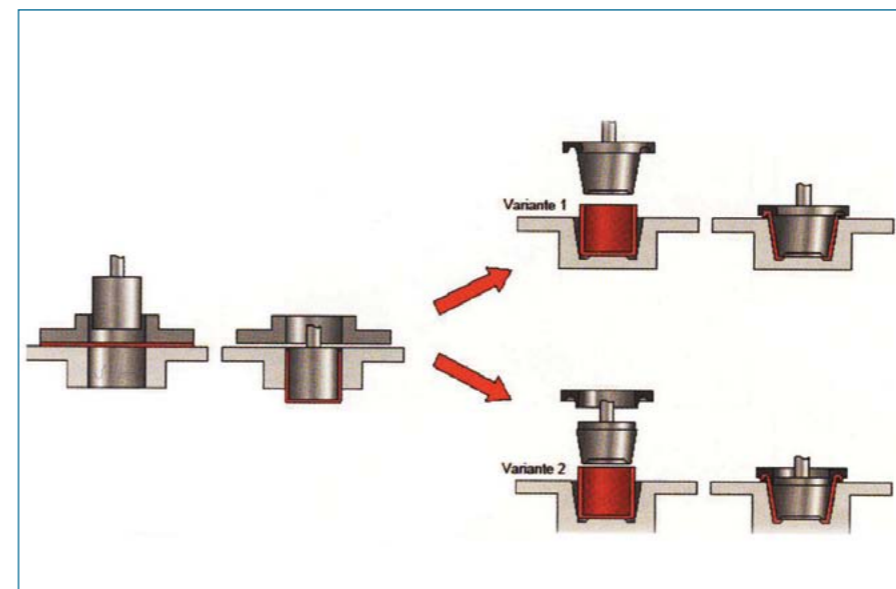


Slika 1: Struktura klobučevine

V enaki meri, kot zgradba klobučevine in regulacija vakuumu, je pomembno tudi nemoteno delovanje valjev in tračnih transporterjev. Vodo je treba istočasno odstraniti iz papirnega lista in vdolbinic na stikalničnem valju in transportnem traku. Bistveno je, da voda ne odteka nazaj na stične površine valjev. Regulacija vakuumu za določen tip klobučevine je ključnega pomena za proces odvodnjavanja, česar se morajo zavedati proizvajalci papirja ter izdelovalci klobučevin in konstruktorji papirnih strojev.

Kartonska, za pline neprepustna embalaža – nov korak pri pakiranju hrane Gastight paperboard package – a new step in food packaging

Hauptmann, M., Schult, A., Zelm, R., Gailat, T., Lense, A., Majschak, J. P., Grossmann, H.: Professional Papermaking 10 (2013) 1: 48–51



Slika 2: Dvostopenjski postopek izdelave plinsko tesne embalaže

Pri pakiranju zamrznjene hrane in hrane za pripravo v mikrovalovni pečici najpogosteje uporabljajo proizvode iz premazanega kartona. Za izdelavo embalaže uporabljajo tehniko globokega vleka ravne kartonske osnove, ki jo predhodno žlebijo. Pri tem nastajajo gubice v predelu, kjer se embalaža zapre. Te gubice delujejo kot kapilarne cevke, ki omogočajo prehajanje plinov med embalažo in okolico.

Nov tehnološki pristop pri 3D oblikovanju onemogoča nastajanje kapilarnih cevk v območju zapiranja. Rezultat je za plin neprepustna, fleksibilna, kartonska posoda, katere neprepustnost pa je pogojena tudi s tipom premaza.

dr. Janja Zule,
Inštitut za celulozo in papir Ljubljana

www.bell.si

BELL 20 LET

BELL d.o.o. > Ptujška c. 13 > SI-2204 > Miklavž na Dravskem polju
Tel.: +386.2.629.69.20 > Fax: +386.2.629.21.20 > E-mail: info@bell.si