

# paper

Revija slovenske papirne in papirno predelovalne industrije

november 2015 | 14 | XLIII

*reinkamacija papirnega vlakna*



*krožno gospodarjenje*

**O PAPIRNI PANOGI / PAPERMAKING**

Tadej Gosak: »Stojim za tem, kar delam« / »I stand for what I do« ..... 3  
 Izvoz kot gonilo, ogledalo in zgled / Export as a driving force, a reflection and a role model ..... 6  
 Krožno gospodarjenje: Zapisano v DNK-ju papirne industrije / Circular economy: written in the DNA of paper industry ..... 8  
 Embalaža za paradižnike, izdelana iz paradižnikove rastline / Packaging for tomatoes, made from tomato plants ..... 10  
 Papirništvo v Slovenski strategiji pametne specializacije / Panel on development: papermaking in Slovenia's smart specialisation strategy ..... 12  
 3,7 milijarde evrov za industrijo, ki bo temeljila na bioloških virih / 3.7 billion euros for a biobased industry ..... 13  
 Kako namesto fosilnih goriv uporabiti odpadno toploto / How to replace fossil fuels with waste heat ..... 14  
 Zaključna konferenca KocPI in KocLES / KocPI and KocLES closing conference ..... 16  
 KocPI – Uspešen zaključek projekta razvoja kadrov / KocPI Project On Hr Development In Paper Industry Successfully Completed ..... 17  
 Možgani boljše sprejemajo pisavo na papirju kot na zaslonu / Our brain prefers writing on paper to digital screens ..... 19

**NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE / NEWS**

V 2016 investicija v mokri del kartonskega stroja KS2 / February 2016: Količevo Karton to invest in KS2 cardboard machine wet end ..... 21  
 Sprememba v vodstvu / Management changes ..... 23  
 Dvig cen papirjev / Price increase ..... 23  
 Embalaža iz Euroboxa za slovenske dobavitelje podjetja IKEA / Eurobox packaging for Slovenian suppliers of Ikea ..... 24  
 Papirna vrečka nekoč, danes in jutri / Paper bag - yesterday, today and tomorrow ..... 25  
 Potencial biopolimerov / Biopolymer potential ..... 26  
 Nova doktorica s področja papirništva / New PhD in papermaking ..... 27  
 Ekскурzija DITP – v podjetje Sappi Gratkorn / DITP visits Sappi Gratkorn ..... 28  
 Znanje iz prve roke, za rešitve iz 'druge roke' / First-hand knowledge of second-hand solutions ..... 29  
 Pilotni preizkusi – osnova za dobre poslovne odločitve 658/4200 / Pilot trials – A reliable basis for successful business decisions 658/4200 ..... 30

**RAZISKAVE IN RAZVOJ / RESEARCH**

Mikrobiološke lastnosti toaletnih papirjev / Microbiological characterisation of toilet papers ..... 32  
 Novosti o nanocelulozi in površinskih modifikacijah / Novelties on nanocellulose and surface modification ..... 36  
 Nanoceluloza: terminologija, lastnosti in postopki pridobivanja / Nanocellulose: terminology, properties and production processes ..... 40  
 Povzetki iz tuje strokovne literature / Abstracts from foreign expert literature ..... 44

**Izdajatelji in založniki:**

Društvo inženirjev in tehnikov papirništva Slovenije,  
 Inštitut za celulozo in papir,  
 GZS - Združenje papirne in papirno predelovalne industrije



**DITP**



**Prepared and published by:**

Pulp and Paper Engineers and Technicians Association of Slovenia (DITP),  
 Pulp and Paper Institute (ICP), Paper and Paper Converting Industry Association  
 of Slovenia at the Slovenian Chamber of Commerce



**DITP**



**Uredništvo revije:**

Glavni urednik: Marko Jagodič  
 Odgovorna urednica: Petra Prebil Bašin  
 petra.prebil.basin@gzs.si

**Uredniki področij:**

▶ **O PAPIRNI PANOGI**

Petra Prebil Bašin

▶ **NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE**

Petra Prebil Bašin, dr. Tea Toplišek

▶ **RAZISKAVE IN RAZVOJ**

dr. Tea Toplišek, dr. Marjeta Černič, dr. Tjaša Drnovšek,  
 mag. Klemen Možina, Alenka Ivanuš

**Drugi člani uredniškega odbora:**

Ana Sotlar, mag. Mateja Mešl, Metka Ševerkar, Leopold Scheicher,  
 dr. Tea Toplišek, Tanja Bricelj

**Intervju:** Kolibri, Poslovne komunikacije, Tanja Bricelj, s. p.,  
 www.poslovnekomunikacije.si

**Tisk:** Medium, d. o. o.

**Naklada:** 1300 izvodov, Ljubljana, november 2015

**Lektor:** Grega Rihtar s. p.

**Prevodi in lekture angleških besedil:** Nataša Pregl s. p.

**Oblikovanje in grafična priprava:** Studio U3NEK d. o. o.

Navodila avtorjem si lahko ogledate na [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/)

Revija Papir sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

Revija Papir je vpisana v razvid medijev pod številko 700.

**Editorial board:**

Editor in chief: Marko Jagodič  
 Executive editor: Petra Prebil Bašin  
 petra.prebil.basin@gzs.si

**Feature editors:**

▶ **ABOUT PAPER INDUSTRY**

Petra Prebil Bašin

▶ **NEWS FROM PAPER MILLS, THE PRESS AND ABROAD**

Petra Prebil Bašin and Tea Toplišek, PhD

▶ **RESEARCH AND DEVELOPMENT**

Tea Toplišek, PhD, Marjeta Černič, PhD, Tjaša Drnovšek, PhD,  
 Klemen Možina, M. Sc., Alenka Ivanuš

**Other members of the editorial board:**

Ana Sotlar, Mateja Mešl, M. Sc., Metka Ševerkar, Leopold Scheicher,  
 Tea Toplišek, PhD, Tanja Bricelj

**Interview:** Kolibri, Tanja Bricelj, s. p.,  
 www.poslovnekomunikacije.si

**Printed by:** Medium, d. o. o.

**Circulation:** 1300 copies, Ljubljana, November 2015

**Proofreading:** Grega Rihtar s. p.

**Translations and proofreading of texts in English:** Nataša Pregl s. p.

**Design and prepress:** Studio U3NEK d. o. o.

Author guidelines are available at [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/)

Papir Magazine is cofunded by the Slovenian Research Agency.

Papir Magazine is entered in the Slovenian Media Register under no. 700.



# UVODNIK

Uvodnik

## Papirničarji in krožno gospodarjenje

V evropskem prostoru je krožno gospodarjenje v zadnjem času moden izraz, zato ga v ospredje postavljamo tudi ustvarjalci revije Papir in Dnevov slovenskega papirništva.

Zakaj?

Papirništvo ima krožno gospodarjenje zapisano že v genih in je na tem področju lahko vzor drugim industrijam.

Zbiranje starega papirja in zmanjševanje izpustov CO<sub>2</sub> ni edino, kar smo pionirsko zastavili pred mnogimi leti. Vedno znova stremimo k boljšim rezultatom. S stalnim investiranjem in izboljševanjem tehnologij in procesov predse postavljamo vedno nove visoke zahteve. Izboljšanje energetske učinkovitosti nima samo vpliva na manjše izpuste in čistejše okolje, temveč prispeva tudi k zniževanju stroškov in tako k izboljševanju konkurenčnosti.

Procesi postajajo vse kompleksnejši in za izboljšanje svojih konkurenčnih prednosti potrebujemo tudi večfunkcionalnega papirničarja z znanjem več svetovnih jezikov. Zato strokovnemu izobraževanju posvečamo veliko pozornosti, saj so strokovnjaki med zaposlenimi motor razvoja naših procesov in novih izdelkov, pisanih na kožo kupcev.

Vsaka ideja, vsaka novost sproži nov krog izboljšav – vedno znova.

Potenciala seveda iščemo znotraj naše dejavnosti, a to že dolgo ni več dovolj. Sodelovanje je preraslo obzidja papirnic. Danes smo tesno povezani z našimi kupci, z dobavitelji opreme, surovin, storitev in znotraj dobavne verige iščemo optimume sodelovanja. Lahko bi rekli, da je papirniško krožno gospodarjenje celó gonilo medpanožnega povezovanja in širjenja krožnega gospodarjenja.

Na obzorju prihodnosti se obeta nov tehnološki preboj, ki smo ga predstavili že v prejšnji številki revije Papir – Two Team Project. Tudi to je kroženje navzgor po tehnološki spirali.

Želim vam prijetno branje.

Glavni urednik  
Marko Jagodič



# EDITORIAL



Marko Jagodič

## Editorial

### Papermakers and circular economy

Circular economy is currently a very trendy term across Europe. As the creators of the Papir magazine and the Slovene Papermaking Days, we decided to put it in the spotlight as well.

Why?

Well, circular economy is written in the genes of the paper industry, thus making it a role model for other industries.

Collecting waste paper and reducing CO<sub>2</sub> emissions are not the only tasks we set upon ourselves many years ago. We never cease to strive for better results. By continuous investments and improvements of technologies and processes, we are setting higher and higher expectations for ourselves. After all, improving energy efficiency does not only affect smaller emissions and helps to a cleaner environment, it also contributes to cost reduction and consequently improves our competitive position.

Processes are becoming more and more complex and in order to improve our competitive advantages, we also need a multifunctional papermaker, fluent in several global languages. Well-trained professionals among our employees are the driving force in the development of our processes and new, customer-driven products, which is why we pay a lot of attention to high-quality education and training.

Each idea, each novelty triggers a new circle of improvements - time and time again.

Promising people are of course sought within our industry, but for a long time now, this has not been enough anymore. Cooperation has outgrown the walls of paper mills. Nowadays, we have strong ties with our buyers and suppliers of equipment, raw materials and services, and we are always looking for new possibilities for cooperation within the supply chain. We could even say that the papermaking circular economy is the driving force of the inter-industrial networking and the growing expansion of circular economy in general.

On the horizon of the future, there lies a new technological breakthrough that was introduced in the previous issue of Papir magazine - the Two Team Project. This, as well, is a way of circulating up the technological spiral.

With this, I leave you to enjoy the new issue of our magazine.

Editor in chief:  
Marko Jagodič



# TADEJ GOSAK: »STOJIM ZA TEM, KAR DELAM«

## TADEJ GOSAK: »I STAND FOR WHAT I DO«



Intervju Tadej Gosak

*In this interview, we sit down with Tadej Gosak, the new chairman of the Slovenian Pulp and Paper Industry Association's (ZPPPI) management board and for the last two years, the CEO of Paloma d.d. According to Mr. Gosak, the main responsibility of ZPPPI is to advocate and enforce the interests of the paper and paper converting industry, and he wants to contribute to the realization of the association's goals. As chairman, he will focus on two priority assignments - the development (and transfer) of knowledge, and the competitive position of our industry. Although he does not talk much about him and his personal life, the tone of his voice slightly changes when he mentions something he really believes in: "I stand for everything I do. Some day, I would like to look back and be proud of the things I accomplished." This was also the reason why, a few years back, he decided to take over the leadership of a "national company with great potential" instead of accepting a high-profile job in a multinational firm abroad." If we want the future generation to inherit at least a few good Slovenian companies such as Paloma, we need to accept responsibility and work for the benefit of the community as a whole," adds Mr. Gosak.*

V tokratnem intervjuju predstavljamo Tadeja Gosaka, novega predsednika upravnega odbora Združenja papirne in papirno predelovalne industrije. Svoji vodilni vlogi v Palomi je za naslednje obdobje dodal še vodenje omenjenega združenja. Kot pravi, je glavna naloga ZPPPI zastopati in uveljavljati interese papirne in papirno-predelovalne industrije in pri tej nalogi želi tudi sam prispevati svoj delež. V ospredju njegovega mandata bosta dve prioritetni nalogi, in sicer razvoj in prenos znanja ter razvoj konkurenčnosti panoge.

O sebi in svojem zasebnem življenju ne govori rad, a vendar se ton njegovega glasu spremeni, ko govori o tem kar zares verjame: »Stojim za vsem, kar delam. Želim, da bom, ko bom čez čas pogledal nazaj, ponosen na delo, ki sem ga opravil.« Tudi zato je raje kot odgovorno mesto v multinacionalki v tujini sprejel vodenje »domačega podjetja s potencialom«. »Če hočemo, da bo našim otrokom ostalo še kakšno dobro slovensko podjetje, kot je Paloma, moramo sprejeti odgovornost in delati za dobro širše skupnosti.«

**Pred kratkim ste prevzeli mesto predsednika UO pri Združenju papirne in papirno-predelovalne industrije. Kako vidite svojo vlogo v Združenju?**

Proizvodnja papirja ima v Sloveniji dolgo tradicijo in predstavlja pomembno industrijsko panogo, ki več kot 88 % prihodkov ustvari iz izvozom. V ZPPPI aktivno sodeluje večina velikih slovenskih proizvodnih podjetij ter predstavniki srednjih in malih podjetij. Cilj vseh članov združenja pa je, ne glede na velikost podjetij, isti, in to je, da v okviru združenja uresničujemo skupne interese, ki omogočajo, da je papirna industrija uspešna. Svojo vlogo vidim v tem, da skupaj s kolegi iz upravnega odbora skrbimo za uveljavljanje interesov papirne in papirno-predelovalne industrije, ki nam bodo zagotavljali uspešno poslovanje na dolgi rok.

**Kakšna je vaša vizija v ZPPPI in katere cilje ste si zastavili za vaš mandat?**

V ospredju bosta dva cilja: prvi je razvoj znanja, drugi razvoj konkurenčnosti.

V ZPPPI smo že pred dvema letoma ugotovili, da predstavlja razvoj in prenos znanja v slovenskih podjetjih veliko težavo. Slovenski izobraževalni sistem ne omogoča niti na srednjih šolah niti na fakultetah, da bi se mladi izučili za poklice, ki so potrebni v naših podjetjih. Na drugi strani pa imamo v podjetjih strokovnjake z več desetletnimi izkušnjami, ki se bodo v naslednjih letih upokojili. Soočamo se torej z izzivom menjave generacij in prenosom znanj ter izkušenj na eni strani in prilivom novih znanj na drugi. Naloga ZPPPI bo torej, da s podporo Inštituta za celulozo in papir omogočimo strukturirana izobraževanja in pomagamo v podjetja uvesti model mentorstva. Na področju razvoja konkurenčnosti pa se moramo zavedati, da je papirna industrija izvozno usmerjena. Za uspešnost je zato še toliko bolj pomembno, da smo konkurenčni vsaj na evropski ravni, cilj pa bi moral biti zagotoviti globalno konkurenčnost. Pogoj za to je v prvi vrsti povezan z znanjem in inovativnostjo v podjetjih, pomemben vpliv pa imajo splošni pogoji poslovanja v Sloveniji. V združenju si moramo prizadevati, da v okviru GZS iščemo rešitve za dvig konkurenčnosti poslovnega okolja. Sem sodi tudi problematika, ki je v zadnjem letu najbolj pereča: energetika. Na trgu namreč tekmujemo s konkurenti, ki imajo bistveno bolj ugodne pogoje poslovanja – bodisi manjše davčne obremenitve, cenejši dostop do virov ali manj strogo zakonodajo. Tudi zato se je lani ZPPPI močno angažiralo, da energija ne bi bila dodatno obremenjena. Podobne aktivnosti, kot so bile lani izvedene v povezavi z energijo, želimo v prihodnje izvajati na vseh področjih, ki so pomembna za konkurenčnost slovenske papirne in papirno-predelovalne industrije.



Foto: Arhiv Palome



Foto: Arhiv Palome

Tadej Gosak, predsednik UO Združenja papirne in papirno-predelovalne industrije pri GZS  
*Tadej Gosak, Chairman of the Management Board, Pulp, Paper and Paper Converting Industry Association at the Slovenian Chamber of Commerce*

### **Bi se strinjali, da je papirništvo v Sloveniji eden izmed nosilcev krožnega gospodarjenja in sodi med pionirje uvajanja ekološko prilagojenih proizvodnih procesov?**

Zagotovo sodi papirna industrija med pionirje uvajanja ekološko prilagojenih proizvodnih procesov, saj je bila med prvimi, ki se je usmerila v ponovno rabo in recikliranje papirnih izdelkov. V zadnjih letih smo dosegli velik napredek v zmanjšanju porabe energije in uporabi energije iz obnovljivih virov, znižuje se poraba vode in surovin, razvoj izdelkov pa je naravnan tako, da ob njihovi uporabi nastaja čim manj odpadkov. V Sloveniji je stopnja recikliranja papirja 55,7-odstotna, povprečje EU pa je 71,7-odstotno, kar sodi v sam svetovni vrh (podatki so iz leta 2014). Dosegali smo že višje deleže, vendar se je ta stopnja zmanjšala zaradi višje cene odpadnega papirja. Tako ima to področje v Sloveniji še priložnost za rast.

### **Menite, da ima papirna in papirno-predelovalna industrija v javnosti zadosten ugled?**

Na žalost v ZPPPI ugotavljamo, da se je ugled papirne industrije v zadnjih letih neupravičeno poslabšal. Kljub napredku v tehnologiji za proizvodnjo papirja in dejstvu, da je papir eden izmed najbolj ekološko sprejemljivih izdelkov, pa je na žalost velik del ljudi prepričan, da je uporaba papirja ekološko sporna. K temu je v veliki meri prispevala tudi digitalizacija, ki uporabnikom neutemeljeno sporoča, da uporaba papirja škodi našemu okolju. V ZPPPI v prihodnosti načrtujemo aktivnosti, ki bodo vključevale intenzivnejšo rabo komunikacijskih materialov, sloganov in priporočil, kot jih za promocijo papirne dejavnosti uporablja Evropsko združenje papirne industrije CEPI. Omenimo slogan *We <3 paper / Radi imamo papir, elektronski podpis*, pa tudi mnoge podatke in raziskave, ki jih pripravljajo na CEPI-ju in ki govorijo

Moje sporočilo je, da morata biti za uspešno komunikacijo izpolnjena dva pogoja: da je obojestranska in aktivna. To pomeni, da se morajo vsi člani združenja, pa tudi podjetja, ki se nam do sedaj še niso pridružila, v enaki meri truditi za prenos informacij do združenja, kot se vodstvo ZPPPI trudi informirati njih. Le na tak način bomo lahko učinkovito izvajali aktivnosti, ki so pomembne za papirno industrijo in slovensko gospodarstvo.

*I strongly believe that for communication to succeed, it should meet two conditions: it has to be mutual and active. This means that all members of the Association, as well as companies who have not decided to join us so far, need to strive for the transfer of information to the Association, the same as the Association's management is making sure to provide them with relevant information. This is the only way we can efficiently work on issues and concerns that are important for the paper industry and Slovenian economy.*

v prid dejavnosti. Denimo v Sloveniji v več kot 50 odstotkih za proizvodnjo papirja uporabljamo odpadni papir. Taki podatki so nujni, ko želimo opozoriti na »dejstva in zmote« o papirni in papirno-predelovalni industriji. CEPI ima že veliko gradiv s tovrstnimi vsebinami, v ZPPPI pa bomo preverili, katerim njihovim aktivnostim se lahko pridružimo tudi mi, kar je seveda odvisno od kadrovskih in finančnih virov.

### **Kako si predstavljate dialog z vlado oziroma ministrstvom za gospodarstvo? Kako se lahko članstvo ZPPPI poveže za čim boljši nastop na tujih trgih?**

Dialog z vlado in posameznimi ministrstvi je po mojem mnenju ključna naloga GZS. Zdi se mi pomembno, da posamezna združenja podpiramo GZS kot krovno organizacijo in na ta način omogočamo, da ima gospodarstvo močno pozicijo v dialogu z vlado. Sicer pa menim, da je ZPPPI dobro organizirano in omogoča članom združenja pridobivanje informacij o dogajanju v papirni industriji ter poslovno mreženje tako doma kot v tujini.

### **Po izobrazbi ste ekonomist, oba vaša prejšnja delodajalca pa delujeta na globalnem trgu v kemijsko-predelovalni industriji. Bi lahko potegnili kakšne vzporednice s papirno industrijo?**

Vsem podjetjem je skupen isti cilj in to je zadovoljen kupec. Uspešna podjetja

skrbijo za to, da imajo kakovostne izdelke in zadovoljne kupce. To so ključna spoznanja, ki sem jih pridobil pri delu v multinacionalki. Hkrati pa ta podjetja skrbijo, da so vsak dan bolj učinkovita in da vlagajo v razvoj zaposlenih. Nenehno prilagajajo procese in spreminjajo svojo organizacijo glede na tržne razmere. Ta proaktivni pristop je v premajhni meri prisoten v prenekaterem slovenskem podjetju, tudi v Palomi. Načeloma med posameznimi industrijami ni bistvenih razlik v delovanju. Ne glede na branžo, je cilj isti: proizvesti vrhunski izdelek z najnižjimi možnimi stroški.

**Omenili ste razlike v delovanju med globalnimi in slovenskimi podjetji, večkrat pa opozarjate tudi na nenavadno slovensko značilnost – privoščljivost, namesto da bi v družbi obrnili fokus in spodbujali uspeh. Poudarjate, da več kot bo uspešnih, bolje bo šlo vsem nam. Je ZPPPI lahko primeren kanal za promocijo takega pristopa?**

Gospodarstveniki smo po naravi optimisti. Za nas je reševanje vsakodnevnih izzivov le dodaten korak, ki ga moramo napraviti do uspeha. Ko se ljudje s takšnim razmišljanjem družimo, in to je prisotno v ZPPPI, potem se ustvarjajo pogoji za nove ideje in nova sodelovanja. Združenje je do sedaj že aktivno promoviralo pozitivno

naravnost in tudi dogodek Dnevi papirništva je za to zelo pomemben. V tem vidim tudi veliko prednost biti član katerega koli gospodarskega združenja.

**V Palomi ste v zadnjem času posvetili precej energije interni komunikaciji. (Med drugim ste vzpostavili sistem mentorstva za prenos znanj s starejših na mlajše generacije, o čemer smo pisali v prejšnji številki revije Papir.) Kako pomembno se vam zdi interno komuniciranje tudi znotraj Združenja papirničarjev? Bi glede tega želeli kaj sporočiti članom združenja?**

Moje sporočilo je, da morata biti za uspešno komunikacijo izpolnjena dva pogoja: da je obojestransko in aktivna. To pomeni, da se morajo vsi člani združenja, pa tudi podjetja, ki se nam do sedaj še niso pridružila, v enaki meri truditi za prenos informacij do združenja, kot se vodstvo ZPPPI trudi informirati njih. Le na tak način bomo lahko učinkovito izvajali aktivnosti, ki so pomembne za papirno industrijo in slovensko gospodarstvo.

**Za konec še: kakšen moto vas vodi skozi življenje?**

Stojim za tem, kar delam in kar živim. Stvari delam profesionalno in s pokončno držo, svoja dejanja pa presojam skozi daljše časovno obdobje. Ko bom čez čas

pogledal nazaj, si želim biti ponosen na svoje delo in svoje odločitve. Človek na položaju predsednika uprave v nekem podjetju, kot je denimo Paloma, mora sprejemati številne odločitve. Čeprav pri sebi vem, da počnem dobro za ljudi in podjetje, me izjemna kritičnost javnosti vseeno ne pusti neprizadetega. Iskreno si želim rezultatov in pozitivnega razvoja v širšem družbenem smislu. To se mi zdi zelo pomembno, kajti če želimo svojim otrokom zapustiti še kakšno dobro podjetje, kot je Paloma, se mi zdi prav sprejeti odgovornost in vračati v slovensko družbo tudi na tak način. Če velja, da sem se dokazal v multinacionalki, potem bom poskušal napraviti nekaj dobrega tudi v našem, slovenskem podjetju.

*Tanja Bricelj,  
Kolibri, s. p.*

# En.odmiev 016

Tradicionalna strateška  
energetska konferenca

Ljubljana, GH Union, 11. februar 2016

Srečanje najvidnejših  
domačih energetikov!



**Energetika.NET**

Za več informacij pišite na:  
dogodki@energetika.net  
ali pokličite na: 01 40 12 872

# IZVOZ KOT GONILO, OGLEDALO IN ZGLED

## EXPORT AS A DRIVING FORCE, A REFLECTION AND A ROLE MODEL

Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS

*The Slovenian paper and paper converting industry is definitely one of the industries that have contributed to a more optimistic situation in Slovenia - the numbers show a 2.7 % average economic growth in the first eight months of the current year. In comparison with the year before, the sales revenues in paper and paper converting industry have increased by 3.74 % in the first eight months of year 2015, and the total physical volume of production went up for 5 %.*

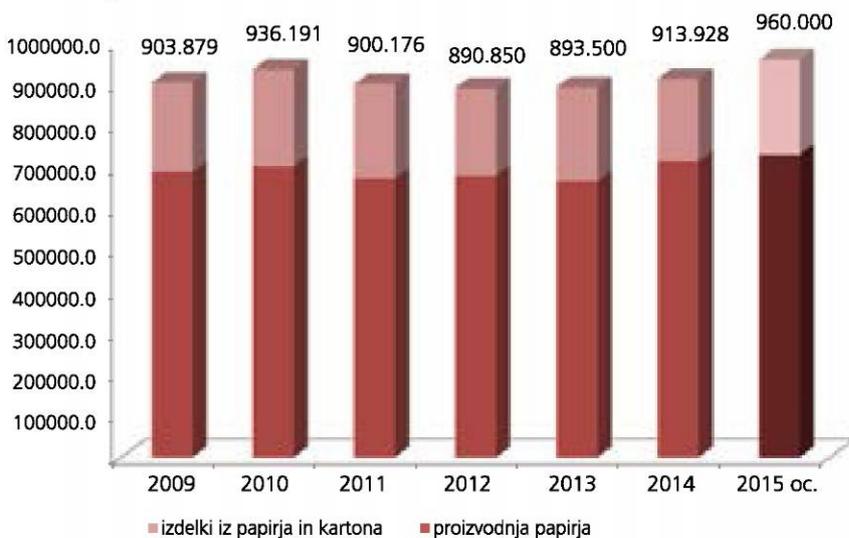
*However, despite the positive eight-month indicators, companies within our industry are facing many challenges, including an adverse price situation in purchasing raw materials, pressures of buyers towards reducing selling prices, and various – more long-term - ownership and status-related issues. At the same time, the industry is confronting new - but already well-known - issues connected with the costs of energy products, whereas a more positive trend has been noted in the area of employee education and training.*

Slovenska papirna in papirno predelovalna industrija je zagotovo ena izmed dejavnosti, ki so pripomogle k bolj optimistični sliki stanja v Sloveniji, ki v osmih mesecih tega leta v povprečju ugotavlja 2,7-odstotno gospodarsko rast. Po podatkih statističnega urada in anketi, ki jo je izvedlo Združenje papirne in papirno predelovalne industrije, tudi letos papirni in papirno predelovalni dejavnosti v povprečju kaže dobro: prodajni prihodki celotne panoge so se v prvih osmih mesecih leta 2015 povišali za 3,74 odstotka, skupen fizičen obseg proizvodnje pa za 5 odstotkov glede na enako obdobje lani.

### Gonilo

Gonilo večjega obsega prihodkov je izvoz, saj so podjetja papirne in papirno predelovalne panoge prihodke na tujih trgih povišale za 5,6 odstotka, kar je nad povprečjem slovenske rasti izvoza v enakem obdobju (+ 5,2 odstotka), medtem ko so se vrednostno prodajni prihodki na slovenskem trgu znižali za 1,2 odstotka glede na enako obdobje lani. Pri fizičnem obsegu proizvodnje beležimo v prvih devetih mesecih leta 2,9 odstotno rast proizvodnje papirja in kartona, kar je precej nad povprečjem članic združenja CEPI, ki v enakem obdobju v povprečju poroča o 0,4 odstotka nižjem obsegu proizvodnje papirja glede na lani. Največjo rast obsega proizvodnje papirja v prvem devetmesečju na ravni Evropske unije sicer beležijo na Poljskem, in sicer 4 odstotke, ter v Romuniji, kjer ta znaša kar 11,4 odstotka. Pri segmentih domače papirno predelovalne industrije

### Proizvodnja v tonah



Letna proizvodnja  
Annual production volume (in tonnes)

statistika kaže celo okoli 10-odstotno povišanje obsega proizvodnje teh izdelkov v primerjavi z enakim lanskim obdobjem. Podatki kažejo izjemno velik porast izvoza embalaže iz nevalovitega papirja in kartona (+ 29 odstotkov), toaletnega papirja in izdelkov (+ 30 odstotkov) ter šolskih zvezkov (+ 57 odstotkov) glede na enako lansko obdobje.

**Glede na trenutne napovedi lahko v letu 2015 pričakujemo skupno proizvodnjo 730.000 ton papirja in kartona ter 230.000 ton izdelkov iz papirja, kartona in lepenke.**

Kljub ugodnim osemmesečnim kazalnikom se v panogi podjetja soočajo

z mnogimi izzivi. V primeru papirnic je letos glavna težava slabitev evra v primerjavi z ameriškim dolarjem, ki je septembra v primerjavi z dolarjem medletno šibkejši za 13 odstotkov. Tako neugodni cenovni situaciji pri nabavi surovin se na drugi strani pridružujejo pritiski kupcev in ponudba tekmecev po zniževanju prodajnih cen. Finančni kazalniki za leto 2015 tako ne bodo v celoti sledili dobrim medletnim indeksom pri fizičnem obsegu proizvodnje.

Nadalje se kljub nameram niso zgodile težko pričakovane dokapitalizacije in načrtovane spremembe lastništva v dveh papirnicah, precej hitro pa se je odvila menjava ter nova preimenovanja kartonažnih podjetij v skupini DS Smith.



Optimizem v panogi je v tem trenutku težko oceniti, saj so mnenja med podjetji zelo različna, vendar bi jih lahko povzela kot: optimizem v tistem delu panoge, ki se ukvarja z embalaranjem, večji optimizem v predelovalnem delu panoge, ki več svojih izdelkov proda na tuje trge, ter manjše zadovoljstvo proizvajalcev grafičnih papirjev.

## Ogledalo

Vsekakor panogi postavlja ogledalo tujina, saj je tam ustvarjenih v povprečju več kot tri četrtine vseh prihodkov, v primeru papirnic več kot 88 odstotkov. Vzvod za uspeh v tujini je konkurenčnost naših podjetij. Proaktivnost v smislu zagotavljanja lastne konkurenčnosti zagotovo kažejo podatki, da so investicije v papirni in papirno predelovalni dejavnosti stalnica. Tudi v letu 2015 naj bi se zanje namenilo okoli 23 milijonov evrov.

Na drugi strani pa je podjetjem treba zagotoviti konkurenčne pogoje poslovanja v Sloveniji v primerjavi s tujimi, kar je pomembno delo našega združenja. Pri svojem delovanju ugotavljam, da veliko tem stalno »recikliramo« in »nadgrajujemo«, mnoge tudi ne v prid podjetjem, vendar v skladu z zelo ambicioznimi okoljskimi in energetskimi cilji v Evropski uniji. ZPPPI je s koncem junija s sprejeto novo uredbo prispevka za obnovljive vire energije (OVE) uspel diferencirati ceno prispevka v prid večjim, energetsko

intenzivnim porabnikom elektrike, a sestava stroškov energentov ima mnogo postavk. Naslednja v vrsti je trošarina, pa zopet prispevek za učinkovito rabo energije in omrežnina. V pripravi je še vedno tudi uredba o dajatvi glede izpustov CO<sub>2</sub>, popravlja se uredba o načinu obračuna stroškov vode itd.

Čeprav se zdi v tem trenutku daleč stran in nepomembna, pa Evropska komisija že pripravlja tudi novo shemo trgovanja s toplogrednimi plini (ETS) po letu 2020. Njihovi cilji so, kar se tiče industrije, neskromni in zelo pomembno je, da se industrijska združenja v sodelovanju s podjetji vključujemo v proces priprave sheme. V primeru ZPPPI tako preko Evropskega papirniškega združenja (CEPI) kot tudi preko pristojnega okoljskega ministrstva, ki bo v Bruslju glasovalo v imenu Slovenije.

**Z novo uredbo za OVE in SPTE so papirnice privarčevale blizu 1 milijon evrov.**

## Zgled

Zdi se, da se obetajo svetlejša obzorja na področju kadrov in izobraževanja. Veseli me, da smo uspešno zaključili projekt KocPI, ki je panogi dal tudi finančen zagon za izvedbo prepotrebni izobraževanj, jo še bolj povezal in še trdneje potrdil potrebo in nujo, da papirna in papirno predelovalna

dejavnost najde ustaljeno pot do kadrov in izobraževanja. Po zgledu iz tujine in starih časov, bomo v Sloveniji ponovno uvedli vajeništvo in trenutno so v teku resni razgovori in priprave, da bi vajeništvo pilotno uvajali prav v papirnicah. S svojimi aktivnostmi in dobrimi rezultati, s skupnimi projekti in enotnimi sporočili smo namreč prepoznani kot zaposlovalci z inovacijskim in razvojnim potencialom in ustvarjalci večje dodane vrednosti.

Ker ob hitrem in razgibanem tempu življenja vse prepogosto pozabljamo nase, se je tudi ZPPPI pridružilo projektu »Promocije zdravlja na delovnem mestu«. Projekt je namenjen vsem zaposlenim v panogi in ponuja mnogo informacij ter aktivnosti, kako lahko nekaj dobrega storite zase tudi med delom. Projekt je namenjen vsem zaposlenim v panogi in ponuja mnogo informacij ter aktivnosti, kako lahko nekaj dobrega storite, ne le med delom, temveč tudi v svojem prostem času. Gre za promocijo zdravega življenjskega sloga, ki je pomemben, da se lažje in bolj učinkovito soočate s službenimi in drugimi osebnimi izzivi. Vabljeni.

*Petra Prebil Bašin, direktorica  
Združenje papirne in papirno predelovalne  
industrije*

**paloma**  
sensitive care

**Skrben dotik nežnosti.**

**DERMATOLOGICALLY TESTED**  
PARFUME FREE

**NOVO**

Nova linija toaletnih papirjev Paloma sensitive care z naravnimi ekstrakti za popolno mehko in zanesljivost.

Toaletni papir Paloma sensitive care **Calendula Extract**  
Izjemno nežnost in mehko pričara 4-plastni toaletni papir z naravnimi ekstrakti ognjica

Toaletni papir Paloma sensitive care **Silk Extract**  
Brezskrbno uporabo in koži prijetno izkušnjo ponuja 4-plastni toaletni papir z naravnimi ekstrakti bube svilopreke.

Toaletni papir Paloma sensitive care **Almond milk**  
Za najmekkejši dotik 3-plastnega toaletnega papirja poskrbi naravni ekstrakt mandljevega mleka

[www.paloma.si](http://www.paloma.si)

# KROŽNO GOSPODARJENJE: ZAPISANO V DNK-JU PAPIRNE INDUSTRIJE

## CIRCULAR ECONOMY: WRITTEN IN THE DNA OF PAPER INDUSTRY

Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS

*We are getting increasingly aware of the fact that the principle of circular economy is the only long-term sustainable form of economy. According to Petra Prebil Bašin, the manager of the Pulp, Paper and Paper Converting Industry Association at the Slovenian Chamber of Commerce, circular economy is a long established practice in Slovenian papermaking, and is practically written in the DNA of Slovenian paper industry. "Recycling and water loop closing are two fundamental principles of the paper industry to increase material and energy efficiency, which by inference reduces environmental impacts," says Ms. Prebil Bašin. Papermaking and papermaking plants seek to ensure controlled environmental impacts, reducing emissions and increasing the share of renewable energy.*



Vse bolj je prisotno zavedanje, da je načelo krožnega gospodarjenja dolgoročno edina vzdržna oblika gospodarjenja. Kot poudarja Petra Prebil Bašin, direktorica Združenja papirne in papirno-predelovalne industrije pri GZS, je krožno gospodarjenje v slovenskem papirništvu že dolgo ustaljena praksa in je tako rekoč zapisano v njegovem DNK-ju. »Recikliranje in zapiranje krogotokov sta temeljna principa, ki ju papirna industrija izvaja zaradi povečevanja snovne in energetske učinkovitosti, posledično pa to pomeni tudi zmanjševanje vplivov na okolje,« izpostavlja Prebil Bašinova. Pri svojem delovanju papirnice in papirno-predelovalna podjetja namreč skrbijo za nadzorovane vplive na okolje, znižujejo emisije in povečujejo delež obnovljive energije.

Papirništvo predstavlja vzorčen primer trajnosti v industriji, saj temelji na uporabi obnovljivih surovin, izdelkih, ki so reciklabilni in razgradljivi, predvsem pa na sodobnih, avtomatiziranih in ekološko prilagojenih proizvodnih procesih. Ti so rezultat dolgoletnega sistematičnega dela in naložb, tudi proaktivnega delovanja papirne industrije, ki nenehno išče nove priložnosti znotraj panoge in v povezavi z drugimi panogami ter pri tem preučuje dobre prakse.

Poleg celuloze, ki se pridobiva iz lesa nižje kakovosti, je **glavna surovina papirnic odpadni papir, saj predstavlja kar okoli 55 % surovin.** Evropski sistemi zbiranja odpadnega papirja in embalaže so zgled učinkovitosti. »Po podatkih CEPI-ja, evropskega združenja proizvajalcev papirja, v Evropi danes zberemo že več kot 71 odstotkov vsega v Evropi izdelanega papirja. Za primerjavo: letna poraba papirja v svetu je 400 milijonov ton letno. Poraba še vedno narašča in je danes dvakrat večja kot pred 30 leti, pri čemer se občutno znižuje delež papirja, namenjenega tisku in grafiki, narašča pa segmenta papirja za embalažo in higienske namene.

### Vzorčen primer trajnosti v industriji

Papirna industrija uporablja naravne, rastoče in obnovljive surovine.

Uporablja les nižje kakovosti za proizvodnjo celuloze in lesovine ter papir za recikliranje oziroma »odpadni« papir, ki danes predstavlja že več kot 50 % vseh surovin za proizvodnjo papirja.

### Papir je reciklabilen in biorazgradljiv.

Papirno vlakno lahko uporabimo od pet- do sedemkrat, je vsestransko uporaben in naravi prijazen material, nosilec informacij, odličen medij za izražanje kreativnosti, nepogrešljiv na številnih področjih našega življenja (higiena, embalaža ...).

### Današnja proizvodnja papirja je energetska in okoljsko prilagojena naravi.

Papirni izdelki nastajajo v zaprtih krogotokih, ki zagotavljajo ponovno uporabo vode v procesu, rabo recikliranih vlaken, soproizvodnjo toplote in elektrike, uporabo (in soproizvodnjo) biogoriv ter primarnih surovin, ki prihajajo iz nadzorovanih virov.

### Example of industrial sustainability

*Paper industry is working with natural, growing and renewable raw materials.*

*Paper is recyclable and biodegradable.*

*The current paper production is adapted to nature both from the energy and the environmental perspective.*

V Sloveniji zberemo okoli 56 odstotkov uporabljenega papirja. Posamezniki največ storimo za okolje, če papir odlagamo ločeno in tako olajšamo postopek zbiranja papirja za recikliranje.

*Slovenia collects more than 56 percent of waste paper. Each individual contributes to the environment by using separate waste disposal and thus facilitating the process of collecting waste paper for recycling.*

## Kaskadna raba lesne biomase

Papirna industrija je pomemben deležnik v tako imenovanem kaskadnem sistemu rabe lesa, ki prinaša maksimalni izkoristek lesne biomase in ima za cilj, da se v verigi vrednosti izdelava čim več izdelkov z visoko dodano vrednostjo, ki se nato ponovno uporabijo ali reciklirajo v vrsto novih produktov na osnovi lesa. Recikliranje papirja ima v tem sistemu izjemno vlogo, saj se papirna vlakna s pomočjo recikliranja lahko uporabijo celo od pet- do sedemkrat, hkrati pa moramo vedeti, da brez »svežih« celuloznih vlaken ni novega papirja. Sveža vlakna pomembno vplivajo na mehansko trdnost papirja in so za nekatere vrste papirja (prehrambna industrija) edina izbira, vendar pa se zanje uporablja les slabše kakovosti.

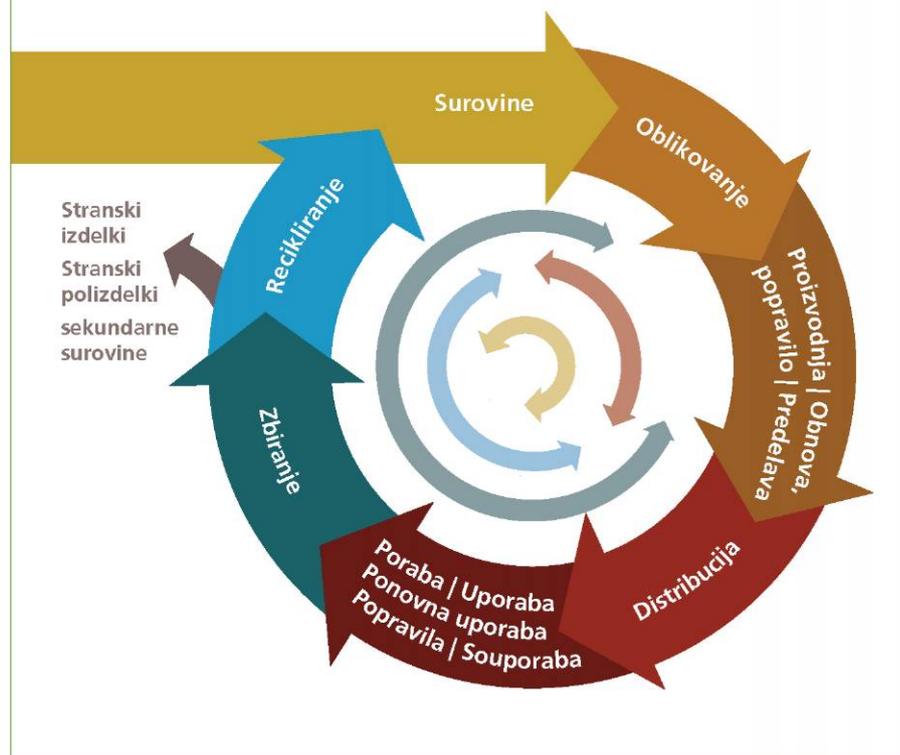
**Zmotno je prepričanje, da je papirna industrija »ubijalka gozdov«, saj v resnici uporablja les slabše kakovosti in tako pomaga »čistiti« gozdove.**

*The common belief about paper industry being a "Forest killer" is wrong. In fact, the paper industry even uses lower quality wood to help "clear" the woods.*

## Ob istem obsegu proizvodnje za tretjino manj izpustov CO<sub>2</sub>

Slovenske papirnice redno posodablajo svoje procese ter tako sledijo zahtevni evropski okoljski in energetski zakonodaji. Zato beležijo stalno izboljševanje učinkovitosti, manjšo porabo surovin in energentov ter posledično tudi manj vplivov na okolje, cilj pa je proizvodnja brez odpadkov. Večina papirnic opravi tudi soproizvodnjo energije (elektrika in toplotna energija). »Slovenske papirnice so v zadnjih desetih letih znižale izpuste ogljikovega dioksida za kar 34,5 odstotka, pri tem pa celo nekoliko povečale proizvodnjo. Papirnice kar 93 % tehnološke vode očistijo, jo večkrat

## KROŽNO GOSPODARJENJE



uporabijo in vračajo v okolje čistejšo, kot je predpisano, skladno z evropskimi okoljskimi standardi. Dokaz kakovosti in sistemskega delovanja z okoljem so tudi mnogi okoljski in drugi certifikati, ki jih pridobivajo podjetja papirne industrije,« pojasnjuje Petra Prebil Bašin.

**»Slovenske papirnice so v zadnjih desetih letih znižale izpuste ogljikovega dioksida za kar 34,5 odstotka, pri tem pa celo nekoliko povečale proizvodnjo.«**

*"In the last decade, Slovenian paper industry has reduced the emissions of carbon dioxide for as much as 34.5 percent while managing to slightly increase the production."*

## Zanesljiv zaposlovec

Danes slovensko papirno in papirno-predelovalno industrijo predstavlja dobrih sto podjetij, ki skupaj ustvarijo 750 milijonov evrov prihodkov, 180 milijonov evrov dodane vrednosti in so zanesljiv delodajalec skupno okoli 4300 zaposlenim. Poleg tega, da povečuje število zaposlenih, povečuje tudi dodano vrednost (povprečna dodana vrednost na zaposlenega v panogi v letu 2014 presega 46.000 evrov) in sodi med najbolj izvozno usmerjene panoge v Sloveniji, saj v povprečju izvozi 72,8 % svoje proizvodnje in tako predstavlja skoraj štiri odstotke slovenskega izvoza.

## Vedno usmerjeni v prihodnost

Enkrat letno se slovenska papirna in papirno-predelovalna industrija sestane na dvodnevem dogodku, ki novembra poteka na Bledu. »Čeprav papirna industrija uspešno uveljavlja načela krožnega gospodarjenja in dosega zgleden 72-odstotni delež recikliranega papirja, to ni razlog za počitek. Proizvajalci se zavedajo, da na primer »ekodesign«, ki pri načrtovanju nekega izdelka upošteva njegovo celotno življenjsko dobo, vključno z recikliranjem, lahko prinese še dodatne izboljšave. Poleg tega so pred nami vedno izzivi pri rabi vode, energentov, kakovosti vlaken in recikliranih vlaken ter predvsem, kako koristno vključiti stranske proizvode v procese drugih dejavnosti. Papirniška blata iz čistilnih naprav so na primer uporabna za kompostiranje, v gradbeništvu, ali pa za namene pridobivanja energije,« na nove možnosti uporabe opozarja Prebil Bašinova.

*Prispevek je bil prvotno objavljen 31. 8. 2015 v časopisu Dnevnik.*

# EMBALAŽA ZA PARADIŽNIKE, IZDELANA IZ PARADIŽNIKOVE RASTLINE

## PACKAGING FOR TOMATOES, MADE FROM TOMATO PLANTS

### Krožno gospodarjenje v praksi

*The Netherlands is known for many things, one of which is its innovative agricultural sector. Dutch tomatoes are grown in greenhouses, together occupying some 1.700 ha of space and producing about 815 million m<sup>3</sup> of tomatoes. Being annual plants, tomatoes are removed from the greenhouses after they are picked. This results in 70.000 tonnes of tomato plant waste each year. Usually this is a waste stream that is processed into compost by a waste treatment company, and tomato growers have always paid the waste treatment company to do so. A few years ago the idea started to recover the fibres in the tomato plant stems and turn them into cardboard, thus closing the material loop. The tomato growers then started a project consortium together with the Dutch paper and board industry, a waste treatment company, tomato growers associations and a few experts on biorefinery, and it wasn't until long that the first solidboard boxes had been produced.*

Nizozemska je znana po marsičem, med drugim tudi po svojem inovativnem kmetijstvu. Eden pomembnejših proizvodov nizozemskega kmetijskega sektorja je paradižnik, ki raste v rastlinjakih na kar 1700 hektarih in imajo prirast približno 815 milijonov m<sup>3</sup> paradižnikov. Ko paradižnike po obiranju odstranimo z rastline, ostane velika količina odpadnih paradižnikovih rastlin – kar 70 000 ton na leto. Tudi med sezono rasti nastajajo odpadki (listi, vejice), ki jih komunalna podjetja predelajo v kompost. Gojitelji paradižnikov so doslej komunalnim podjetjem plačevali za to storitev, pred leti pa se je nekaj inovativnih gojiteljev odločilo, da je zdaj, v dobi krožnega gospodarjenja, ki temelji na bioloških virih, čas za preobrat. Odpadke so želeli spremeniti v dobiček. Rodila se je zamisel o tem, da bi iz vlaken v steblih paradižnikovih rastlin izdelovali karton, ki bi ga gojitelji paradižnikov uporabljali kot embalažo za paradižnike, s čimer bi sklenili materialni krog.

Gojitelji paradižnikov so ustanovili konzorcij, v katerem sodelujejo nizozemska industrija papirja in kartona, podjetja za predelavo odpadkov, združenja gojiteljev paradižnikov ter strokovnjaki s področja biorafinerije. Kmalu zatem so izdelali prve škatle iz trdega kartona. Vendar brez težav ni šlo.

Odpadki paradižnikovih rastlin so precej mokri. Celo stebela, sicer najbolj suh del rastline, vsebujejo približno 80 % vode, zato je rastlinski material hitro pokvarljiv in načeloma neuporaben za proizvodnjo papirja in kartona. Večino odpadkov paradižnikovih rastlin bi morali obdelati v dveh mesecih, kar pomeni, da bi morali imeti stroj za predelavo rastlin z ogromno kapaciteto – kar z ekonomskega vidika ne bi bilo izvedljivo.

Kot rešitev se je pokazala možnost, da bodo material ohranili s siliranjem.

Izkazalo se je, da bo kljub temu težko zagotoviti ekonomsko upravičenost izdelave embalaže iz odpadkov paradižnikovih rastlin. Ker so vlakna pri trenutni uporabi trdega kartona enake vrednosti kot reciklirana vlakna in ker le 20 odstotkov rastlinskih odpadkov predstavlja trdna snov, bi bili stroški predelave zelo visoki, če ne bi koristno uporabili tudi preostalih 80 odstotkov rastlinskih odpadkov: tekočine. To je privedlo do zamisli o izločanju protimikrobnih spojin iz rastlinskih sokov, ki bi jih nato uporabili v embalaži za paradižnike in jih s tem dlje ohranjali sveže. Preostanek rastlinskih sokov, ki vsebujejo precejšnje količine sladkorjev in beljakovin, bi nato lahko porabili za proizvodnjo

bioplinov s fermentacijo (kratkoročna uporaba) ali izdelavo bioplastike PHA, ki jo je mogoče predelati v folije za embalažo paradižnikov (dolgoročna uporaba). Na ta način je mogoče izdelati celoten embalažni koncept, ki zajema 5-kilogramsko škatlo iz trdega kartona za veleprodajo, in maloprodajne protimikrobne, zložljive kartonske škatle, ovite v folijo iz bioplastike PHA, vse na podlagi odpadnih snovi iz paradižnikovih rastlin.

V času, ko to pišem, konzorcij že uspešno proizvaja in trži ne le 5-kilogramsko škatlo iz trdega kartona za veleprodajo, pač pa tudi več vrst potrošniške embalaže (na slikah).

Anouk Dantuma,  
Kenniscentrum Papier en Karton, Nizozemska



Primeri škatle iz trdega kartona za veleprodajo (vsebina: 5 kg paradižnikov).  
Examples of the solidboard B2B box (containing 5 kg of tomatoes)



Primeri embalaže za maloprodajo (z običajno plastično folijo).  
Examples of consumer packaging (still with conventional plastic film).

CA

LC

IT

---

Premazni pigmenti in polnila za papirno industrijo.

---

The logo for CALCIT, featuring the word "CALCIT" in a bold, sans-serif font. A small blue triangle is positioned above the letter "A".

# PAPIRNIŠTVO V SLOVENSKI STRATEGIJI PAMETNE SPECIALIZACIJE

## PANEL ON DEVELOPMENT: PAPERMAKING IN SLOVENIA'S SMART SPECIALISATION STRATEGY

Inštitut za celulozo in papir

Within the framework of the Slovenia's Smart Specialisation Strategy, a panel was held at the Pulp and Paper Institute on August 25, 2015 to discuss strategic investments in the development of advanced materials, technologies and products based on biomass, pulp and paper. The participants talked about a continuing cooperation of partners from the paper and paper-related industries, as well as R&D institutions to boost investments in specifically defined priority areas. An additional challenge to the discussion was raised by Mr. David Ravnjak, PhD, from Vevče Paper Mill, who prepared a presentation titled "Nanotechnology for the pulp and paper industry – today or only the day after tomorrow?"

25. avgusta 2015 je na Inštitutu za celulozo in papir potekal strokovni posvet o strateških vlaganjih v razvoj naprednih materialov, tehnologij in produktov na osnovi biomase, celuloznih vlaken in papirja, in sicer v okviru Slovenske strategije pametne specializacije. Namen posveta je bil pogovor o nadaljnjem povezovanju partnerjev iz papirne in povezanih industrij ter RR institucij za pospešitev vlaganj na definirana prednostna področja. Dodaten izziv k razpravi je podal dr. David Ravnjak iz Papirnice Vevče s strokovnim prispevkom »Nanotehnologija za industrijo celuloze in papirja – danes ali šele pojutrišnjem?«.

### Slovenska strategija pametne specializacije, S4

V septembru 2015 je Vlada RS sprejela Strategijo pametne specializacije Slovenije (S4), ki predstavlja dokument za bolj usmerjeno vlaganje javnih sredstev za raziskave in razvoj na področja, kjer ima Slovenija znanja, kompetence in potencial za razvoj mednarodno konkurenčnih produktov in storitev.

Na poziv za opredelitev perspektivnih tehnoloških in produktivnih področij se je odzvala tudi papirna industrija. Inštitut za celulozo in papir je povezal partnerje iz papirne, tekstilne in povezanih industrij ter vodilne raziskovalne skupine iz RR-institucij za pripravo strateškega načrta vlaganj glede na razvojne izzive industrije in prepoznane tržne trende. Pobuda je bila sprejeta in vključena v prednostno usmeritev strategije »Izkoriščanje naravnih in tradicionalnih virov za prihodnost«.



Slovenska strategija pametne specializacije, S4  
Slovenia's Smart Specialisation Strategy, S4

### Predstavitev pobude NMPslo, »Napredni materiali in produkti iz celuloznih vlaken in papirja«

Pobuda poudarja vlaganja v razvoj naprednih materialov ter proizvodnih in procesnih tehnologij, ki zagotavljajo razvoj konkurenčnih končnih produktov za obstoječe in nove trge.

Poudarjena so štiri področja vlaganj:

- ▶ razvoj novih produktov iz biomase (nanoceluloza in zelene kemikalije),
- ▶ razvoj naprednih, večfunkcionalnih materialov (papir in tekstilni materiali) z integrirano nanocelulozo in okoljsko sprejemljivimi aditivi,

- ▶ razvoj konkurenčnih končnih produktov na obstoječih in hitro rastočih trgih napredne embalaže ter
- ▶ razvoj proizvodnih in procesnih tehnologij za stroškovno in okoljsko učinkovito proizvodnjo.

Na razvojnem posvetu je bila predstavljena tudi pobuda, ki jo povezuje Univerza v Mariboru »WoodMatEnergy« in je prav tako usmerjena v razvoj naprednih materialov iz lesa in lesnih odpadkov, vključevanje le-teh v kompozitne strukture in razvoj produktov z visoko dodano vrednostjo na tradicionalnih (papirništvo, tekstilna industrija) in novih področjih uporabe (kot so biomedicina, avtomobilska, gradbena in druge industrije).

**The emphasis is on four investment areas:**

- ▶ **development of new products from biomass (nanopulp and green chemicals)**
- ▶ **development of advanced multi-functional materials (paper and textiles) with integrated nanopulp and environmentally acceptable additives,**
- ▶ **development of competitive end products on existing and rapidly growing markets of advanced packaging, and**
- ▶ **development of production and process technologies for a cost-effective and environmentally efficient production.**

Med pomembnimi izzivi in priložnostmi sta poudarjena pridobivanje in uporaba nanoceluloze. Strokovni prispevek

o tem materialu je na posvetu pod izzivalnim naslovom »Nanotehnologija za industrijo celuloze in papirja – danes ali šele pojutrišnjem?« predstavil dr. David Ravnjak iz Papirnice Vevče. Odgovor na podlagi najnovejših pregledov stanja, študij globalnih trendov, tržnega potenciala in razvojnih smeri v svetu (Simpozij TAPPI NANO, 2015) se v kratkem glasi – Nanotehnologija bo na voljo že jutri! Proizvodnja in uporaba nanoceluloze namreč predstavljata zelo aktivno področje raziskav v svetu, s potrjenim obsegom vlaganj v zadnjih petih letih. Perspektivnost je utemeljena z vidika trajnosti materiala (obnovljivi viri, biorazgradljivost), njegove biološke kompatibilnosti in varnosti ter vrste funkcionalnosti za njegovo uporabo v različnih industrijah (nizka specifična teža, visoka mehanska jakost, dimenzijska stabilnost ...). V tem obdobju se je zgodil tudi preskok od laboratorijske na polindustrijsko raven. Povečujejo se proizvodne kapacitete nanoceluloze,

s čimer se tudi izboljšuje razmerje med ceno in učinkom. Potencialna uporaba je prepoznana v bariernih materialih, penah/aerogelih, filmih/folijah, reoloških dodatkih, kompozitih, kar pomeni velik tržni potencial za nanocelulozo in nanomateriala. Najobetavnejši trgi s pričakovanim velikim obsegom porabe nanoceluloze in prvimi primeri industrijskih aplikacij so papirna, polimerna, tekstilna, gradbena in avtomobilska industrija. Manjši obseg potreb je pričakovan na področju gradbeništva (izolacijski material), kemijske industrije (barve, laki) in letalstva. Nanomateriali pa odpirajo tudi povsem nova področja uporabe in nove rastoče trge, na primer v elektroniki (senzorji, filtri, elektronska vezja, 3D-tisk), medicini (diagnostika, biomedicina, medicinska oprema) in kozmetiki.

Mateja Mešl, direktorica  
Inštitut za celulozo in papir

## 3,7 MILIJARDE EVROV ZA INDUSTRIJO, KI BO TEMELJILA NA BIOLOŠKIH VIRIH

### 3.7 BILLION EUROS FOR A BIOBASED INDUSTRY



*In September, BioBased Industries (BBI JTI), a public-private partnership formed on the initiative of the European industry, published a new set of calls for proposals for projects focused on a more competitive and biobased Europe. For that purpose, the BBI initiative and the European Commission plan to allocate 3.7 billion euros until 2020. Interestingly enough, a recipient of EU funding in this first set of calls of proposals is also the winning team of CEPI Two Teams Project competition. The subsidy was granted to the PROVIDES consortium that develops the DES (Deep Eutectic Solvent) technology and consists of 23 partners, including the most important companies of the European paper industry. (<http://www.providespaper.eu/about/>).*



Javno-zasebno partnerstvo »BioBased Industries« (BBI JTI), ki je nastalo na pobudo evropske industrije, je v septembru objavilo nov sklop razpisov, s katerimi želijo spodbuditi projekte za bolj konkurenčno in na bioloških virih temelječo Evropo. Za ta cilj bo iniciativa BBI skupaj z Evropsko komisijo do leta 2020 namenila 3,7 milijarde evrov. Kot zanimivost povejmo, da je bil v prvem sklopu razpisov letos že izbran

zmagovalni tim CEPI-jevega tekmovanja Two Team Project, ki razvija DES (Deep Eutectic Solvent) tehnologijo. Sredstva je dobil konzorcij Provides, v katerem so med 23 partnerji najpomembnejša podjetja evropske papirne industrije. (<http://www.providespaper.eu/about/>)

**Program BioBased Industries želi izboljšati rabo evropskih obnovljivih bioloških virov (od biomase do odpadkov) in spodbuditi proizvodnjo novih izdelkov z višjo dodano vrednostjo ter oblikovanje novih trgov za te izdelke.** S finančnimi spodbudami, ki jih omogočajo omenjeni razpisi, želijo vzpostaviti nova partnerstva in povezati vse industrijske sektorje, ki temeljijo na bioloških virih. Tako bi kot enoten, na bioloških virih temelječ sektor skupno delovali kmetijstvo, gozdarstvo, kemična,

živilsko-predelovalna, papirniška industrija in energetika.

»Subvencija je odlična novica za industrijo,« meni **Math Jennekens**, direktor za R & R v Sappi Europe, enem izmed industrijskih partnerjev BBI JTI. »Tehnologija DES bo prinesla velik napredek evropski industriji in okrepila naš položaj kot ključnega v razvoju biogospodarstva. Pomembno je, da BBI iniciativa omogoča obliko sodelovanja, ki univerze in inštitute povezuje z evropsko industrijo celuloze in papirja.«

Več o aktualnem razpisu BBI najdete na <http://www.bbi-europe.eu/participate/calls-proposals>.

Tanja Bricelj, Mateja Mešl

# KAKO NAMESTO FOSILNIH GORIV UPORABITI ODPADNO TOPLOTO

## HOW TO REPLACE FOSSIL FUELS WITH WASTE HEAT

Energetika.NET

*Companies using waste heat claim that each cubic metre of gas and each kilowatt hour of electricity that a company does not need to buy, is a significant saving. In fact, through various projects focused on using waste heat, many companies have managed to reduce their annual expenses for several thousand euros. After all, a responsible management and reuse of resources is crucial not only for reducing production costs but also to at least limit - if not completely eliminate - the growing number of environmental issues.*

»Vsak kubični meter plina in vsaka kilovatna ura električne energije, ki je ne kupimo, pomeni prihranek,« pravi Boštjan Smrekar, vodja Tehnike v Papirnici Vevče. Zato si že od začetkov poslovanja papirnice prizadevajo zmanjševati specifično porabo energentov in posledično znižati stroške zanje. »Odpadno toploto izkoriščamo preko toplotnih izmenjevalcev. Vsako leto izvajamo izboljšave v okviru rednega vzdrževanja, vse naložbe pa morajo zagotavljati prihranek pri energiji, ne glede na to, kakšne narave so (tehnologija, zamenjava obstoječih sklopov ipd.),« pojasni Smrekar.

Zato so v preteklosti vgradili toplotne izmenjevalce, preuredili prezračevanje proizvodnih dvoran, predelali sušenje papirja, zmanjšali temperaturo izstopnih dimnih plinov in podobno. »Učinek je viden v manjši specifični porabi plina in električne energije,« pravi sogovornik. Dodaja, da bodo letos »poskusno zamenjali 10 odstotkov kondenziranih lončkov za drugačen sistem in merili učinek. Če se bo nov sistem obnesel, bomo zamenjali vse kondenzirane lončke v tovarni,« je še napovedal Smrekar.

### Toploto izkoriščali že pred letom 2000

V Steklarni Hrastnik odpadno toploto izkoriščajo na tri načine. Z odpadno toploto kompresorjev predgrejajo vodo, ki jo uporabljajo v proizvodnem procesu. Uporabljajo tudi odpadno toploto dimnih plinov na peči G, in sicer za segrevanje vode, ki jo uporabijo za uplinjanje kisika, za dogrevanje sanitarne vode in za dogrevanje upravne stavbe. Izkoriščajo pa tudi toploto iz peči B, ki jo pridobijo z ohlajanjem dela peči, in sicer za dogrevanje dela proizvodnje v zimskih mesecih, je pojasnil Roman Tušek, vodja energetike v Steklarni Hrastnik.

Projekt izkoriščanja odpadne toplote kompresorjev je Steklarna Hrastnik izvedla že pred letom 2000. V okviru naložbe je peč G so izvedli projekt izkoriščanja



Izvedba uporabe izpušnih plinov iz infrardečega sušenja za ogrevanje sušilnih havb na Premaznem stroju. S predelavo so dosegli do 25% manjšo specifično porabo plina, na tono proizvedenega papirja.  
*Use of exhaust gases from IR drying for the heating of drying hoods on the coating machine. Converting resulted in a 25% decrease of specific consumption of gas per tonne of paper produced.*

odpadne toplote dimnih plinov iz te peči, lani pa so v okviru naložbe v peč B izvedli projekt izkoriščanja toplote, ki jo pridobijo z ohlajanjem te peči. Naložbi sta skupaj znašali 115.000 evrov. Učinki izkoriščanja odpadne toplote v Steklarni Hrastnik so občutni. Na letni ravni so se tako zaradi številnih izvedenih projektov stroški znižali za 62.000 evrov. S podobnimi projekti bodo nadaljevali, saj želijo še dodatno znižati rabo vode in energentov in s tem tudi svoje vplive na okolje.

### Najnovije tehnologije omogočajo izkoriščanje odpadne toplote

Tudi v Slovenski industriji jekla (SIJ) se zavedajo pomena izkoriščanja odpadne toplote. V podjetju Acroni tako v hladni valjarni izrabljajo del toplote dimnih plinov za pripravo pare, v družbi Metal Ravne del odpadne toplote izkoriščajo za ogrevanje sanitarne tople vode, v ogrevalne peči pa vgrajujejo rekuperacijske in regeneracijske gorilnike, ki izkoriščajo odpadno toploto dimnih plinov.

»Odpadne toplote v obliki tople vode je v našem primeru toliko, da bomo hitro zadovoljili svoje potrebe po njej,« pojasnijo. Pravi izziv bo torej najti porabnike, pri tem pa v SIJ-u pričakujejo predvsem podporo distributerjev in/ali koncesionarjev

posameznih podjetij, ki se ukvarjajo z daljinskim ogrevanjem. »Poleg tega distributerji s konvencionalno proizvodnjo toplotne energije postajajo povsem nekonkurenčni lokalnim ogrevalnim enotam. Z drugačnim pristopom, na primer z izrabo odpadne toplote, bi si lahko takšna podjetja zagotovila ohranjanje konkurenčnosti distribucijskega sistema, hkrati pa sledila direktivam, ki jih zavezujejo k uporabi obnovljivih virov energije in odpadne toplote. Na obeh lokacijah, tako na Jesenicah kot tudi na Ravnah na Koroškem, imamo možnost plasiranja toplote v daljinske sisteme,« pravijo v SIJ-u.

Tudi v njihovih podjetjih se izkoriščanje odpadne toplote pozna predvsem finančno, pričakujejo pa tudi spoznanje širše okolice, da skrbijo za okolje. »Ne nazadnje bi se moralo pri uporabi odpadne toplote za potrebe daljinskega ogrevanja kaj poznati tudi na položnicah gospodinjstev za ogrevanje,« pravijo v SIJ-u in dodajajo, da se z vsakim ukrepom izrabe odpadne energije znižajo tudi stroški.

Obširnejši članek o tej temi je bil objavljen na portalu Energetika.NET, kjer najdete kopico člankov s področja energije, komentarje različnih deležnikov in številne intervjuje!

Andreja Šalamun,  
Energetika.NET



Bine Volčič  
PRIPOROČA

*Bine Volčič*



# KORAČNO PEČENJE

Step by step - V VEČ KORAKIH DO POPOLNE JEDI

Vsaka pečica Gorenje je majhna tovarna čudežev. Preko 60 let poglobljenih raziskav peke in kuhanja je pripeljalo do različnih rešitev, ki omogočajo edinstveno izkušnjo kulinaričnega ustvarjanja. Ker v Gorenju želimo našim uporabnikom omogočiti čim bolj preprosto pečenje z vrhunskimi rezultati, smo zapletene procese pečenja pretvorili v enostavne programe.

Koračno pečenje ali Step by step je program, kjer uporabnik vnaprej določi več zaporednih korakov postopka peke. Ta način uporabe pečice je idealen pri peki kruha, piščanca ali lazanje, ko so potrebne temperaturne spremembe.

Bine Volčič za vrhunske kulinarične dosežke priporoča pečico s programom "Koračno pečenje".

**gorenje**  
*Life Simplified*

# ZAKLJUČNA KONFERENCA KocPI IN KocLES

## KocPI AND KocLES CLOSING CONFERENCE

KocPI

*A common closing conference, organised by the competence centres (Koc) from the two closely linked industries, papermaking and wood industry, drew attention to the importance of investing in employee knowhow, and of sectoral training centres. Both centres, KocPI and KocLES, have been in operation from February 2013 to August 2015, and during that period, almost 5000 people attended various training courses, with 2188 thereof from the paper industry. The closing conference was attended by approximately 80 participants from the papermaking and wood industry.*

**Zaključna konferenca, ki sta jo junija skupaj organizirala KocPI in KocLes, je opozorila na pomen vlaganja v znanje zaposlenih in na pomembnost sektorskih centrov za usposabljanje. Od februarja 2013 do avgusta 2015 sta kompetenčna centra zabeležila skoraj 5000 vključitev v izobraževanja, od tega jih je bilo 2118 s področja papirništva. Zaključnega dogodka se je udeležilo okoli 80 udeležencev iz papirniških in lesarskih podjetij.**

Uvodoma je prisotne nagovoril **Igor Milavec**, direktor Združenja lesne in pohištvene industrije pri GZS, in opozoril, da je za Evropo edina pot model krožnega gospodarjenja. »Za ta prehod pa je treba spremeniti vrednote in pri tem brez stalnega izobraževanja ne bo šlo,« je poudaril Milavec. »Kompetenčni centri so pravo orodje za izobraževanje in posredovanje znanja in zato bo Združenje njihovo dejavnost tudi v prihodnje podpiralo.«

Nadaljevala je **Petra Prebil Bašin**, direktorica Združenja za papirno in papirno-predelovalno industrijo, ki je zbrane na začetku spomnila na prehojeno

pot kompetenčnih centrov in glede na neuspešnost prve prijave poudarila, da je tudi pri tovrstnih podvigih treba vztrajati. Prebil Bašinova je poleg izobraževalne naloge KocPI-ja posebej izpostavila tudi vlogo promotorja papirne industrije, saj je, kot ugotavljajo na Združenju, ugled papirne industrije neustrezen tudi zaradi tega, ker preprosto ni (srednjih) šol, v katerih bi se mladi podučili o tej gospodarski panogi. »To vrzel je KocPI odlično zapolnil,« je poudarila Petra Prebil Bašin.

O prihodnosti kompetenčnih centrov je spregovoril **Aleš Vidmar** iz Javnega sklada za razvoj kadrov in štipendiranje, ki je že napovedal prizadevanja za KOC2, obenem pa opozoril na to, da so tudi slovenska podjetja že spoznala, da ni in ne sme biti tekmeč nekdo iz sosednje doline, ampak so resnični tekmeči tisoče kilometrov stran. Glede na to, da je Evropa celina, ki nima virov, ima pa znanje, moramo na tem temeljiti svojo konkurenčno prednost.

**Lidija Zupančič** in **Marko Mokorel** sta predstavila razvojni poti papirniškega in lesarskega kompetenčnega centra. Pri tem sta kot poseben dosežek izpostavila izdelane kompetenčne modele, ki so

z dvigom kompetenc posledično vplivali tudi na učinkovitost in s tem konkurenčnost. »Ker nimamo šole za papirništvo, je KocPI poleg izobraževanja spodbudil tudi izmenjavo in pretok znanja ter dobrih praks,« je poudarila Lidija Zupančič, vodja projektna pisarne KocPI. Opozorila je tudi na multidisciplinarnost in dejstvo, da danes potrebujemo kadre, ki kombinirajo svoja znanja (papirničar, ki obvlada dva tuja jezika; kemik, ki je tudi električar; vzdrževalec, ki ima tudi znanje kemije).

**Marco Mensink** iz CEPI-ja, evropske konfederacije papirničarjev, je opozoril na trende v bioekonomiji in poudaril, da je prihodnost v specializaciji in bioproduktih. Omenil je prvo biopapirnico nove generacije, ki jo na Finskem gradi skupina Metsä, ter poudaril, da imajo bioprojekti smisel le, če pripeljejo do povečanja vrednosti materiala. Kot primer dobre prakse je izpostavil tudi projekt Biofore (o katerem smo pisali v prejšnji reviji Papir), vozila, ki je v celoti izdelano iz lesnih materialov. Ob koncu je podal zelo neposredno sporočilo: **»V Bruslju lahko dobite denar, če imate dobro idejo in veste, kaj hočete.«**

Srečanje se je zaključilo z okroglo mizo z naslovom »Kadri, znanje in inovacije«, na kateri so pod moderatorstvom **Gorana Novkovića** z GZS sodelovali **Alojz Burja**, **Aleš Dolenc**, **Marko Jagodič**, **Andrej Kropivšek**, **mag. Andrej Mate** in **dr. Simon Žnidar**. Vsi udeleženci okrogle mize so izrazili pričakovanje, naj država nadaljuje in nadgradi delovanje kompetenčnih centrov tudi v prihodnje, hkrati pa so se zavzeli za spremembo vrednot, s katero bi Slovenijo in s tem obe gospodarski veji naredili tako atraktivni, da bi se vanju znova začeli vračati sposobni in izobraženi ljudje.



Udeleženci okrogle mize so izrazili pričakovanje, da država nadaljuje in nadgradi delovanje kompetenčnih centrov tudi v prihodnje.

*The roundtable participants have expressed their hope for the state to continue and upgrade the operation of competence centres in the future.*

Tanja Bricelj,  
Kolibri, s. p.

# KocPI – USPEŠEN ZAKLJUČEK PROJEKTA RAZVOJA KADROV V PAPIRNI INDUSTRIJI

## KocPI PROJECT ON HR DEVELOPMENT IN PAPER INDUSTRY SUCCESSFULLY COMPLETED



*The project of the Competence centre for human resource development in paper industry, partly financed by the European Social Fund in Slovenia, was successfully completed in August 2015. As of February 2013, the ICP as project coordinator had organised more than 300 different training programmes for the employees in paper and paper converting industry, with more than 2300 participants. In the absence of formal education programmes in papermaking, our efforts represent an important contribution to the development of skills and competences of human resources, thus improving the competitive position of our industry.*



Projekt KocPI naj bi dobil svoje nadaljevanje, KocPI2.  
*The KocPI project is supposed to continue with KocPI2*

Ob zaključku projekta Kompetenčni center za razvoj kadrov v papirni industriji smo na Inštitutu za celulozo in papir 25. avgusta 2015 organizirali Dan odprtih vrat, s katerim smo se želeli podrobneje predstaviti širši javnosti. Zaposleni so obiskovalcem predstavili delo ICP, akreditirane laboratorije za testiranje surovin, papirja in embalaže ter delovanje pilotnega papirnega stroja za industrijska testiranja in izdelavo specialnega papirja.

Istočasno je potekal še zadnji sestanek partnerjev v projektu KocPI. Pregledali smo dosežke projekta ter se pogovorili o nadaljnjih usmeritvah in načrtih. Partnerji so se strinjali, da je KocPI odlično izhodišče za vzpostavitev lastnega in trajnega sistema strokovnega izobraževanja kadrov papirne in papirno-predelovalne industrije. V okviru KocPI nismo le izvajali skupnih ali individualnih programov usposabljanj, temveč že tudi postavili temelje dolgoročne strategije.

Prepoznali smo potrebe panoge na področju razvoja kadrov. **Vzpostavljena je mreža izkušenih predavateljev in mentorjev v podjetjih. Z vključitvijo strokovnjakov iz papirnic v pripravo programov strokovnega izobraževanja smo vzpostavili temeljne pogoje za nadaljnje redno izvajanje le-teh. Zaključuje se priprava prvega lastnega programa izobraževanja za papirničarje, ki temelji na potrebah podjetij. V pripravi so še drugi.** Partnerji so podprli predlagano ustanovitev Medpodjetniškega izobraževalnega centra (MIC), kot zakonske oblike organizacije za povezovanje strokovnega izobraževanja z delom. Naša vizija je vzpostaviti organizacijo, ki bo s povezovanjem znanja iz podjetij, raziskovalnih in izobraževalnih institucij zagotavljala trajno in celovito ponudbo izobraževanja in usposabljanja za konkurenčnost panoge. MIC bo omogočal izvajanje tako neformalnih oblik funkcionalnega

usposabljanja zaposlenih kot do sedaj v KocPI, kakor tudi formalnih (verificiranih) programov praktičnega usposabljanja z delom ter strokovnega izobraževanja zaposlenih za prekvalifikacije, usposabljanja in specializacijo.

V drugem delu Dneva odprtih vrat ICP je potekal razvojni posvet o pobudah papirne in povezanih industrij v okviru Strategije pametne specializacije Slovenije. Posvet je bil skupna iniciativa nosilcev pobud za strateška vlaganja v razvoj materialov, tehnologij in produktov na osnovi biomase, celuloznih vlaken in papirja, Inštituta za celulozo in papir ter Univerze v Mariboru. Na posvetu so se udeleženci dogovorili o nadaljnjih korakih povezovanja in skupnih aktivnostih za usmerjanje vlaganj v definirana strateška področja.

Dan odprtih vrat smo namenili tudi promociji med mladimi. V sodelovanju z zavodom Utrinek sanj ([www.utrineksanj.si](http://www.utrineksanj.si)), ki gostuje na lokaciji ICP, smo ob

dogodkih organizirali spremljevalni program za otroke. Otrokom sta bila na igriv in ustvarjalen način približana postopek izdelave papirja in njegova uporaba. 31 otrok si je ogledalo proces na pilotnem papirnem stroju, ustvarjalo kipe iz papirne kaše in obleke ter opremo iz papirja, kar so

potem predstavili staršem in drugim obiskovalcem.

Ob zaključku projektase sodelavci ICP in projektne pisarne KocPI zahvaljujemo partnerjem projekta za dobro sodelovanje. Verjamemo, da je bila to za vse nas zelo pozitivna izkušnja, da smo skupaj

izpeljali koristna izobraževanja, razširili obzorja, spletli nova poznanstva in spoznali čudovite ljudi, predvsem pa znova potrdili prednosti sodelovanja v panogi. Veselimo se nadaljnjega sodelovanja v MICu in KocPI2.

*Ekipa KocPI in ICP*



Otroci na dnevu odprtih vrat ICP  
*Children visiting ICP on Open Day*



Foto: Arhiv ICP

## Manekenke in vitezi na ogledu papirnega stroja

Ob lepo obiskanem dnevu odprtih vrat na ICP je bilo poskrbljeno tudi za varstvo otrok. Bili so zadnji dnevi poletnih šolskih počitnic in čas, ko si starši vedno belimo glave, komu v varstvo zaupati svoje otroke. ICP je k sodelovanju povabil tri mlade ustvarjalce iz podjetja Utrinek sanj, ki so že nekaj mesecev najemniki prostorov Inštituta.

V Utrinku Sanj so gostili 31 otrok, ki so tistega dne imeli pester celodnevni program na temo papirja. Zgodaj dopoldne so najprej izdelovali oblačila iz papirja, tisti, ki jih »moda« ni zanimala,

pa so si izdelali kartonski ščit in sabljo in se prelevili v viteze. Besede ne morejo opisati vsega navdušenja, ko so otroci nosili »papirne« obleke, šale, kape in vlečke. Sledila je prva modna revija za ponosne starše, ki so si jo med programom zaključnega dogodka KocPI prišli ogledati. Zatem so si ogledali proizvodnjo papirja na pilotnem papirnem stroju Inštituta, ki je nekatere malčke povsem prevzela. V nadaljevanju so otroci pripravili »papirno kašo« iz odpadnega papirja in iz nje nato ustvarjali kipe, ki so se na zraku sušili še tedne ... :)

Preden so odšli domov, so Utrinkovci malčkom pripravili še lutkovno igrice in kljub slabemu vremenu so otroci doživeli popoln počitniški dan ...

*Petra prebil Bašin, direktorica  
Združenje papirne in papirno predelovalne  
industrije, GZS*



# MOŽGANI BOLJŠE SPREJEMAJO PISAVO NA PAPIRJU KOT NA ZASLONU

## OUR BRAIN PREFERS WRITING ON PAPER TO DIGITAL SCREENS



*Handwriting has only existed for the last 6000 years which, from the evolutionary point of view, is a very short period of time in the existence of the human race. Our brain perceives letters, words and sentences, as well as whole texts, as specific objects in the environment that is surrounding us. It is therefore not surprising that it responds differently to words seen on a computer screen than to those read on paper. According to researchers, the key to understanding this difference is in the "geography of words".*

Prva pisava se je pojavila šele pred 6000 leti in gledano z razvojnega stališča je to zelo kratek čas v obstoju človeške vrste. Črke, besede, stavke, pa tudi celotna besedila naši možgani zaznavajo kot objekte v okolju, ki nas obkroža. Zato ni presenetljivo, da se možgani odzivajo drugače, kadar vidijo besede na računalniškem zaslonu ali kadar jih preberejo na papirju. Ključ za razumevanje te razlike leži v »geografiji besed«, pravijo raziskovalci.

Profesorica lingvistike Naomi Baron v knjigi Besede na ekranu: usoda branja v digitalnem svetu objavlja rezultate raziskave, ki je vključevala 300 študentov iz ZDA, Japonske, Slovaške in Nemčije. Na izbiro so imeli izpise na papirju, pametnih telefonih, prenosnikih, e-bralnikih in ekranih osebnih računalnikov. Kar 92 odstotkov vseh je menilo, da jim papirnata različica omogoča najboljšo zbranost. Morda tudi zato, ker je vse bolj jasno, da množica navigacijskih pripomočkov in spletnih povezav (linkov) na zaslonih branju ne koristi, temveč celo nasprotno – nanj vpliva destruktivno.

Raziskovalca Pam Mueller in Daniel Oppenheimer sta primerjala učinkovitost študentov, ki so delali zapiske, napisane na roko, in tiste, ki so jih izdelali na prenosniku. Ugotovitev: relativna počasnost pri pisanju na roko zahteva večjo mentalno zavzetost, ki študente spodbuja k povzemanju, namesto da bi zapisovali navedbe dobesedno.

Psihologinja Karin James je testirala 5-letnike, ki še niso znali brati ali pisati in jih prosila, naj reproducirajo črko oziroma znak na tri različne načine: s tipkanjem na računalnik, risanjem na prazen list in s pomočjo pik na papirju, ki so jih morali povezati. MRI naprava je pokazala, da je le pisanje po praznem papirju v možganih aktiviralo področja, ki so zadolžena za branje in pisanje, medtem ko druga dva načina teh področij nista sprožila.

Podobni učinki so bili odkriti tudi pri drugih testiranjih, ki niso pokazali le tesne povezave med branjem in pisanjem, ampak tudi, da se izkušnja branja razlikuje, če so se testirane osebe naučile črk prek pisanja na roko ali prek tipkanja na računalnik.

Raznolikost, zahtevnost in aktivacija psihomotorike s pomočjo objekta, kot je denimo list papirja ali knjiga, spodbujajo naše možgane boljše kot zgolj preprosto drsenje (»skrolanje«) z drsnikom prek računalniškega zaslona.

Pa vendar: sprejeti moramo dejstvo, da samo en način branja ne obstaja. Podobno, kot bi bilo nesprejemljivo živeti v svetu brez knjig, listov (ter svinčnikov in barvic), bi bilo nesmiselno zanikati bogate možnosti, ki jih v naše življenje lahko vnesejo besede in svetovi na računalniških ali televizijskih ekranih.

Tanja Bricelj,  
povzeto po FEPE News



**MG INŠTALATERSTVO d.o.o.**  
Krtina 57b  
1233 Dob

**T:** 00 386 1 724 95 40  
**E:** info@mg-instalaterstvo.si  
**W:** www.mg-instalaterstvo.si

**POPRAVILA IN MONTAŽA VODOVODNIH IN OGREVALNIH NAPRAV,  
SOLARNIH SISTEMOV IN CEVARSKA DELA IZ PROKROMA**

# DIMAS

DINAMIČNI MAZALNI SISTEMI

Podjetje DIMAS d.o.o. zastopa vodilnega svetovnega proizvajalca sistemov za centralno mazanje strojev in naprav podjetje SKF, Poleg SKF-a zastopa še ameriško podjetje HY-PRO Filtration, ki proizvaja komponente in sisteme za filtracijo in nego olj.



#### Dejavnost podjetja DIMAS d.o.o.:

- Izбира in izvedba najboljših tehničnih rešitev na področju mazanja različnih proizvodnih in obdelovalnih strojev, transportnih linij, verig, jeklenih vrvi, gradbene in kmetijske mehanizacije in ostalih naprav.
- Izбира najboljših tehničnih rešitev na področju filtracije in nege mazalnih ter hidravličnih olj
- Še posebej smo usposobljeni za projektiranje, izvedbo, zagone in vzdrževanje vseh vrst mazalnih sistemov v papirništvu, kot tudi komponent in sistemov za filtracijo olj.
- Sodelujemo z vsemi slovenskimi papirnicami, prevzemamo in izvajamo večje in velike projekte na ključ izven Slovenije (Nemčija, Avstrija, Hrvaška).



SKF Lubrication  
Systems Distributor



FILTRATION

#### DIMAS, d.o.o.

Seškova cesta 20, 1215 Medvode  
Tel.: +386(0)1 3617 240 | Fax.: +386(0)1 3617 245  
E-mail: info@dimas.si | www.dimas.si

## SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NJIH?



## SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NAS?

Belinka Perkemija je vodilni proizvajalec peroksidnih spojin v vzhodni Evropi in eno prvih kemičnih podjetij v Sloveniji, ki je pridobilo mednarodni okoljevarstveni certifikat ISO 14001. To priznanje je vzpodbuda za doseganje nove poslovne odličnosti in potrditev naše dolgoletne skrbi za čistejšo ter lepše okolje.



belinka

belinka perkemija d.o.o.

## V 2016 INVESTICIJA V MOKRI DEL KARTONSKEGA STROJA KS2

### FEBRUARY 2016: KOLIČEVO KARTON TO INVEST IN KS2 CARDBOARD MACHINE WET END



Količevo Karton, d. o. o.

*The technical department of Količevo Karton is working its socks off this year. After a successfully completed reconstruction of the KS3 cardboard machine in July, which focused on the replacement of two crucial coating aggregates and the pope reel, we are now preparing for the overhaul of KS2 cardboard machine's wet end which we use for the production of recycled coating boards of mainly higher grammages. The investment is planned for February 2016 and is going to increase production capacities for at least 10%, resulting in significant energy savings.*

**Za tehnični oddelek Količevo Kartona letos ni počitka. Po uspešno izvedeni juljski rekonstrukciji kartonskega stroja KS3, kjer sta bili poleg množice manjših, pa vendar zelo pomembnih posodobitev v središču dogajanja zamenjavi dveh ključnih premaznih agregatov in pope navijalnika, je tokrat v pripravi modernizacija mokrega dela kartonskega stroja KS2.**

KS2, manjši od obeh količevskih kartonskih strojev, je namenjen izdelavi recikliranih premaznih kartonov predvsem višjih gramatur, po katerih povpraševanje na trgu zadnje čase čedalje bolj narašča. Obstoječa tehnologija ER-WE-PA stroja, ki je bil v prvotni verziji zgrajen daljnega leta 1960, nazadnje pa prenovljen pred desetimi leti, namreč ne omogoča

povečanja hitrosti in s tem možnega dviga obsega proizvodnje.

Temeljna sprememba bo zamenjava petih okroglih sit za formiranje srednje plasti kartona z vzdolžnim sitom in s hibridnim formerjem za zgornje odvodnjavanje kartonskega traku. Poleg omenjenega posega se bo prilagodil in posodobil vakuumski sistem in zamenjalo večje število pogonov kartonskega stroja, tako da bo lahko najvišja hitrost narasla s sedanjih 140 m/min na 200 m/min.

Ključno prednost nove tehnologije, ki odgovarja najnovejšim tehnološkim smernicam v dejavnosti, predstavlja poleg višje obratovalne hitrosti kartonskega stroja tudi spremenjen način formiranja srednjega sloja kartonskega traku, to pa posledično vpliva na izboljšanje

pomembnih tehničnih lastnosti kartona – gladkost in višjo potiskljivost.

Izpostavi velja tudi dejstvo, da Količevo Karton tako kot pri vseh svojih investicijah, tudi tokrat vlaga v tehnologijo, ki striktno sledi smernicam trajnostnega razvoja in bo prinesla pomembne energetske prihranke.

Februarja 2016 izvedena investicija bo zahtevala 10-dnevno ustavitev proizvodnje, od marca 2016 dalje, ko bo prenovljen KS2 ponovno zagnan s polno močjo, pa bo Količevo Karton z več kot 10-odstotno povečanimi proizvodnimi zmogljivostmi v primerjavi z letom poprej nadaljevalo svojo stabilno, že več kot 95-letno poslovno pot.

Irena Rupnik, MSM  
Količevo Karton



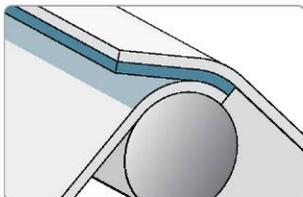
Gradnja KS2 na Količevem leta 1959  
Construction of KS2 in Količevo, 1959

# tesa® CaRes - Calcium Resistant

## trakovi za trajno lepljenje na katere se lahko zanesete

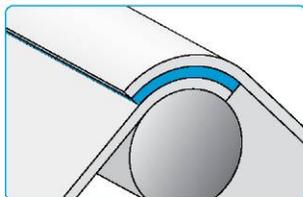
### Manj pretrgov zaradi CaCO<sub>3</sub>

#### Standard na trgu



Dolga izpostavljenost zmanjša prožnost lepila, kar poveča možnost pretrga na spoju ob napetosti papirja na tiskarskem stroju.

#### tesa® CaRes



Nova formula lepila ohranja prožne lastnosti lepila dalj časa in omogoča nemoten prehod spojev skozi tiskarski stroj.



Povečana uporaba kalcijevega karbonata (CaCO<sub>3</sub>) predstavlja izziv na področju vodotopnih trakov. Kalcijevi ioni sčasoma migrirajo v lepilno maso in povzročijo strjevanje le te, kar znatno oslabi vez med lepilom in papirjem in lahko vodi do reklamacij zaradi pretrga na lepljenih, spojenih mestih.

Lepilni trakovi z novo tesa® CaRes tehnologijo imajo izjemno dobro uravnotežene lepilne lastnosti tudi pri nadaljnji obdelavi oz. uporabi rol papirja. Lepilo ostane dalj časa prožno, tudi ob spremenjenih klimatskih pogojih, kot so povišana vlažnost ali temperatura. Rezultat je manjše število reklamacij zaradi pretrgov na spojih.

- Zanesljivi trajni spoji na CaCO<sub>3</sub> premazanih papirjih
- Brez kompromisov glede vodotopnosti
- Izjemno uravnovešene lepilne lastnosti

V preteklosti so papirnice z uporabo CaCO<sub>3</sub> tvegale ali kontaminiranje procesa z uporabo ne-vodotopnih trakov ali pretrge pri njihovih partnerjih zaradi vplivov CaCO<sub>3</sub> na vodotopne trakove. Tehnologija tesa® CaRes nudi rešitev izdelovanja trajnih spojev s popolnoma vodotopnimi trakovi odpornih na kalcij.



## SPREMEMBA V VODSTVU

### MANAGEMENT CHANGES



Papirnica Vevče d. o. o.

*Brigl & Bergmeister Group announces that Mr. Ahmad Porkar had withdrawn from the company's operational management with effect from 30 June 2015.*

*As of 1 July 2015, Mr. Bernhard Mayer is the managing director of both Papirnica Vevče and its parent company, Brigl & Bergmeister in Austria. Mr. Marko Jagodič is one of the members of the Papirnica Vevče management board, whereas Mr. Michael Sablatnig continues to be responsible for the commercial matters of the Brigl & Bergmeister group.*



Z letošnjim julijem se je **Ahmad Porkar** umaknil iz operativnega vodstva podjetij Papirnica Vevče in matičnega podjetja Brigl & Bergmeister.

Z julijem je direktor za tehnično področje v Papirnici Vevče in v podjetju Brigl & Bergmeister postal **Bernhard Mayer**.

V Papirnici Vevče je direktor še naprej tudi **Marko Jagodič**, v skupini Brigl & Bergmeister pa je za vodenje komercialnega dela odgovoren **Michael Sablatnig**.

Bernhard Mayer je v zadnjih letih vodil pomembna področja, tako v menedžmentu tovarne v Niklasdorfu kot tudi v Papirnici Vevče. Pri B&B je zaposlen od leta 1985 dalje.

Lastnik podjetja Ahmad Porkar še naprej aktivno sodeluje pri strateškem razvoju v obeh podjetjih.

## DVIG CEN PAPIRJEV

### PRICE INCREASE

*Brigl & Bergmeister Group announces that with effect from 1 January 2016, selling prices will increase by 10 to 15 percent – as compared to 1 January 2015 – depending on the market and type of product.*

V skupini Brigl & Bergmeister napovedujemo s 1. januarjem 2016 zvišanje prodajnih cen. Cene bodo v odvisnosti od trga in glede na posamezne vrste papirja v primerjavi s cenami z začetka leta 2015 višje za 10 do 15 odstotkov. Ta ukrep je nujen za nadaljnje zagotavljanje uspešnosti poslovanja.

Papirnica Vevče in matična papirnica Brigl & Bergmeister v Avstriji sta v zadnjih treh letih kljub naraščajočim stroškom poskušali ohraniti nivo cen etiketnih papirjev. To nam je delno uspelo kompenzirati s povečevanjem učinkovitosti proizvodnje. Surovine za papirno industrijo so se v letu 2015

bistveno podražile in še vedno ni videti konca rasti njihovih cen. Krepitev tečaja ameriškega dolarja, katerega vrednost se je v primerjavi z evrom samo v zadnjih 12 mesecih povečala za okoli 25 odstotkov, pa še dodatno obremenjuje poslovni rezultat.

Ana Sotlar,  
Papirnica Vevče

Mednarodno uveljavljen  
proizvajalec etiketnih papirjev

Za okoljsko osveščene uporabnike etiket, ki želijo  
prispevati k trajnostnemu značaju svoje embalaže.

Novice predelovalcev ...

# EMBALAŽA IZ EUROBOXA ZA SLOVENSKE DOBAVITELJE PODJETJA IKEA

## EUROBOX PACKAGING FOR SLOVENIAN SUPPLIERS OF IKEA

Eurobox d. o. o.

*As a manufacturer of cardboard packaging, Eurobox has been successfully building bridges among paper producers, corrugated board producers and waste paper collectors in this past year. We know that in our industry, circular economy is of key importance for the growth and development of any users within the supply chain. Our success story, which started in 1988, is now being continuously upgraded with new experience that helps us follow our vision - a vision about the new future of packaging, about renewable sources, eco-friendly production and packaging, and about the new dimensions of packaging. As evidence of our success, we have become the only certified supplier of packaging for companies that supply IKEA.*

**V podjetju Eurobox, kjer proizvajamo kartonsko embalažo, smo v zadnjem letu uspešno gradili mostove med proizvajalci papirja, proizvajalci valovitega kartona in zbiralci odpadnega papirja. Zavedamo se namreč, da je krožno gospodarjenje v naši panogi ključno za uspešno rast in razvoj vseh uporabnikov v dobavni verigi. Leta 1988 smo začeli zgodbo o razvoju, ki jo nadaljujemo in z bogatimi izkušnjami sledimo naši viziji. Viziji v novo prihodnost embalaže, v obnovljive vire, ekološko proizvodnjo in pakiranje ter v nove dimenzije embalaže. Da smo pri svojem delu uspešni, dokazuje tudi dejstvo, da smo postali edini certificiran dobavitelj embalaže za slovenska podjetja, ki dobavljajo podjetju IKEA.**

Podjetje Eurobox je leta 2013 odprlo »Center za raziskave in razvoj«. Inovativne ideje in kombinacija novih materialov so pripomogli k temu, da je center v letošnjem letu postal ključni element našega poslovanja in stika z našimi kupci. Pogledali smo iz škatle in s tem kupcem omogočili, da je kartonska embalaža postala pomembna tam, kjer jo še leta nazaj ni bilo.

»Center za raziskave in razvoj« je postal vezni člen med papirnicami, proizvajalci valovitega kartona, proizvajalcem barv, našo proizvodnjo in končnim porabnikom. V letošnjem letu se je ekipi visoko usposobljenih tehnologov in analitikov pridružil še laboratorijski del ekipe. Pred kratkim smo namreč postavili lasten laboratorij, v katerem bomo spremljali vse parametre, ki so pomembni pri analizi materialov in končnih proizvodov. Meritve papirjev in značilnosti kartonov, drop testi za končnega uporabnika in analize trga predstavljajo našo konkurenčno prednost pri izvajanju razvojnih projektov.

Našo usposobljenost in kakovostno delo so prepoznali tudi naši kupci; z nekaterimi sodelujemo že leta, z drugimi smo pripravili prve uspešne projekte. Inovativne oblike, enotnost materialov in kakovostna izvedba so tri značilnosti, ki dostojno opišejo naše cilje pri razvoju embalaže. Nove ideje rojevajo nove embalaže, v skladu s smernicami Evropske unije: krožno, bio, enotno, enostavno, reciklabilno.

Podjetje Eurobox je v zadnjem letu ustvarilo 10-odstotno rast. Delež izvoza se je povečal za 3 odstotke in znaša 27 odstotkov. Naši ključni tuji trgi so Avstrija, Danska, Nemčija in Velika Britanija. Prizadevamo si, da tudi tujim partnerjem ponujamo možnost razvoja. Uspešni smo na področju avtomobilske industrije, kjer nam zaupata dva velika ponudnika pakiranja. Uspešno sodelovanje in razvoj sta postala pome-

mbna za naš uspeh. In radi se pohvalimo z našim dobrim in uspešnim delom: za vsem tem je namreč nešteto ur in veliko pronicljivih idej.

Naša vizija gre naprej: v nove embalaže, na nove trge, v še zahtevnejše industrije. Pravkar smo začeli s projektom za dobavitelja komponent za letalski promet. Prav tako smo ponosni, da smo postali edini certificiran dobavitelj embalaže za podjetja, ki so v dobavni verigi enega najbolj prepoznavnih globalnih podjetij, IKEA. Vse pohvale so se nanašale na naš razvoj, strukturo dela in organizacijo. Tako smo poleg ISO 9001 standarda uspešno dosegli tudi visoke zahteve za pridobitev standarda IWAY.

*Bernarda Brezec Krajc, komerciala Eurobox, d. o. o.*



# PAPIRNA VREČKA NEKOČ, DANES IN JUTRI

## PAPER BAG - YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW



Papirol d. o. o.

*There is a long history behind the paper bag. Papermakers do not need to be persuaded that this is an environmentally friendly product which has been used for quite a while, is widely applied and – according to some predictions – is going to have an important role in the future as well. Helena Zidarič, the CEO of Papirol d.o.o., has revealed her perspective of paper bags - yesterday, today and tomorrow.*



V podjetju PAPIROL že 25 let izdelujejo papirne vrečke, ovojne, dekorativne in industrijske papirje, papirje za pekovsko industrijo ter maščobo-odporne papirje za domači in tuji trg. Sodobna tehnologija jim omogoča tudi večbarvni tisk, s čimer je njihov program še bolj pester. Posebno mesto med njihovimi izdelki zavzema izdelek, s katerim želijo prodreti na celoten domači trg in ponudnike turističnih spominkov opremiti z notnimi papirnimi vrečkami, ki bi promovirale Slovenijo kot turistično destinacijo, ki neguje okolju prijazen turizem.

### Papirolova turistična embalaža

»S ponudbo enotno potiskanih papirnih vrečk različnih dimenzij z vsem znanim sloganom »I feel sLOVEnia« želimo v podjetju Papirol doprinesti k še bolj zeleni Sloveniji, k razvoju in širitvi zelenega in okolju prijaznega turizma. Naša ideja je, da bi vsi ponudniki turističnih spominkov in prehrane uporabljali enake promocijske vrečke za svoje izdelke, namenjene turistom. Mnoga (predvsem manjša) turistična društva in občine so že prepoznali prednosti papirne embalaže, vendar želimo na tem področju narediti še korak dlje. Upamo, da bo naš projekt zaživel v prihodnosti tudi s podporo države, vsaj v smislu promocije rabe takšnih vrečk,« pove Helena Zidarič, ki dodaja, da radi pristopajo k posebnim projektom. Med tiste,

na katere so najbolj ponosni, je na primer proizvodnja darilnih papirjev za cvetličarne, maščobo-odpornih papirjev za pekarsko industrijo ter vrečk z okenci s štirikotnim in ravnim dnom.

### Kako kaže papirni embalaži v prihodnje?

»Papirne vrečke bodo imele svoje mesto tudi v prihodnosti. Na svetovni razstavi Expo (World's Fair), ki je letos potekala v Milanu na temo Feeding the Planet, Energy for Life oziroma Hrana za planet, energija za življenje, so bile med drugim predstavljene tudi papirne vrečke, v katere bodo tudi v prihodnje pakirani prehranski izdelki – bodisi kot surovine, polizdelki ali končni izdelki, namenjeni prehrabnim verigam ali končnim potrošnikom,« je povedala Zidaričeva.

Eden od razstavnih paviljonov je tudi »Future food district« ali supermarket prihodnosti. V njem je »v živo« predstavljeno, kako bomo nakupovali v prihodnosti: market je poln vsakodnevnih prehrabnih izdelkov (ki jih je bilo mogoče tudi kupiti) in ekranov. Ob premiku izdelka na polici senzorji zaznajo, kateri izdelek kupca zanima in na ekranu ob polici lahko obiskovalec razbere vse pomembne karakteristike izdelka, ki ga namerava kupiti. Poleg sestavin in kalorične vrednosti se izpiše tudi celotna sledljivost navedenih sestavin. Pri znanem čokoladnem namazu se na primer izpiše, kje so bili gojeni lešniki, od kod izvira kakav, ki ga namaz vsebuje, kje je potekala proizvodnja, celotna pot od pridelave do police v marketu in še kopica drugih, za ene bolj, za druge manj pomembnih informacij.

Manj simpatična je (oziroma bo) situacija pri izbiri sadja, ki ga želite odnesti domov. Tega vam s pomočjo vaših navodil na ekranu »nabere« robot. Postreže ga v papirni vrečki ali lončku. Kruhi ostajajo pakirani v papirne vrečke in jih izberemo s polic, pekovsko pecivo nam prodajalka

(v prihodnosti pa morda tudi robot) postreže v papirni vrečki. Celoten nakup zložimo v prirejene kartonske vozičke, po plačilu na blagajni pa ti vozički postanejo škatle, v katerih nakup odnesemo domov ali pa nam bo nakup na dom dostavila kar kurirska služba. Za manjše nakupe so na blagajnah predvidene papirne vrečke s štirikotnim dnom z ali brez ročajev.

»Kot kaže omenjeni futuristični market iz Milana, nas bodo papirne vrečke torej še naprej spremljale na številnih področjih našega vsakdanjika. Na nas je, da se odločimo, v kolikšni meri in za kakšne namene jih bomo uporabljali, in da razmišljamo tudi o možnostih večkratne uporabe,« še poudarja Helena Zidarič iz podjetja Papirol.

### In še nekaj zanimivosti o zgodovini papirnih vrečk

Leta 1852 je F. Wolle izumil prvi stroj za masovno proizvodnjo papirnih vrečk, slabih dvajset let pozneje (1871) pa je izumiteljica M. E. Knight ustvarila stroj, ki oblikuje štirikotno dno papirne vrečke, kot ga poznamo še danes. C. Stilwell je leta 1883 nadgradil omenjeni stroj, spremenil in izboljšal je tehnologijo izdelave, kar je pomenilo lažje oblikovanje dna vrečke in hitrejše proizvodnjo, z možnostjo potiska pa so papirne vrečke postale tudi oglasni medij. Stilwellove papirne vrečke so predhodnice današnjih modernih papirnih vrečk. W. Deubener, lastnik trgovine v Minnesoti, je leta 1912 ugotavljal, da je nakup omejen, ker kupci iz trgovine ne morejo odnesti več vrečk hkrati. Po nekaj mesecih eksperimentiranja je sredi noči na navadno papirno vrečko s štirikotnim dnom napravil štiri luknje blizu vrha in skozi njih napeljal tekstilne vrvice. Še isti dan je Deubener patentiral izum in sčasoma so vrečke z ročaji postale najpogostejše uporabljena embalaža v veleblagovnicah.

Novice iz ICP ...

# POTENCIAL BIOPOLIMEROV - TRŽNA IN RAZVOJNA PRILOŽNOST ZA INDUSTRIJO

## BIOPOLYMER POTENTIAL – MARKET AND DEVELOPMENT OPPORTUNITY FOR THE INDUSTRY

Poly4emi

The Poly4Emi project is one of the six projects that were selected at the European call for proposal for the promotion of cross-sector partnerships in prospective market areas of the so-called emerging industries (EU CIP: »Clusters and Entrepreneurship in Support of Emerging Industries«). Under the auspices of the Slovenian Chamber of commerce, the Pulp and Paper Institute Ljubljana has organized targeted workshops focused on development opportunities in the acquisition and application of biopolymers, which were so far attended by more than 110 professional from different branches of the industry.

V okviru evropskega projekta POLY4EMI in v organizaciji Gospodarske zbornice Slovenije Inštitut za celulozo in papir izvaja usmerjene delavnice o razvojnih priložnostih na področju pridobivanja in uporabe biopolimerov. Na dosedanjih sedmih srečanjih je sodelovalo več kot 110 strokovnjakov iz različnih vrst industrije (papirne, embalažne, polimerne, tekstilne, gradbene, ...) in raziskovalnih institucij, ki se že

vključujejo v verige vrednosti na področju biopolimerov oziroma iščejo nove priložnosti za razvoj konkurenčnih produktov ali storitev na njihovi osnovi.

### Dogovori že potekajo

Identificiranih je bilo šest področij, ki predstavljajo razvojne in tržne priložnosti za industrijo, in kjer se že srečujejo podjetja in institucije z vrhunskimi

kompetencami; proizvodnja in uporaba nanoceluloze, bioembalaža za prehrano, kozmetiko in farmacijo, enkapsulacija za biomateriale, uporaba biopolimernih materialov v termo izolacijskih ploščah, visoko zmogljivi zaščitni premazi in tiskana elektronika. V sodelovanju med podjetji iz različnih sektorjev in različnih raziskovalnih skupin že potekajo dogovori za pripravo skupnih razvojnih projektov.

### O projektu

Projekt Poly4emi je eden izmed šestih izbranih projektov s strani Evropske komisije v okviru razpisa za spodbujanje čezsektorskega povezovanja na perspektivnih tržnih področjih t. i. prihajajočih industrij (EU CIP: »Clusters and Entrepreneurship in Support of Emerging Industries«). Koordinator in prijavitelj projekta je RS, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, sodelujejo pa trije slovenski partnerji – Avtomobilski grozd Slovenije (ACS), Center odličnosti Polimat (CO), Gospodarska zbornica Slovenije (GZS) in avstrijski partner – PCCL, Polymer Competence Center Leoben. Inštitut za celulozo in papir sodeluje v projektu kot partner GZS.

Več o projektu in možnosti sodelovanja na <http://www.poly4emi.eu>.

Mateja Meši, direktorica  
Inštitut za celulozo in papir

**HELIOS**

**Nudimo modificirane škrobe in škrobna lepila za vaše potrebe**

**Modificirani škrobi  
ZA PROIZVODNJO PAPIRJA  
IN KARTONA**

- Dodatek v papirno snov
- Površinsko oplemenitenje
- Površinsko škrobljenje
- Vezivo v premazu
- Dodatek med papirne plasti
- Distančnik v mikrokapsularnem premazu

**Škrobna in sintetična lepila  
ZA PAPIRNO PREDLOVALNO  
INDUSTRIJO**

- Valovit karton, lepilni trakovi,
- papirnate vrečke, kaširanje

**Excilent**  
Small & Medium Enterprises  
Gospodarska zbornica Slovenije  
Chamber of Commerce and Industry of Slovenia

Helios Kemostik d.o.o., Molkova pot 16, 1241 Kamnik, Slovenija (SI)  
T: +386 1 830 37 50 E: kemostik@helios.si www.kemostik.si

## NOVA DOKTORICA S PODROČJA PAPIRNIŠTVA

### NEW PHD IN PAPERMAKING



Inštitut za celulozo in papir

*At the beginning of this year, Vesna Žepič, a researcher at the Slovenian Tool and Die Development Centre (TECOS), has completed her PhD titled "Morphological, thermal and structural properties of dried and acetylated nanofibrillated cellulose from softwood fibers and its reinforcing potential". In her thesis, she defined the potential of nanofibrillated cellulose used as a reinforcement in biodegradable polymers, polylactic acid (PLA) and polyhydroxybutyrate (PHB). Ms. Žepič is also the first author of two scientific and two technical papers, and her work was published in several conferences proceedings.*



Vesna Žepič se je leta 2011 kot mlada raziskovalka iz gospodarstva priključila Razvojnemu centru orodjarstva Slovenije (TECOS). Doktorski študij bioznanosti je obiskovala na Biotehniški fakulteti, Oddelku za lesarstvo, Univerze v Ljubljani. Pod mentorstvom doc. dr. Ide Poljanšek in somentorstvom prof. dr. Primoža Ovna je v začetku leta uspešno zagovarjala doktorsko disertacijo z naslovom »Morfološke, termične in strukturne lastnosti sušene in kemijsko modificirane nanofibrilirane celuloze lesa iglavcev ter njen ojačitveni potencial«. V disertaciji opredeljuje potencial nanofibrilirane celuloze za izboljšanje izbranih lastnosti

biorazgradljivih polimerov, polilaktične kisline (PLA) in polihidroksibutirata (PHB). Danes se lahko pohvali s prototipnimi bionanokompozitnimi izdelki, ki se lahko uporabijo v različnih panogah. Vesna je dejavna tudi na raziskovalnem področju. Kot prva avtorica je v teh letih objavila dva izvorna znanstvena članka in dva strokovna članka. Ima pet objavljenih znanstvenih prispevkov na konferenci in dvanajst objavljenih povzetkov znanstvenega prispevka na konferenci, kjer je nekeje v vlogi avtorice, nekeje pa v vlogi soavtorice.

*Tea Toplišek, raziskovalka  
Inštitut za celulozo in papir*

**Melamin**

**Kot pika na i**

Z našim znanjem za kvaliteto vaših izdelkov

www.melamin.si

Novice iz DITP ...

# EKSKURZIJA DITP – V PODJETJE SAPPI GRATKORN

## DITP VISITS SAPPI GRATKORN

DITP

Members of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association of Slovenia (DITP) have recently visited the Austrian Sappi Gratkorn paper mill located near Graz, and took a tour of high-quality graphic papers production. The second part of the trip took us to the Zotter chocolate factory where we were introduced to the user perspective of paper and paper packaging. The trip was concluded with a general meeting of the Association.



Člani DITP pred vstopom v papirnico Sappi Gratkorn.  
DITP members in front of the Sappi Gratkorn papermill.

Člani Društva inženirjev in tehnikov papirništva smo na strokovni ekskurziji obiskali papirnico Sappi Gratkorn v bližini Gradca v Avstriji in si ogledali proizvodnjo visokokakovostnih grafičnih papirjev. Drugi del ekskurzije je bil posvečen obisku čokoladne manufakture Zotter in uporabniškemu vidiku papirja in papirne embalaže. Dan smo zaključili z občnim zborom.

Po nekaj letih nas je tokratna ekskurzija DITP (Društva inženirjev in tehnikov papirništva) ponovno vodila čez mejo, v Avstrijo. Prvi cilj našega obiska je bila papirnica SAPPi Gratkorn v bližini Gradca, kjer smo si ogledali proizvodnjo visokokakovostnih trikratno premazanih grafičnih papirjev z letno zmogljivostjo milijon ton. Predvsem ogled papirnega stroja PM 11 z njegovimi 8,5 metra širine in delovno hitrostjo do 2000 m/min, premaznega stroja ter dodelave papirja, vključno z robotiziranim skladiščem, nikogar od nas ni pustil ravnodušnega. Med samim ogledom tovarne smo bili vseskozi deležni izčrpane razlage in pojasnil ter odgovorov na naša vprašanja.

V drugem delu ekskurzije smo se posvetili uporabniškemu vidiku papirja oziroma papirne embalaže. V čokoladni manufakturi Zotter smo namreč vstopili v svet proizvodnje čokolade, za katero se kot embalaža v zadnji fazi uporablja tudi papir. Manufaktura Zotter je podjetje z več kot 25-letno tradicijo v proizvodnji specialnih vrst čokolade, ki zadostijo še tako nenavadnim okusom. Udeleženci

ekskurzije smo se lahko sprehodili po poti čokolade od kakovovega zrna do končnega izdelka, ob poti pa smo lahko po mili volji degustirali vse mogoče čokoladne izdelke. Že tradicionalno smo ekskurzijo zaključili s kosilom in občnim zborom društva.

David Ravnjak



Med ogledom čokoladne manufakture Zotter smo lahko po mili volji degustirali.  
The tour of Zotter chocolate manufacture included an ample tasting of the delicious products.

Novice partnerjev ...

# ZNANJE IZ PRVE ROKE, ZA REŠITVE IZ 'DRUGE ROKE'

## FIRST-HAND KNOWLEDGE OF SECOND-HAND SOLUTIONS



*Not every mill has the budget or the need for new equipment. ANDRITZ now offers a service that reduces the risk of owning Second Hand equipment, and at the same time adds value to a completely different market.*



**Vsaka papirnica nima proračuna ali pa potrebe po novi opremi. ANDRITZ sedaj ponuja storitev, ki znižuje tveganje pri nakupu opreme iz druge roke, hkrati pa dodaja vrednost povsem drugemu trgu.**

ANDRITZ je znan dobavitelj nove tehnologije. Manj znano pa je verjetno, da dobavi, distribuira, pregleda, obnovi in namesti tudi opremo iz druge roke. Cilj je zagotoviti proizvodnji celuloze in papirnicam tehnično in procesno podporo ter zanesljivost rabljene opreme.

Na prvi pogled se morda zdi, da vodilni dobavitelj tehnološke opreme tekmuje sam s seboj, ko dobavlja opremo iz druge roke, vendar temu ni tako. Številne papirnice potrebujejo pomoč in podporo pri iskanju rabljene opreme za dele svojih proizvodnih linij. Ravno zaradi tega se lahko gleda na vstop na trg rabljene opreme kot na razširitev celostne ponudbe, ki je bila na voljo do sedaj. ANDRITZ PULP & PAPER Second Hand Solutions je nova storitev, ki pomaga najti, dobaviti, namestiti in celo zagnati rabljeno opremo, ne glede na prvotnega

proizvajalca. ANDRITZ s pomočjo globalne mreže servisnih centrov v več državah zagotavlja širok inventar rabljene opreme.

Prednost nakupa rabljene opreme je cena, glavna pomanjkljivost pa pomanjkanje tehnološkega strokovnega znanja in tehnične podpore, kar povečuje tveganje. ANDRITZ s svojim pristopom dodaja polno znanje in podporo tehnološkega podjetja ter svoje strokovno znanje s področja opreme in procesnega oblikovanja.

### Projekti iz 'druge roke' vseh velikosti

Mnogo papirnic ne želi le 'kot je' opreme, ampak predvsem stroje v dobrem mehanskem stanju. Poleg obnovitve opreme (na sliki) se lahko ponudi tudi tehnično podporo, kot je nadzor na terenu ali pa dejanska namestitev – ne glede na velikost projekta, od enega samega dela rabljene opreme do selitve celotnega papirnega stroja.

Pri selitvi celotne proizvodne linije je izziv v podrobnih postopkih selitve stroja

in njegovih pomožnih elementov z ene lokacije na drugo, pri tem pa obdržati večino opreme v primernem stanju za ponovno namestitve.

Mogoče je ravno to velika razlika v primerjavi s klasičnimi proizvajalci strojev in običajnimi dobavitelji rabljene opreme. Papirnice želijo izvesti nadgradnje in spremembe na strojih pred njihovim zagonom. To pomeni dostop do strokovnega znanja s področja papirnih strojev, re-inženiringa in procesnega znanja, tako da stroj izpolni zahteve v novem domu. Rezultat je vrhunski stroj – le narejen iz stare kovine.

Preberite več na:  
<http://secondhand.andritz.com>

### Glavne prednosti storitve ANDRITZ PULP & PAPER Second Hand Solutions:

- globalna mreža za iskanje rabljene opreme,
- spletna baza opreme, ki je naprodaj,
- fleksibilnost: od preproste 'kot je' dobave do zanesljive obnovitve in celostne procesne podpore,
- tehnična podpora in nadzor na terenu, ko je to potrebno,
- celotni celulozni in papirni stroji v optimalni konfiguraciji rabljene in nove opreme.

Andritz

Novice partnerjev ...

# PILOTNI PREIZKUSI – OSNOVA ZA DOBRE POSLOVNE ODLOČITVE 658/4200

## PILOT TRIALS – A RELIABLE BASIS FOR SUCCESSFUL BUSINESS DECISIONS 658/4200

Valmet

*Valmet's Technology Centers offer a comprehensive selection of testing and piloting services worldwide. Many customers have taken advantage of Valmet's pilot services and have found tools to eliminate risks related to their investments through these services.*

Valmetovi tehnološki centri nudijo obsežno ponudbo storitev testiranja in pilotnih raziskav po vsem svetu. Številne stranke so izkoristile prednosti Valmetovih storitev pilotnih raziskav in našle orodja za zmanjševanje oz. odpravo tveganj, povezanih z svojimi investicijami prav s pomočjo teh storitev.



**Manfred Tiefengruber**, menedžer papirne proizvodnje v papirnici Sappi Gratkorn iz Avstrije se je spomladi 2014 udeležil pilotnih raziskav za prestrukturiranje njihovega stroja PM 11 v Valmetovem tehnološkem centru za karton in papir.

### Pilotne raziskave dajejo zaupanje v izbrane rešitve

«Izvedba pilotne raziskave pomeni, da v svoje roke dobite resničen kos papirja, kar vam daje veliko več samozaupanja, da se pravilno odločate glede tehničnega koncepta, in vpogled v stopnjo kakovosti, ki jo lahko pričakujete od prestrukturiranja. Predelave so vedno edinstvene, še posebej v našem primeru z našim zelo širokim naborom osnovne gramature,» pravi Tiefengruber.

»Eden izmed ciljev prestrukturiranja stroja PM 11 je bilo doseči nižje razmerje natezne trdnosti. Poleg tega smo želeli tudi obdržati dobro delovanje s tem, da bi se odpravili prosti potegi. Tako smo začeli s pogovori z Valmetom o različnih tehničnih

rešitvah za stiskalni del, da bi odpravili te potege. Na razpolago smo imeli dve izbiri in pilotni postopek nam je dal to prednost, da smo lahko preizkusili dva alternativna koncepta na dveh pilotnih strojih. Ko smo končno primerjali oba koncepta, je bil rezultat kristalno jasen,« je komentiral Tiefengruber. »Gre za to, da si stranka in dobavitelj delita tveganja.«

### Prilagodljive variacije omogočajo primerjave

Ne glede na to, ali želijo proizvajalci papirja in kartona spremeniti svojo proizvodnjo ali le izboljšati učinkovitost svojega obstoječega procesa, gre za bistveno odločitev glede finančne investicije, ki se je nikoli ne sme sklepati zlahka. Za zagotovitev mirne vesti in varnosti investicije je bistvenega pomena vlaganje v rešitve, ki so že znane in preizkušene. Valmet nudi obsežne priložnosti za testiranja, ki zajemajo celoten postopek proizvodnje, da bi tako pomagali svojim strankam zajeti vse osnove s temeljitimi testiranjmi, še preden se stranke zavežejo k določeni investiciji.

»Največja prednost pilotnih preizkusov je bila, da smo lahko primerjali dve rešitvi s povsem različnima tehnološkima konceptoma. To je pomenilo, da smo ju lahko ocenili in se nato pravilno odločili. To je stvar, o kateri se ne morete enostavno pogovoriti v konferenčni sobi. Relativno lahko je bilo nato spreminjati koncepta na pilotnem stroju – spremembe so zahtevale le nekaj ur,« je izjavil Tiefengruber.

Valmetovi obrati za pilotne raziskave papirja in kartona omogočajo proizvajalcem papirja in kartona opravljanje testiranja na konstrukciji, ki je popolna kopija tiste, ki jo imajo v svojem obratu, ali je alternativno takega tipa konfiguracije, kot ga želijo postaviti. Valmet celo spodbuja stranke, da prinesejo svoje lastne osnovne materiale, od kaše do premazov, zato da se zagotovijo realistični testni rezultati,

ki bodo prikazali resnično primernost za njihove specifične procese in potrebe.

### Odličnost, ki temelji na izkušnjah

Valmet razume procese in delo proizvajalcev papirja in kartona, kar pomeni, da lahko ponudi rešitve, ki delujejo in prinašajo dodatno vrednost. Valmetove pilotne obrate upravljajo ljudje z večletnimi izkušnjami, kar pomeni, da imajo strokovno znanje in "know-how". V naših obratih imamo več kot 40 let izkušenj na področju pilotnih raziskav in dejavnosti. V obratih smo predani zagotavljanju rezultatov, ki se kažejo kot zanesljiva osnova za uspešne poslovne odločitve.

Kot pravi Tiefengruber, »Valmet ima izobraženo in izjemno predano osebje, ki upravlja njihove pilotne stroje, veliko izkušenj glede procesov in vrhunsko opremo – vse, kar potrebujem za opravljanje pilotnih preizkusov.«

### Zanesljiva poročila

Seveda se vsi zavedamo, da so testiranja brezpredmetna, če ne dobimo najboljših poročil, kar jih obstaja v industriji. Valmet nudi poročila, ki jih stranke lahko z zaupanjem uporabijo kot osnovo za odločitve glede investicij. Ponujeni rezultati so natančni in dokumentacija je jasna, dobro strukturirana ter zanesljiva. Dokumentacijo vam zagotovijo hitro in učinkovito, kar strankam omogoči, da nemoteno napredujejo pri načrtovanju in izvajanju izboljšav svojega procesa. »Izvajanje pilotnih preizkusov pomeni, da lahko v svoje roke dobite resničen kos papirja, kar vam bo dalo veliko več samozaupanja, da se odločate pravilno,« pravi Manfred Tiefengruber.

Valmet



# Naj vaša proizvodnja kartona in papirja napreduje



OptiConcept M združuje standardizacijske in modularne prilagoditve, ki vam nudijo krajše čase proizvodnje, večjo produktivnost in optimizirano investicijo za visokokakovostno proizvodnjo papirja in kartona, predvsem na rastočih trgih. Preberite si več o stroškovno učinkovitem in prilagodljivem OptiConcept M na spletni strani : [www.valmet.com/opticonceptm](http://www.valmet.com/opticonceptm)



# MIKROBIOLOŠKE LASTNOSTI TOALETNIH PAPIRJEV

## MICROBIOLOGICAL CHARACTERISATION OF TOILET PAPERS

Matej ŠUŠTARŠIČ<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

Toaletni papirji so najbolj prodajani higienski papirji in kot takšni namenjeni za uporabo v domovih in zunaj njih. Kratka sušilna skupina pri proizvodnji tissue papirja, uporaba primarne ali sekundarne vlaknine botruje različni mikrobiološki kontaminaciji končnih izdelkov. V raziskavo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja, proizvedenega tako iz sekundarne kot tudi primarne vlaknine, ki smo jim določili zastopanost mikroorganizmov na in v izdelku. Rezultati kažejo heterogenost med izdelki tako v mikrobioloških lastnostih kot tudi v površinski prašnosti. V enem od analiziranih vzorcev smo v vzorcu potrdili prisotnost koliformnih bakterij, *Escherichia coli*, in višjo koncentracijo sporogenih bakterij, aerobnih mezofilnih bakterij in plesni na površini izdelka. V analiziranih vzorcih nismo potrdili prisotnosti kvasovk, medtem ko smo v treh vzorcih potrdili prisotnost plesni in v osmih sporogene bakterije. Vzorce smo analizirali tudi na površinsko prašnost, kar ocenjujemo, da je pomemben podatek pri prenosu bakterij. Rezultati raziskave so pokazali veliko heterogenost znotraj izdelkov, proizvedenih iz sekundarne surovine, prav tako pa je bilo ugotovljeno, da izdelkov ne moremo preprosto razdeliti na podlagi uporabljane surovine. Slednje lahko, ob pomanjkljivi zakonodaji, privede do tega, da se na tržišču znajdejo izdelki, ki niso primerni za higienske namene.

**Gljučne besede:** toaletni papir, tissue papir, higienski papirji, mikrobiološki dejavniki higienskih papirjev

### ABSTRACT

*Hygienic papers are intended for use at home and elsewhere. In the field of hygienic papers, toilet papers are, because of their wide range of usage, the top sellers. The short drying section in the production process, and the usage of primary or secondary fibers are factors which can lead to a different microbiological contamination of the final products. Our research focuses on the determination of microorganisms in and on the surface of nine toilet papers produced from both secondary and primary fibers. The results indicate the heterogeneity of the microbiological and dustiness properties of the toilet papers analysed. We confirmed the presence of coliform bacteria, *Escherichia coli*, and a higher concentration of the spore-forming bacteria in one of the analysed samples. In the same sample, the high concentration of aerobic mesophilic bacteria and mold were also confirmed on the surface of the product. Yeast were not confirmed in any of the nine samples, mold was confirmed in three products, and spore-forming bacteria was confirmed in eight analysed samples. All the samples were also tested for surface dusting, which is, in our opinion, an important parameter in the transmission of the bacteria. The results of our research show a large heterogeneity within the products produced from secondary raw materials, and indicate that toilet papers cannot be easily divided on the basis of the raw materials used. Due to inadequate legislation in the field of hygienic paper, products unsuitable for hygienic purposes can reach the market.*

**Keywords:** toilet paper, tissue paper, hygiene papers, microbial factors of hygiene papers

## 1 UVOD

Tissue papirji so specialni papirji, namenjeni osebni uporabi, uporabi v domovih ali uporabi v medicinske namene [1]. Najpogosteje uporabljeni tissue papirji so eno- ali večslojni toaletni papirji z gramaturo od 15 do 60 g/m<sup>2</sup> [2]. Lahko so proizvedeni iz 100 % primarnih, 100 % recikliranih vlaken ali njune kombinacije [1, 2, 8].

Mikrobiološka kontaminacija toaletnega papirja je lahko posledica kontaminacije surovin, neustrezno vodenih snovnih tokov ali neprimerne skladiščenja proizvedenega papirja [5, 7]. Mikroorganizmi lahko v papirnico vstopijo na različnih točkah in so prisotni kot stalna ali prehodna

mikrobiološka združba. Najpogosteje vstopijo v papirnico preko vhodnih surovin, dodatkov ali tehnološke vode [6, 10]. Znano je, da je sekundarna vlaknina (reciklirana vlakna) mikrobiološko bolj kontaminirana od primarne vlaknine (čista celulozna vlakna) [4, 5, 6]. Z zapiranjem krogotokov, dvigom temperature in organskih ter anorganskih snovi v krogotokih v papirnicah nastajajo pogoji, ki omogočajo uspešno razmnoževanje mikroorganizmov in nastanek oblog [4, 6, 7, 10]. Slednje sili papirnice k uporabi različnih protimikrobnih sredstev za obvladovanje mikrobioloških dejavnikov procesa [6, 7]. Zanimivo je, da so v oblogah papirnega stroja lahko prisotne tudi bakterije *E. coli*, ki lahko zaidejo tudi

v končni izdelek. *E. coli* je bakterija, ki je prisotna v intestinalnem delu flore toplokrvnih živali [8].

Visoka temperatura, dolga sušilna skupina in posledično daljši kontaktni čas papirja s sušilno skupino na papirnem ali kartonskem stroju povzroči propad večine vegetativnih oblik mikroorganizmov. Odpornejše plesni, sporogene bakterije in kvasovke pa lahko preživijo in kontaminirajo končni izdelek [4]. Pri proizvodnji tissue papirjev je sušilna skupina zmanjšanja na enojni cilinder, imenovan Yankee valj [3]. Prav čas stika papirja z Yankee valjem in temperatura sta ključna dejavnika, ki določata uspešnost propada mikroorganizmov in številčno prisotnost na končnem izdelku.

Znano je, da je treba pri procesu toplotne obdelave živil, s katerim zmanjšamo število mikroorganizmov, ki bi povzročale bolezni, kvarjenje ali fermentacijo živila, za več kot petdesetkrat podaljšati kontaktni čas, če zmanjšamo temperaturo obdelave z 72 do 75 °C na 63 do 65 °C [12].

Zakonodaja na področju higienskih papirjev je pomanjkljiva in se običajno dotika le kemijske varnosti izdelka z mejnimi vrednostmi za formaldehid, glioksal, PCP, izločanje antimikrobnih snovi, izločanje barvil in optičnih belil [13], medtem ko je mikrobiološka neoporečnost regulirana samo z dogovori ali s priporočili [4].

## 2 MATERIALI IN METODE

V analizo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja z različnimi sestavami. Vzorcem smo kvantitativno določili število aerobnih mezofilnih bakterij (v nadaljevanju bakterij), sporogenih bakterij, plesni in kvasovk tako v kot tudi na površini izdelka in določili prisotnost koliformnih bakterij in *E. coli* v papirju. Analizirali smo tudi površinsko prašnost vzorcev, ki vpliva na prenos mikroorganizmov na sluznico.

### Vzorca toaletnega papirja

Vzorci toaletnega papirja z oznako od 1 do 9 smo vzorčili z nakupovalnih polic večjih trgovskih verig. Podatke o surovini in osnovnih značilnostih smo pridobili iz embalaže izdelka. V raziskavo smo zajeli vzorce iz

100-odstotno čiste celuloze (1 do 3), vzorce proizvedene iz 100-odstotno recikliranih vlaken (5 in 6) in izdelke, kjer iz deklaracije ni bila razvidna vrsta vhodne surovine (4, 7, 8, 9).

## Mikrobiološke analize

### Določitev mikrobioloških parametrov v papirju

Papir smo razpustili v sterilnih čašah z dodatkom 200 ml sterilne raztopine Ringer (Merck, 1.15525.0001) do homogenosti in jo nadalje 10-krat, 100-krat in 1000-krat redčili. V petrijevke smo s sterilnimi pipetami prenesli po 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije. Pri analizi bakterij smo uporabili standardno dehidrirano gojišče (Standard count agar, Merck 1.01621.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 37 °C, rezultate pa odčitali po 48 urah inkubacije. Pri analizi plesni in kvasovk smo prenesli 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije v petrijevko in dodali gojišče Sabouraud 2 v % glucose agar (Merck, 1.07315.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 26 °C, rezultate pa odčitali sedmi dan po inokulaciji. Za določitev sporogenih bakterij smo suspenzijo segreli na 80 °C za 10 minut. Nato smo pripravili redčitve osnovne suspenzije. Analizo smo izvedli po postopku, opisanem za bakterije. Za določitev prisotnosti koliformnih bakterij in *E. coli* smo uporabili gojišče Coliforms 50 (Merck, 1.01295.0001) in gojišče

EMB (Merck, 1.01347.0500). Rezultate smo podali na g izdelka.

### Določitev mikrobioloških parametrov na površini papirja

Vzorci papirja smo narezali v aseptičnih pogojih na 5 x 5 cm in analizirali v treh paralelkah. Za analizo bakterij smo na predhodno nalite petrijevke s približno 10 ml gojišča, pripravljenega iz standardnega dehidriranega gojišča, položili vzorec in dodali približno 10 ml istega gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Petrijevke smo inkubirali 48 ur pri 37 °C. Za analizo plesni in kvasovk smo narezane vzorce položili na predhodno pripravljene petrijevke in dodali približno 10 ml gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Za izvedbo analiz smo uporabili enaka gojišča kot za analize v papirju. Po inkubaciji (7 dni, 26 °C) smo prešteli kolonije mikroorganizmov na površini in rezultate podali na dm<sup>2</sup>.

### Površinska prašnost izdelkov

Prašnost vzorcev smo določili po prilagojeni grafični metodi IGT W 33. Za analizo smo uporabili srednje viskozno olje (IGT TESTING SYSTEMS, 404.004.020) in barvo (IGT TESTING SYSTEMS, 404.003.005).

## 3 REZULTATI IN KOMENTAR

Rezultati mikrobiološke analize in prašnosti vseh analiziranih vzorcev toaletnega papirja so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Sestava, mikrobiološke vrednosti in prašnost vzorcev  
Table 1: Composition, microbial values and surface dusting of samples

METODA / OPIS	VZOREC								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PRIMARNA SUROVINA (%)	100	100	100						
SEKUNDARNA SUROVINA (%)					100	100			
<b>ANALIZE NA POVRŠINI PAPIRJA</b>									
AEROBNE MEZOFILENE BAKTERIJE CFU/DM <sup>2</sup>	30*	114*	***	***	236*	140	148	60	68
PLESNI CFU/DM <sup>2</sup>	12	<10	<10	122	<10	14	<10	<10	<10
KVASOVKE CFU/DM <sup>2</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>ANALIZE V PAPIRJU</b>									
AEROBNE MEZOFILENE BAKTERIJE CFU/G	1,9 X 10 <sup>5</sup>	4,6 X 10 <sup>5</sup>	2,5 X 10 <sup>5</sup>	2,4 X 10 <sup>7</sup>	1,8 X 10 <sup>5</sup>	2,4 X 10 <sup>5</sup>	9,1 X 10 <sup>4</sup>	2,1 X 10 <sup>5</sup>	1,4 X 10 <sup>5</sup>
SPOROGENE BAKTERIJE CFU/G	9,8 X 10 <sup>2</sup>	1,0 X 10 <sup>3</sup>	3,5 X 10 <sup>4</sup>	5,5 X 10 <sup>6</sup>	7,7 X 10 <sup>4</sup>	5,2 X 10 <sup>4</sup>	5,3 X 10 <sup>3</sup>	2,0 X 10 <sup>4</sup>	<100
PLESNI CFU/G	3,6 X 10 <sup>4</sup>	<100	<100	4,7 X 10 <sup>3</sup>	<100	<100	<100	<100	<100
KVASOVKE CFU/G	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
KOLIFORMNE BAKTERIJE POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
<i>E. COLI</i> POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
POVRŠINSKA PRAŠNOST <sup>1</sup>	2	4	1	5	3	3	5	3	6

CFU = mikroorganizmi, ki so sposobni tvoriti kolonije

<sup>1</sup> prašnost je podana na lestvici od 1 do 6; 1 – najmanj prašen vzorec, 6 – najbolj prašen vzorec

\* rezultat je podan kot povprečje dveh paralelek

\*\*\* rezultat ni podan zaradi preraščanja na vseh treh paralelkah

## Mikroorganizmi na površini papirja

Vrednosti analiziranih vzorcev na številu plesni na površinsko enoto se gibljejo do 15 plesni na dm<sup>2</sup>, razen pri vzorcu 4, kjer vrednosti presežejo 120 plesni na dm<sup>2</sup>. V večini primerov plesni in kvasovk na površini toaletnega papirja nismo potrdili.

V vseh analiziranih vzorcih smo potrdili prisotnost bakterij na površini izdelka. V primeru vzorca 3 in 4 rezultata ni bilo mogoče odčitati zaradi preraščanja nekaterih kolonij bakterij (vzorec 3) ali prevelikega števila bakterij (vzorec 4). Slika 1 prikazuje razliko med preraščenim vzorcem (vzorec 4), kjer ni bilo mogoče izvesti štetja bakterij, in običajnim vzorcem (vzorec 8), kjer smo štetje lahko izvedli.

## Komentar rezultatov

V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij. Povišane vrednosti koliformnih bakterij v proizvodnji živil običajno kažejo na nehijsko proizvodnjo [12]. Med skupne koliformne bakterije tako uvrščamo rodove iz družine *Enterobacteriaceae*, in sicer *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ter tudi nekatere druge bakterije, ki jih redko najdemo v fecesu ljudi in živali. Prisotnost koliformnih bakterij ni nujno povezana s fekalnim onesnaženjem, saj so se nekateri predstavniki koliformnih bakterij sposobni razmnoževati tudi zunaj gostitelja [15]. Skupne koliformne bakterije so neželene, zato so mejne vrednosti opredeljene za več izdelkov,

tehnologiji pridobivanja vlaknine: uporabi/neuporabi postopka razsvitve (deinkanja), hrambi vhodnih surovin, uporabi/neuporabi biocidnega sistema in hrambi končnih izdelkov.

Plesni lahko tvorijo spore, ki preživijo sušilno skupino papirnega stroja in lahko kontaminirajo končni izdelek [4, 6]. Skupina gliv je pomembna, saj lahko v papirno industrijo zaidejo tudi predstavniki iz rodov, ki lahko za človeka v določenih pogojih predstavljajo nevarnost, kot sta *Aspergillus niger* [21] in *Candida albicans* [20]. Sporogene bakterije so naslednja skupina mikroorganizmov, ki lahko preživijo sušilno skupino. V papirnicah tako najdemo sporogene bakterije iz rodu *Bacillus* in *Clostridium* [19], prav slednja rodova pa lahko



Slika 1: Bakterije na površini vzorca 8 (desno), bakterije na površini vzorca 4 (levo).  
Figure 1: Bacteria on the surface of the sample 8 (right), bacteria on the surface of the sample 4 (left).

## Mikroorganizmi v papirju

Bakterije so v večini vzorcev zastopane od 104 do 105 CFU/g izdelka. Bistveno odstopa vzorec 4, ki preseže 107 CFU bakterij na g izdelka. Podobno kot pri ugotavljanju števila kvasovk na površini vzorcev, tudi v vzorcih nismo potrdili kvasovk. Plesni smo v izdelku določili v dveh analiziranih vzorcih. Sporogene bakterije pa smo identificirali v osmih vzorcih. V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij.

## Površinska prašnost

Analiziranim vzorcem smo ocenili površinsko prašnost na lestvici od 1 do 6. Ocena 6 pomeni najvišjo prašnost, ocena 1 pa najnižjo. Trem vzorcem smo določili prašnost 3, dvema 5 drugim pa prašnost 1, 2, 4 in 6.

med drugim za pitno vodo [17] in kopalno vodo [18]. *E. coli* je bakterija iz družine *Enterobacteriaceae* in vedno kaže na fekalno onesnaženje toplokrvnih živali, slednje pa tudi na možne prisotne druge mikrobiološke in kemijske dejavnike fekalij [15, 16]. Zaradi slednjega ocenjujemo, da koliformne bakterije in *E. coli* ne smejo biti prisotne na higijskih papirjih in izdelkih, namenjenih za stik z živilom. Vzorec 4 je edini vzorec, ki ima prisotno bakterijo *E. coli*. Najverjetneje gre za toaletni papir, proizveden iz recikliranih vlaken, čeprav slednje ni navedeno na deklaraciji. Na drugih vzorcih, ki so deklarirani kot izdelki proizvedeni iz 100-odstotne sekundarne vlaknine, pa koliformnih bakterij in *E. coli* nismo potrdili. Razlago, zakaj se omenjene bakterije pojavljajo v nekaterih vzorcih, proizvedenih iz recikliranih vlaken, pri drugih pa ne, je treba iskati v

vsebudeta tudi za človeka nevarne vrste [11, 14]. Zaradi potencialne nevarnosti se njihovo število po posameznih skupinah kontrolira v živilski industriji in drugje [12]. V osmih vzorcih smo potrdili prisotnost sporogenih bakterij, pri čemer so sporogene bakterije različno zastopane v analiziranih vzorcih. Najdemo jih v koncentracijah od 102 do 106 CFU na g izdelka. Menimo, da prisotnost sporogenih bakterij v povišanih koncentracijah na končnih izdelkih ni primerna za uporabo v higijske namene.

Številčna zastopanost bakterij se v večini vzorcev giblje okoli 105 CFU/g izdelka in ni neposredno povezana z uporabljenimi vhodnimi surovinami. Vzorec 4 vsebuje najvišje število bakterij na gram izdelka. Vrednosti bakterij vzorca 4 so 100-krat višje od drugih analiziranih vzorcev. Menimo, da bi morale veljati tudi za higijske materiale podobno,

kot velja za embalažne materiale, da so sprejemljivejši izdelki s čim nižjimi vrednostmi [9].

Stopnje prenosa bakterij ne pogojuje samo njihova številčna zastopanost, ampak tudi površinska prašnost izdelka. Analiza površinske prašnosti pokaže heterogenost analiziranih vzorcev, ki pa je ne moremo pripisati le uporabljeni vlakninski surovini, saj so vzorci proizvedeni samo iz primarne vlaknine lahko bolj ali manj prašni od izdelkov, proizvedenih samo iz sekundarne vlaknine. Vzorec 4 dosega visoke vrednosti, kar kaže, da bo prenos bakterij verjetneje uspešnejši kot pri izdelkih z nizkimi mikrobiološkimi dejavniki in nizko površinsko prašnostjo.

V nobenem od vzorcev nismo potrdili kvasovk na površini toaletnega papirja. Prisotnost plesni smo potrdili v treh izdelkih, pri katerih je ponovno vzorec 4 dosegal najvišje vrednosti. Vzorec 4 bi verjetno dosegel najvišje vrednosti tudi pri številu bakterij na površino, vendar prav zaradi števila bakterij rezultata ni bilo mogoče podati.

## 4 ZAKLJUČKI

Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da ni preprostega pravila, ki bi razdelil toaletne izdelke glede na uporabljene surovine. Uporaba čiste celuloze (primarna vlakna) še ne zagotavlja, da je izdelek mikrobiološko ustrezen in da se na njem oziroma v njem ne morejo pojavljati mikroorganizmi, ki so potencialno nevarni za človeka. Razlike med izdelki iz sekundarne ali primarne vlakninske surovine so običajno predvsem v številčnosti sporogenih bakterij, lahko pa tudi v številčnosti plesni, bakterij in koliformnih bakterij. Toaletni papir je namenjen neposrednemu stiku s sluznico, zato menimo, da je predvsem pri izdelkih iz večslojnega papirja lahko pomembnejši podatek o številu mikroorganizmov na površino izdelka. Pri higienskih izdelkih je treba upoštevati tudi sam tehnološki proces, hrambo vhodnih surovin, uporabo biocidnega sistema in druge relevantne podatke, še posebej pri izdelkih proizvedenih iz reciklirane vlaknine. Prav pri izdelkih, proizvedenih iz reciklirane surovine, so lahko velike razlike v zastopanosti plesni, sporogenih bakterij, koliformnih bakterije in *E. coli*, zato bi morali biti mikroorganizmi, ki so lahko potencialno nevarni za človeka, z zakonodajo definirani in nadzorovani parametri higienskih papirjev.

## ZAHVALA

Zahvala gre sodelavcem, Marjeti Bregar, Leopoldu Scheicherju in Gregorju Lavriču za pomoč pri izvedbi mikrobioloških in grafičnih analiz.

## LITERATURA

- [1] RUTAR, V. Vrste papirjev, kartonov in lepenk. Ljubljana: 2007, 33–38 str.
- [2] BIEMANN, C. J. Handbook of pulping and papermaking. 2. izdaja. London: Academic press. Inc., 1996, 158 str.
- [3] KARLSSON, M. Papermaking Part 2, Drying. Helsinki: Fapet, Oy, 2000, 360,170 str.
- [4] IVANUŠ, A. Mikrobiološka kakovost papirja, kartona in lepenke. Papir, 1997, št. 3–4, str. 42–44
- [5] IVANUŠ, A. Mikrobiološka problematika v papirni industriji, 2. kongres slovenskih mikrobiologov z mednarodno udeležbo, Bole-Hribovšek, V., Ocepak, M., Klun, N., str. 359–362, Portorož, september 1998
- [6] IVANUŠ, A. Reševanje mikrobioloških težav na papirnih strojih. Papir, 2005, št. 2, str. 29–31
- [7] ROSSMOORE, H. W. Handbook of biocide and preservative use. Peta izdaja. Houten: Springer – science+Business media, B.V., 1995, str. 83–85
- [8] BAJPAI, P. Pulp and Paper industry, Microbiological Issues in papermaking. Oxford: Elsevier, 2015, 18, 67 str.
- [9] SCHAECHTER, M. Encyclopedia of Microbiology. Tretja izdaja. Oxford: Academic Press, 2009, 91. str.
- [10] ŠUŠTARŠIČ, M. Papirni stroj – ekosistem v malem? Papir, 2011, št. 5, str. 26–29
- [11] SCHNEIDER, K. R. et al. Preventing Foodborne Illness: *Bacillus cereus* and *Bacillus anthracis*. Food Science and Human Nutrition Department, 2004. FSHN04-05. Dostopno na spletu: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/FS/FS10300.pdf>
- [12] BAJT, N. Tehnologija mleka. Učbenik. Ljubljana: Zavod IRC, Ljubljana, 2011, str. 30, 34–36
- [13] ODLOČBA KOMISIJE z dne 9. julija 2009 o določitvi okoljskih meril za podeljevanje znaka

za okolje Skupnosti tissue papirju za higienske namene uporabe. Dostopno na spletu: [http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/okoljski%20znaki/Ecolabel/2009\\_568\\_ES.pdf](http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/okoljski%20znaki/Ecolabel/2009_568_ES.pdf)

[14] BRÜGGEMAN, H., et al. The genome sequence of *Clostridium tetani*, the causative agent of tetanus disease. PNAS. 2003 vol. 100, št. 3, str. 1316–1321.

[15] DRAVEC, S. Kondicioniranje mikrobiološko onesnaženega vodnega vira v Gerlinčih s pomočjo rastlinske čistilne naprave: diplomsko delo. Ljubljana, 2007, 12.str.

[16] HENSLEY, R. W. Bergey's Manual of Determinative bacteriology. Lippincott Williams and Wilkins, 9. izdaja, 1994, Baltimore, USA str. 175, 179

[17] Pravilnik o pitni vodi. Dostopno na spletu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>

[18] Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. Dostopno na spletu: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=44485>

[19] RONING, C. Europe-wide analysis of paper mill microbial problems. Master of science, 2001, str. 34

[20] HOLMES, A. R., et al. Detection of *Candida albicans* and Other Yeasts in Blood by PCR. Journal of Clinical Microbiology, 1994, vol. 23, št. 1, str. 228–231

[21] PATRRON, D. D. Aspergillus, Health implication and Recommendations For Public Health Food safety. Internet Journal of Food Safety, 2006, vol. 8, str. 19–23

<sup>1</sup> Matej Šuštaršič, univ. dipl. biolog,  
Inštitut za celulozo in papir,  
Bogišičeva ulica 8, 1000 Ljubljana  
(\* Pulp and Paper institute,  
Bogišičeva ulica 8, SI-1000 Ljubljana)



**3M Science. Applied to Life.**

## 3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev

**Vrhunska zmogljivost, izjemna topnost**

3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev imajo lepilo namenjeno optimalni učinkovitosti in enostavni izvedbi. 3M je za papirno industrijo razvil lepilo, ki se hitro in popolnoma raztopi v vodi ter ne pušča ostankov.

Učinkovit pri različnih hitrostih spajanja in gramaturah papirja, pri temperaturah celo do 204°C. Lepilni trakovi omogočajo hitro, enostavno in varno aplikacijo.

**3M (East) AG**  
Podružnica v Ljubljani, Cesta v Gorice 8, Ljubljana

innovation.si@mmm.com  
Telefon: +386 1 200 3630

©3M in 3M Science. Applied to Life™ sta blagovni znamki podjetja 3M.

# NOVOSTI O NANOCELULOZI IN POVRŠINSKIH MODIFIKACIJAH

## NOVELTIES ON NANOCELLULOSE AND SURFACE MODIFICATION

Mojca BOŽIČ<sup>1</sup>, Karin STANA-KLEINSCHEK<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

V članku so predstavljene najnovejše raziskave o nanocelulozi, površinskih modifikacijah nanoceluloze ter njihove možnosti uporabe v papirni industriji. Tako sta predstavljena nanoceluloza kot utrjevalni, premazni ali izhodni material pri izdelavi papirja ali nanopapirja ter površinsko modificiranje nanoceluloze za pridobitev novih lastnosti, kot so (I) hidrofobnost za izdelavo posebnega papirja, kot je papir za cigarete, filtre, ultralahek papir za varnostne namene in bankovce ter embalažni papir s specifičnimi bariernimi lastnostmi, (II) protimikrobnost za izdelavo aktivnega embalažnega papirja, (III) negorljivost oz. zmanjšanje gorljivosti za izdelavo npr. stenskih tapet, igrač in papirja, za katerega je zahtevana nizka gorljivost, (IV) prevodnost za izdelavo zaslonov, zaslonov na dotik in interaktivnih papirjev ter (V) senzorjev.

**Ključne besede:** celulozni nanofibrili, celulozni nanokristali, površinska modifikacija, hidrofobnost, protimikrobnost, negorljivost, prevodnost, senzorji

### ABSTRACT

*The article presents the latest research on nanocellulose, the surface modification of nanocellulose, and its potential use in the paper industry. Nanocellulose is presented as a reinforcing, coating or starting material in the manufacture of paper or nanopaper. In addition, the article focuses on the surface modification of nanocellulose with the aim of acquiring new properties such as (i) hydrophobicity, which is very important in the manufacture of special paper, i.e. paper for cigarette filters, ultra-lightweight paper for security purposes and banknotes, and paper packaging with specific barrier properties, (ii) antimicrobial for the production of active antimicrobial packaging paper, (iii) flame-retardant or reducing the combustibility for the manufacturing of wall coverings, toys and paper with required low combustibility, (iv) conductivity for the production of displays, touch screens and interactive papers and (v) sensors.*

**Key words:** cellulose nanofibrils, cellulose nanocrystals, surface modification, hydrophobicity, antimicrobial, incombustibility, conductivity, sensors

## 1 UVOD

Celulozna vlakna se že več kot 2000 let uporabljajo kot osnovna sestavina za izdelavo papirja. Papir, prisoten v vsakdanjem življenju, sestoji iz vlaken premerov nekaj deset mikrometrov. Z uporabo encimske ali kemične predobdelave in visokotlačne homogenizacije lahko mikrometer velika vlakna razvlaknimo na nanocelulozo s premerom med 20 in 100 nm in dolžine do 100  $\mu\text{m}$  (Slika 1). Uporaba nanoceluloze v pripravi papirja ponuja izdelavo papirja nove generacije. Površinska modifikacija, tako nanoceluloze kot že izdelanega papirja, pa razširi možnosti uporabe papirja do danes neznanega (npr. organske solarne celice, elektronika, baterije, aktivni zasloni, biomedicinske naprave itd.) [1].

Nanoceluloza (NC) danes obstaja v številnih oblikah in njihovo poimenovanje še danes ni poenoteno. Tako lahko v literaturi zasledimo naslednja poimenovanja: (I) mikrofibrilirana celuloza (MFC), nanofibrilirana celuloza (NFC)

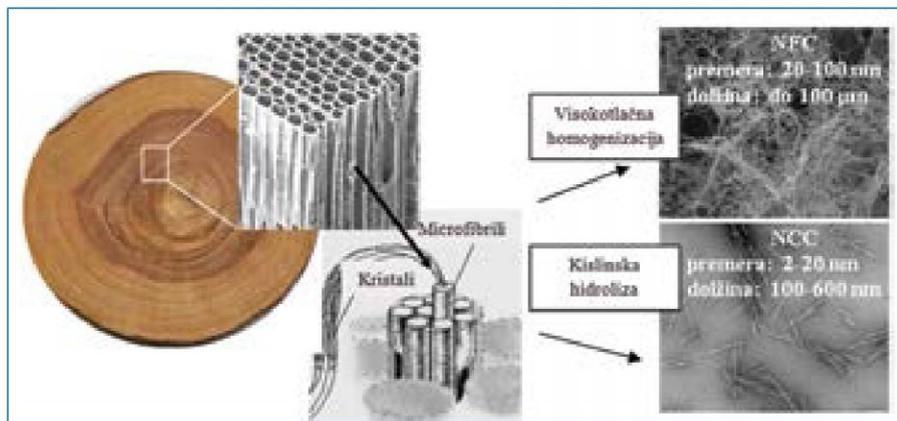
ali celulozni nanofibrili (CNF) premera 20–100 nm in dolžine do 100  $\mu\text{m}$ , (II) kislinsko hidrolizirani fibrili znani kot nanokristalina celuloza (NCC) ali celulozni nanokristali (CNC) premera 2–20 nm in dolžine 100–600 nm (Slika 1) ter (III) bakterijska nanoceluloza (BNC) ali bakterijska celuloza (BC) premera 2–4 nm in dolžine 80–100 nm [2].

Vključitev NC v razne kompozitne materiale omogoča pridobitev posebnih lastnosti, ki se lahko popolnoma razlikujejo od lastnosti izhodnih materialov. Sem prištevamo posebne morfološke lastnosti, visoko specifično površino, spremenjene reološke lastnosti, izboljšane mehanske in barierne lastnosti, povečano površinsko kemično reaktivnost, biokompatibilnost, biorazgradljivost, netoksičnost itd. Zaradi prisotnega kristaliničnega dela v nanofibrilih imajo le-ti izredne mehanske lastnosti. Teoretični elastični moduli vzdolž verige popolnega kristala celuloze dosega vrednosti med 130 GPa in 250 GPa, kar je primerljivo z modulom Kevlarja (med 130 GPa in 179 GPa). Celulozni fibrili kot

celota zaradi prisotnosti amorfnega dela dosega nižje mehanske lastnosti, ki pa so še vedno zelo zadovoljive (tj. 114 GPa) [3].

Med druge pomembnejše lastnosti NC spada površinska reaktivnost. Naravni celulozni derivati imajo na površini množico hidroksilnih skupin in manjši delež karboksilnih ionskih skupin, ki prispevajo k visoki hidrofilnosti površine NC. Površinske hidroksilne skupine omogočajo različne kemijske in encimske modifikacije za pridobivanje novih površinskih funkcionalnosti. Kot primer, površinska funkcionalnost je pomembna, ker določa interakcije med samimi NC delci in NC z drugimi polimeri preko ionskih, vodikovih in hidrofobnih interakcij. Neobdelana NC je hidrofilna ter zato kompatibilna le z vodotopnimi polimeri. Pred pripravo polimernih nanokompozitov je zato potrebno površino NC primerno modificirati.

Tradicionalne kemične modifikacijske metode v večini zajemajo uporabo nevarnih katalizatorjev, kot so težke



Slika 1: Shematski prikaz proizvodnje nanoceluloze (NFC in NCC); NFC preko mehanske obdelave ter NCC preko kemijske obdelave

Figure 1: Schematic representation of nanocellulose production (NFC and NCC); NFC via mechanical processing and NCC via chemical treatment

kovine, kombinacije toksičnih kemikalij ter dolge reakcijske čase, ki močno omejujejo proizvodnjo.

Na Inštitutu za inženirske materiale in oblikovanje v Mariboru (<http://www.fs.uni-mb.si/podrocje.aspx?id=289>) že desetletja raziskujemo ekološko cilijane modifikacije/funkcionalizacije in pridelave inženirskih materialov, pri čemer polisaharidni materiali predstavljajo pretežni del raziskav, zato smo tudi aktivni člani evropske mreže odličnosti (EPNOE (<http://www.epnoe.eu/>) [4].

V tem prispevku bomo predstavili najnovejše raziskave uporabe NC v papirni industriji ter površinskih modifikacijah NC za doseg specialnih lastnosti končnih papirnih materialov.

## 2 NANOCELULOZA KOT UTRJEVALNI, PREMAZNI ALI IZHODNI MATERIAL PRI IZDELAVI PAPIRJA ALI NANOPAPIRJA

NC kot dodatek (k celulozni pulpi ali kot premazno sredstvo [5]) pri izdelavi papirja deluje predvsem kot »lepilo« med mikrovlakni, kar vodi do naslednjih učinkov: (I) povečanje nateznih pretržnih lastnosti, (II) zmanjšanje zračne prepustnosti, (III) zmanjšanje sipanja svetlobe in s tem znižanje motnosti oz. povečanje transparentnosti in (IV) povečanje gostote papirja [6]. Potencial NC kot ojačevalca papirja temelji na veliki površini NC, ki nudi nešteto mest za povezavo preko vodikovih vezi. Nedvomno ima NFC veliko prednost pred izbiro NCC kot utrjevalni dodatek k papirju. Fleksibilnost NFC omogoča boljše prilagodljivost s površino vlaken in tako večjo povezano območje preko vodikovih vezi. Poleg tega je cenovno NFC v veliki meri bolj ugodna kot NCC. Cena NFC pridobljene iz smreke znaša približno 2.250 USD na tono, kar je okoli 2,5-krat več od cene konvencionalne

celulozne pulpe [7]. Cena NCC pa znaša med 10.000 in 20.000 USD na tono [8]. Visoki stroški proizvodnje NCC kot tudi NFC predstavljajo trenutno precejšno omejitev pri sprejemanju NC materiala na trgu, zato so trenutne raziskave usmerjene v zmanjševanje energije v procesu pridobivanja NC s poudarkom na izboljšanju predobdelovalnega procesa s pomočjo encimov.

NC lahko služi tudi kot osnova za pripravo papirja, v tem primeru imenovanega nanopapir. Postopek priprave nanopapirja je analogen tradicionalnim postopkom izdelave papirja, in sicer najpogostejši uporabljeni metodi sta (I) postopek z uparjanjem in (II) filtracija, ki ji sledi stiskanje z ogrevanim valjem [9]. Številne študije poročajo o izdelavi nanopapirja iz NFC različnih virov, ki se vsi odlikujejo po odlični natezni trdnosti (med 120 MPa in 185 MPa) in visokih elastičnih modulih (med 6,5 GPa in 17,4 GPa) [9]. Po najnovejših poročanjih nanopapir izdelan iz NCC dosega slabše mehanske lastnosti (32,8 MPa natezne trdnosti in 4,3 elastičnega modula [9]) v primerjavi z nanopapirjem izdelanim iz NFC. Po drugi strani pa je z NCC mogoče doseči popolno transparentnost nanopapirja [9]. Te edinstvene lastnosti predstavljajo NC kot odlično osnovo pri izdelavi materialov prihodnosti, kot so filter papirji za odstranjevanje virusov, biorazgradljive elektronske naprave, tanki fleksibilni zasloni, visoko zmogljivi embalažni materiali itd.

### Površinsko modificiranje NC

Primerna površinska modifikacija NC je kritičnega pomena za izboljšanje kompatibilnosti in homogene disperzibilnosti v posamezni polimerni matrici ali za pridobivanje novih funkcionalnih lastnosti. Prisotnost velikega števila hidroksilnih skupin na površini NC predstavljajo platformo za številne možne kovalentne in ionske modifikacije. Med kovalentne štejemo esterifikacijo, eterifikacijo, siliniranje,

sulfoniranje, aminiranje, vezava raznih polimerov itd. in vodijo do popolnoma novih lastnosti.

**Hidrofobnost:** NC filmi in kompoziti so po naravi močno hidrofilni in krhki, kar pogosto omejuje njihovo uporabo. V tem kontekstu so bili raziskani številni pristopi hidrofobiranja in »mehčanja« NC. Najpogosteje uporabljene metode so kovalentna vezava različnih hidrofobnih molekul na površino NC [10] preko esterifikacije [10], siliniranja, amidiranja itd. Acetiliranje je reakcija esterifikacije hidroksilnih skupin z acetilnimi skupinami, ki zmanjšajo polarnost NC, kar pomeni, da odvisno od stopnje acetiliranja lahko dosežemo delno ali visoko hidrofobnost [11]. Delno acetilirani CNF imajo velik potencial uporabe v papirništvu. Najnovejše raziskave prikazujejo, da lahko že z majhnim dodatkom delno acetiliranih CNF v papirno pulpo istočasno dosežemo znižanje absorpcije vode do 23 % ter očitno izboljšanje mehanskih in bariernih lastnosti papirja [12]. Kot takšna, delno acetilirana NC, amofilna NC, s hidrofilnimi in hidrofobnimi površinskimi lastnostmi, ima sposobnost homogenega dispergiranja v papirni izhodni pulpi in tako doprinese k popolnoma novim lastnostim končnega papirnega produkta. Acetilirana NC vlakna imajo svojo nišo v segmentu predelave posebnega papirja, kot je papir za cigarete, filtre, ultralahek papir za varnostne namene in bankovce ter embalažni papir s specifičnimi bariernimi lastnostmi.

**Protimikrobno:** Protimikrobno je lastnost, ki je še posebej zaželeno pri embalažnih materialih za hrano, kjer tako imenovana »aktivna« embalaža deluje na hrano in/ali okolje hrane na način, ki podaljša rok trajanja ter ohranja prehranske vrednosti živila. Princip inovacije sloni na integraciji protimikrobno aktivnih spojin v/na embalažni papirni material. Protimikrobno modificirana NC predstavlja zaradi svoje velike površine in s tem številnih možnih mest modifikacije ekološko visoko učinkovito alternativo sintetičnim protimikrobnim reagentom. Že leta 2007 so izdelali visoko protimikrobno učinkovite filme na osnovi površinsko modificirane mikrofibrilirane celuloze z oktadecildimetil (3-trimetoksisililpropil) amonijevim kloridom (ODDMAC) [13]. Zaradi kovalentne vezave ODDMAC preko etrske vezi so se proizvedeni filmi izkazali kot visoko obstojni brez sproščanja protimikrobnih substanc v okolje. Že pri zelo nizki koncentraciji ODDMAC na površini mikrofibrilirane celuloze so filmi 99 % aktivni proti *E. coli* in *S. aureus*.

V zadnjih letih številni raziskovalci poročajo o različnih vezavah različnih protimikrobnih spojin na NC vseh oblik. Tako so na primer pred kratkim uspešno kovalentno vezali penicilin na mikrofibrilirano celulozo in iz nje izdelali filme s sposobnostjo uničenja *E. coli* in *S. aureus* [14]. Saini s sodelavci

[15] predstavlja površinsko modificirane NFC s kvarternim amonijem in proizvodnjo kontaktno aktivnih protimikrobnih površin. Na BNC so uspešno vezali amino alkinne skupine in s tem posnemali lastnosti hitozana, ki je naravno protimikrobno aktiven [16]. Z vezavo amino skupine je BNC-NH<sub>2</sub> sposobna istočasno uničiti *E. coli* in *S. aureus*, ni pa toksična za človeške matične celice. V drugi študiji so na površini NCC polimerizirali rodanin s pomočjo železovega klorida kot iniciatorja in oksidanta [17]. Novo sintetizirani kristalni delci, ki se lahko uporabljajo kot premazno sredstvo ali aditivi k papirni masi, uspešno zavirajo rast *E. coli* in *B. subtilis*.

Mikrofibrilirana celuloza lahko uspešno služi tudi kot nanoporozni premaz za papir, ki ima sposobnost postopnega sproščanja različnih protimikrobno delujočih molekul v okolje [18].

V zadnjih nekaj letih je močno naraslo število publikacij na temo anorganskega funkcionaliziranja NC za doseg protimikrobnih lastnosti. Anorganski nanodelci, kot so Ag, Au, MgO, ZnO, TiO<sub>2</sub> itd., se lahko na površino NC adsorbirajo fizično ali kemično vežejo. V primeru adsorpcije lahko prihaja do sproščanja nanodelcev v okolje, kar predstavlja nevarnost za zdravje ljudi in varnost okolja [19]. Z uporabo inovativnih tehnik različnih kemijskih vezav različnih anorganskih delcev na površino NC pa je možno proizvesti nanopapir, ki ima izredne protimikrobne lastnosti in obstojnosti [19].

#### Negorljivost oz. zmanjšanje gorljivosti:

Vsa celulozna vlakna različnih dimenzij so hitro vnetljiva in imajo nizko toplotno odpornost, kar močno omejuje uporabo celuloze v določenih aplikacijah, kjer se zahteva visoka odpornost na toploto oz. negorljivost. Da bi zmanjšali gorljivost, se na celulozna vlakna aplicirajo razni negorljivi reagenti, ki bazirajo na halogenih, fosfatnih, amonijevih, borovih in drugih spojinah [20]. Med naštetimi so najbolj učinkovite halogenske spojine, a so hkrati nevarne za okolje. Učinkovite so tudi borove spojine, ampak se zaradi dobre topnosti v vodi izredno hitro sperejo s površine. Za okolje manj nevarna je fosforilacija, ampak je potrebna precejšnja količina fosfatnih spojin za doseg zelenih lastnosti.

Fosforilacija celuloze pomeni vezavo ene ali več anionskih fosfornih skupin na celulozni monomer preko hidroksilnih skupin, ki doprinejajo k novim lastnostim celuloznega materiala [21–23]. S fosforilacijo lahko znižamo gorljivost izhodnega materiala [21], zato je fosforilacija NC kot taka še posebej zanimava pri izdelavi stenskih tapet, igrač in papirja, za katerega je zahtevana nizka gorljivost [24].

**Prevodnost:** Tridimenzionalna prevodna struktura nanoceluloznega papirja predstavlja možnost shranjevanja

energije, predvsem v ultra-kondenzatorjih ali baterijah. Dodatno transparentnost prevodnega nanopapirja ponuja potencial uporabe v elektroniki in optoelektroniki, kot so zasloni, zasloni na dotik in interaktivni papir [25].

Za doseg prevodnosti celuloznega nanopapirja je potrebno NC predhodno modificirati s prevodnimi materiali, kot so kovinski oksidi [25] grafen [26], ogljikove nanocevke [25], prevodni polimeri itd. ali vnesti prevodne materiale v/na že izdelan nanopapir [27].

**Senzorika:** Nedavne ugotovitve so pokazale, da je mogoče uporabiti tehniko »layer by layer« (plast na plast) pri izdelavi NFC/polietilenimin kompozitnega filma, ki glede na relativno vlažnost spreminja barvo [28]. NFC/polietilenimin filmi imajo potencial uporabe v izdelavi vizualnih senzorjev vlage ali interaktivnih zaščitnih papirjev.

Senzorji za sledenje mehanskih obremenitev imajo ogromen potencial širše aplikacije v infrastrukturni in avtomobilski industriji pri spremljanju zdravja. Za izdelavo takšnega senzorja, z zmožnostjo detekcije visokih obremenitev so pred kratkim uporabili tridimenzionalen porozen nanopapir, sestavljen iz grafena in nanoceluloze v elastični matriki (definiran kot raztegljiva elektroda z vgrajenim prilagodljivim nanopapirjem) [29].

### 3 Zaključek

Najnovejše raziskave o uporabi nanoceluloze, še posebej nanofibrilne celuloze (CNF) kot utrjevalni dodatek za izboljšavo mehanskih lastnosti papirja, so pred kratkim vzbudile veliko zanimanja na področju papirne tehnologije. V bližnji prihodnosti se pričakuje povečana potreba po modificirani CNF, še posebej v embalažni industriji, kjer se zahtevajo materiali s funkcionalnimi lastnostmi. Izvorno površino in hidrofilitno CNF je možno modificirati z različnimi metodami, kot so esterifikacija, eterifikacija, siliniranje, sulfoniranje, aminiranje, vezava raznih polimerov itd. Te številne možnosti površinskih modifikacij odpirajo nove smeri morebitne uporabe CNF pri razvoju naprednih in funkcionalnih materialov, pri čemer predvsem razvoj okolju prijaznih modifikacij zagotovo predstavlja obetavno strategijo v okviru novih trajnostnih in okolju prijaznih izdelkov, pridobljenih iz obnovljivih virov.

#### LITERATURA IN VIRI

- [1] Hu L, Zheng G, Yao J, Liu N, Weil B, Eskilsson M, et al. Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers. *Energy Environ Sci* 2013;6:513.
- [2] Charreau H, Foresti ML, Vazquez A. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. *Recent Pat Nanotechnol* 2013;7:56–80.

[3] Zimmermann T, Bordeanu N, Strub E. Properties of nanofibrillated cellulose from different raw materials and its reinforcement potential. *Carbohydr Polym* 2010;79:1086–93.

[4] Persin Z, Stana-Kleinschek K, Foster TJ, Van Dam JEG, Boeriu CG, Navard P. Challenges and opportunities in polysaccharides research and technology: The EPNOE views for the next decade in the areas of materials, food and health care. *Carbohydr Polym* 2011;84:22–32.

[5] Lavoine N, Desloges I, Khelifi B, Bras J. Impact of different coating processes of microfibrillated cellulose on the mechanical and barrier properties of paper. *J Mater Sci* 2014;49:2879–93.

[6] Hassan ML, Bras J, Mauret E, Fadel SM, Hassan E a., El-Wakil N a. Palm rachis microfibrillated cellulose and oxidized-microfibrillated cellulose for improving paper sheets properties of unbeaten softwood and bagasse pulps. *Ind Crops Prod* 2015;64:9–15.

[7] <http://www.stratereasearch.se/Documents/Strategiprocessen/NordicCountriesCaseStudies2014.pdf>, 9.9.2015). Nordic Countries OECD Working Party on Nanotechnology 1. 2014.

[8] Donnell SEO. Impact of Nanotechnology in Materials on Aviation 2003:1–5.

[9] Mtibe a, Linganiso LZ, Mathew AP, Oksman K, John MJ, Anandjwala RD. A comparative study on properties of micro and nanopapers produced from cellulose and cellulose nanofibres. *Carbohydr Polym* 2015;118:1–8.

[10] Sahaqui H, Zimmermann T, Tingaut P. Hydrophobic cellulose nanopaper through a mild esterification procedure. *Cellulose* 2014;21:367–82.

[11] Božič M, Vivod V, Kavčič S, Leitgeb M, Kokol V. New findings about the lipase acetylation of nanofibrillated cellulose using acetic anhydride as acyl donor. *Carbohydr Polym* 2015;125:340–51.

[12] Mashkour M, Afra E, Resalati H, Mashkour M. Moderate surface acetylation of nanofibrillated cellulose for the improvement of paper strength and barrier properties. *RSC Adv* 2015;5:60179–87.

[13] Andresen M, Stenstad P, Mørseth T, Langsrud S, Syverud K, Johansson LS, et al. Nonleaching antimicrobial films prepared from surface-modified microfibrillated cellulose. *Biomacromolecules* 2007; 8:2149–55.

[14] Saini S, Belgacem N, Mendes J, Elegir G, Bras J. Contact antimicrobial surface obtained by chemical grafting of microfibrillated cellulose in aqueous solution limiting antibiotic release. *ACS Appl Mater Interfaces* 2015;7:18076–85.

[15] Saini S, Falco CY, Belgacem MN, Bras J. Surface cationized cellulose nanofibrils for the production of contact active antimicrobial surfaces. *Carbohydr Polym* 2015;135:239–47.

[16] Fernandes SCM, Sadocco P, Alonso-Varona A, Palomares T, Ceiza A, Silvestre AJD, et al. Bioinspired antimicrobial and biocompatible bacterial cellulose membranes obtained by surface functionalization with aminoalkyl groups. *ACS Appl Mater Interfaces* 2013;5:3290–7.

[17] Tang J, Song Y, Tanvir S, Anderson WA, Berry RM, Tam KC. Polyrhodanine coated cellulose nanocrystals - a sustainable antimicrobial agent. *ACS Sustain Chem Eng* 2015;3:150708121704008.

[18] Lavoine N, Desloges I, Manship B, Bras J. Antibacterial paperboard packaging using microfibrillated cellulose. *J Food Sci Technol* 2015.

[19] Missoum K, Sadocco P, Causio J, Belgacem MN, Bras J. Antibacterial activity and biodegradability assessment of chemically grafted nanofibrillated cellulose. *Mater Sci Eng C* 2014;45:477–83.



[20] Thakur VK, Kessler MR. Green Biorenewable Biocomposites: From Knowledge to Industrial Applications - CRC Press Book. By Apple Acad Press 2015:346.

[21] Božič M, Liu P, Mathew AP, Kokol V. Enzymatic phosphorylation of cellulose nanofibers to new highly-ions adsorbing, flame-retardant and hydroxyapatite-growth induced natural nanoparticles. Cellulose 2014;21:2713–26.

[22] Kokol V, Božič M, Vogrinčič R, Mathew AP. Characterisation and properties of homo- and heterogenously phosphorylated nanocellulose. Carbohydr Polym 2015;125:301–13.

[23] Liu P, Borrell PF, Božič M, Kokol V, Oksman K, Mathew AP. Nanocelluloses and their phosphorylated derivatives for selective adsorption of Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup> and Fe<sup>3+</sup> from industrial effluents. J Hazard Mater 2015;294:177–85.

[24] Ghanadpour M, Carosio F, Larsson PT, Wågberg L. Phosphorylated Cellulose Nanofibrils: A Renewable Nanomaterial for the Preparation of Intrinsically Flame-Retardant Materials. Biomacromolecules 2015.

[25] Hu L, Zheng G, Yao J, Liu N, Weil B, Eskilsson M, et al. Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers. Energy Environ Sci 2013;6:513–8.

[26] Wang Z, Tammela P, Strømme M, Nyholm L. Nanocellulose coupled flexible polypyrrole/graphene oxide composite paper electrodes with high volumetric capacitance. Nanoscale 2015;7:3418–23.

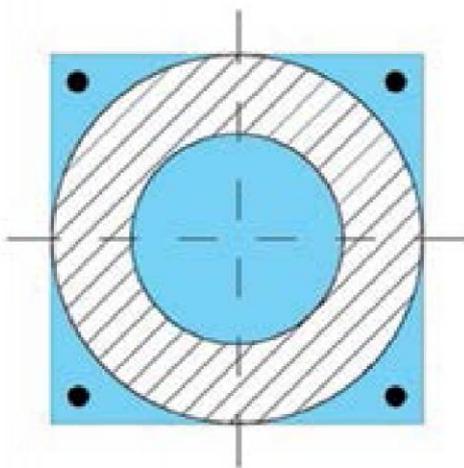
[27] Song Y, Jiang Y, Shi L, Cao S, Feng X, Miao M, et al. Solution-processed assembly of ultrathin transparent conductive cellulose nanopaper embedding AgNWs. Nanoscale 2015;7:13694–701.

[28] Granberg H, Coppel LG, Eita M, Mayolo EA de, Arwin H, Wågberg L. Dynamics of

moisture interaction with polyelectrolyte multilayers containing nanofibrillated cellulose. Nord Pulp Pap Res J 2012:496–9.

[29] Yan C, Wang J, Kang W, Cui M, Wang X, Foo CY, et al. Highly stretchable piezoresistive graphene-nanocellulose nanopaper for strain sensors. Adv Mater 2014;26:2022–7.

<sup>1</sup> dr. Mojca Božič in  
prof. dr. Karin Stana-Kleinschek,  
Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje,  
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru



## KOVINO-SERVIS

**Tone Žust s.p.**

Zg. Besnica 1

1000 Ljubljana

GSM: 041/286-918

email: tone.zust@amis.net

## Paper Coating Chemicals

Discover new dispersions  
for your paper products



[www.paper-chemicals.basf.com](http://www.paper-chemicals.basf.com)

150 years

**BASF**  
We create chemistry

# NANOCELULOZA: TERMINOLOGIJA, LASTNOSTI IN POSTOPKI PRIDOBIVANJA

## NANOCELLULOSE: TERMINOLOGY, PROPERTIES AND PRODUCTION PROCESSES

Vesna ŽEPIČ<sup>1</sup>, Ida POLJANŠEK<sup>2</sup>, Primož OVEN<sup>2</sup>

### IZVLEČEK

Raziskave s področja inženirstva materialov se dandanes vse bolj intenzivno usmerjajo v razvoj naprednih nanomaterialov, pridobljenih iz naravnih virov, ki lahko bistveno prispevajo k zmanjšanju škodljivih učinkov na okolje, zniževanju emisij ogljikovega dioksida, povečanju energetske učinkovitosti s smotno rabo obnovljivih virov, hkrati pa so neodvisni od ekonomsko nestabilnih naftnih derivatov. Na tem področju se nanoceluloza uveljavlja kot ena izmed najperspektivnejših materialnih komponent. Z izkoriščanjem prednosti, ki jih nudijo nanostrukturirani materiali, je mogoče oblikovati napredne nanokompozite, ki poleg višjega modula elastičnosti in natezne trdnosti, posedujejo tudi izboljšane barierne in optične lastnosti, dimenzijsko stabilnost končnih izdelkov, žilavost materiala ter njegovo odpornost proti temperaturnim deformacijam. Nanomateriali, pridobljeni iz naravnih surovin, so zanimivi tako z vidika širjenja obstoječih aplikativnih področij kot tudi novih tržnih priložnosti na področju biomedicine, farmacije in kozmetike, prav tako pa tudi v tekstilni, avtomobilski, embalažni, polimerni in papirni industriji. Kljub intenzivnemu razvoju, ki mu lahko sledimo preko številnih znanstvenih študij, patentnih prijav in prototipnih izdelkov, pa ostaja še kar nekaj odprtih raziskovalnih problemov, ki preprečujejo, da bi ti materiali dejansko postali del tržne proizvodnje. Zaradi hidrofilne narave, je proizvodnja nanoceluloze in njena nadaljnja uporaba omejena na vodni medij. Združevanje komponent z različnim površinskim nabojem tako predstavlja pomemben izziv, predvsem z vidika homogene porazdelitve nanostruktur v polimerni matrici, ohranitve izvornih lastnosti nanoceluloze.

Ključne besede: nanoceluloza, nanokristali, nanofibrile, bakterijska celuloza, postopki pridobivanja, nanokompoziti

### ABSTRACT

The twenty-first century is facing major changes and naturally resourced nanomaterials draw a lot of attention, mainly because of their influence on the environment, the reduction of carbon dioxide emissions, the energy efficiency achieved by a rational use of renewable sources and independence from the economically unstable petroleum products. Nanocellulose has been recognized as one of the most promising nanomaterials in the field of advanced bio-composite industry. By manipulation of matters on the atomic, molecular, and supramolecular scale and by exploiting the advantages of nanostructures, it is possible to create advanced nanocomposite materials, which - in addition to the higher modulus of elasticity and strength - exhibit improved barrier and optical properties, dimensional stability of end products, material toughness and its resistance to the heat distortion temperature. Nanomaterials derived from natural sources are of interest for existing application domains and new market opportunities in the application fields of biomedicine, pharmaceuticals and cosmetics as well as in the textile, automotive, packaging, plastics and paper industries. Despite the intensive research, which can be traced through a series of scientific studies, patent applications and prototype products, there are still some pending research issues that need to be solved before these materials become commercialized. Due to hydrophilic nature of nanocellulose, isolation and uses in further production, cycles are limited to water media. Combining components with a different surface charge therefore represents imperative challenges, especially in terms of homogeneous distribution of the nanostructures in the polymer matrix, while maintaining the original features of nanocellulose.

Key words: nanocellulose, nanocrystals, nanofibrils, bacterial cellulose, isolation processes, nanocomposites

## 1 UVOD

Biolško razgradljivi polimeri in lesna biomasa predstavljajo pomembne surovine v razvoju izdelkov z nizkim ogljičnim odtisom (manjše emisije CO<sub>2</sub>) in neobremenjujočim vplivom na okolje. Kot taki lahko tekmujejo s trenutno prevladujočimi tržnimi proizvodi, ki temeljijo izključno na naftnih surovinah. Biorazgradljivi polimeri imajo visok tržni potencial na področju bioplastike, vendar nekatere njihove lastnosti, kot so krhkost, temperaturna stabilnost, visoka paroprepustnost in nizka viskoznost za nadaljnjo predelavo, omejujejo njihovo širšo uporabo. Ena izmed predlaganih rešitev se

ponuja v vgradnji nano velikostnih ojačitev z ugodnim razmerjem med njihovo dolžino in premerom. Primer takih materialov so celulozne nanofibrile, navadno pridobljene iz celuloze lesa, ki po fizikalnih, kemičnih in mehanskih lastnostih daleč presegajo lastnosti celulozih vlaken [1]. Nanoceluloza dosega približno 25 % trdnosti ogljikovih nanocev, ki so do danes znana kot najmočnejša umetno proizvedena vlakna [2]. Ocenjen modul elastičnosti celuloznih nanostruktur je teoretično višji od jekla in dosega vrednosti 137 GPa [3]. Natezna trdnost nanoceluloze je blizu 10 GPa, koeficient termičnega raztezka pa je nizek in dosega vrednosti okoli  $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  [4]. Ker so

potencialne mehanske lastnosti celuloznih nanostruktur primerljive z lastnostmi drugih inženirskih materialov (steklena, aramidna in kevlar vlakna) jih obravnavamo kot pomembna ojačitvena sredstva za utrjevanje polimernih osnov, proizvedenih bodisi na osnovi fermentacijskih postopkov naravnih spojin (polilaktidi) ali naftnih derivatov (poliolefini). Poznavanje struktur in lastnosti nanoceluloze, kot relativno novega biopolimera, je v laični in strokovni javnosti še vedno pomanjkljivo, zato želimo s pričujočim prispevkom vsaj delno zapolniti to vrzel. Prispevek tako uvajamo s kratkim pregledom zgodovine raziskav na področju pridobivanja nanoceluloze, podajamo terminološko in vsebinsko razčlenitev

materialov iz družine nanoceluloze, navajamo njihove ključne lastnosti s področji uporabnosti in povzemamo sodobne načine pridobivanja nanoceluloze.

## 2 ZGODOVINSKI PREGLED IN TERMINOLOGIJA

### Zgodovinski pregled

Prvi poskusi pridobivanja fibrilirane oblike celuloze segajo v zgodnja osemdeseta leta 20. stoletja. Z uporabo laboratorijskega homogenizatorja je dvema raziskovalnima skupinama [5–6], pod okriljem ameriškega podjetja ITT Rayonnier Inc., uspelo pridobiti prvo obliko fibrilirane celuloze nanometerskega velikostnega razreda. Dokazali so, da je mogoče vodno suspenzijo celuloznih vlaken lesa iglavcev pod primernimi pogoji mehanske obdelave razlojiti do gelirane oblike materiala, poimenovane mikrofibrilirana celuloza (MFC). S tem pomembnim odkritjem je ITT Rayonnier v naslednjih letih vložil ogromno število patentnih prijav za proizvodne procese MFC in njene uporabe v živilsko-predelovalni industriji. Tudi švedsko podjetje STFI-Packforsk AB (danes imenovano Innventia AB) je kmalu po prvih objavah ITT Rayonnier-a zapričelo z intenzivnimi raziskavami njene uporabe v papirni industriji [7]. Po obetavnih začetkih so tako v podjetju Rayonnier kot tudi v raziskovalnem inštitutu STFI spoznali, da je pridobivanje MFC tesno povezano z dvema temeljnima izvornima: visoka poraba energije (27.000 kWh/tono MFC) [7] in kakovost končnega produkta (nehomogenost fibril). Zgodnji primeri reševanja teh problematik so nakazali na pomembnost izbire celulozne surovine. Če je celulozna vlaknina pridobljena po sulfitem kemičnem postopku, je nadaljnji proces njenega razlojevanja lažji. Dodajanje celuloznih estrov (karboksimetil celuloza, metil celuloza, hidroksipropil celuloza) ali hidrofilnih polimerov (poliakrilna kislina, karagenan, guar guma) prav tako omogoča hitrejše razlojevanje vlaken [8]. Kljub predlaganim rešitvam postopki pridobivanja MFC niso bili ekonomsko upravičeni za industrijske tehnološke obrate, zato sta obe raziskovalni skupini to področje raziskav sčasoma opustili. Rayonnier je svoje patente prodal japonskemu podjetju Daicel Corporation, medtem ko se je oprema za proizvodnjo MFC v lasti raziskovalnega inštituta STFI razprodala najboljšim ponudnikom. Po letu 2000 je prvotna ideja o pridobivanju mikrofibrilirane celuloze ponovno zaživela, predvsem zaradi vse večjega zanimanja s področja tehnoloških inovacij in izdelave okolju prijaznih materialov. Lindström s sodelavci (STFI-Packforsk AB) in raziskovalna skupina iz švedskega inštituta KTH so obudili prvotni koncept proizvodnje MFC za uporabo v različnih nanokompozitnih sistemih. Raziskovalne skupine z univerze v Tokiu so raziskave v povezavi z MFC usmerile na področja izdelave elektronskih naprav in optičnih filmov. V nekaj letih se

je interes za tovrsten material razširil, kar potrjuje naraščajoče število znanstvenih objav (Slika 1).

Poimenovanje fibrilirane oblike celuloze se je z leti raziskav pogosto spreminjalo, od prvotno mikrofibrilirane in pozneje nanofibrilirane celuloze do nanoceluloze kot generičnega izraza. Pri tem je treba poudariti, da različno poimenovanje ne določa drugačne strukture ali kakovosti materiala, ampak je zgolj posledica želje po opisu dejanskega velikosti fibril. Tehnično združenje za celulozo in papir (TAPPI) si od leta 2011 prizadeva standardizirati različne zvrsti nanoceluloze, med drugim predlaga tudi njihovo hierarhijo poimenovanja [9].

### Terminologija

Glede na primarne surovinske vire, končne lastnosti in uporabljene proizvodne procese lahko nanocelulozne materiale kategoriziramo v tri glavne skupine: mikro- ali nanofibrilirano celulozo in celulozne nanokristale ter bakterijsko (nano)celulozo.

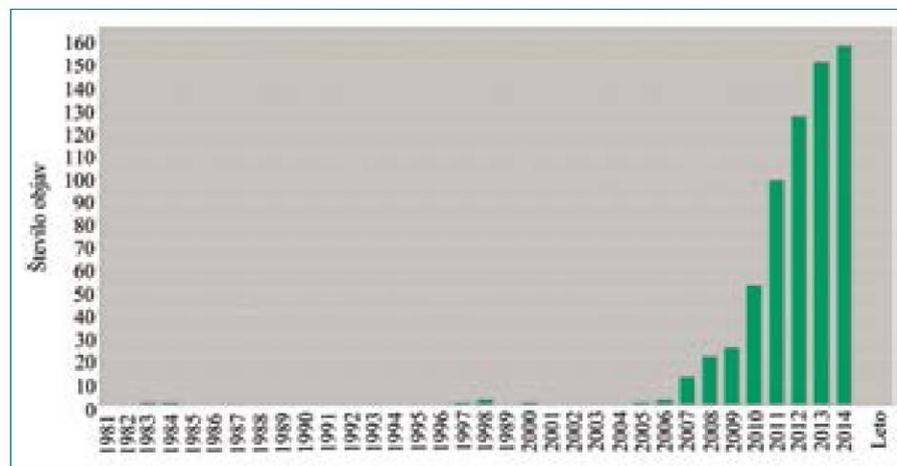
**Celulozne nanofibrile ali nanofibrilirano celulozo (NFC)** je mogoče pridobiti z mehanskim razlojevanjem celuloznih vlaken. Predhodna kemična [11] ali encimska [12] tehnološka obdelava omogoča lažje razlojevanje celulozne vlaknine. Morfologija NFC je odvisna od izbranega proizvodnega procesa in števila ponovljenih korakov razlojevanja [13]. Fibriliran produkt lahko vsebuje sledi večjih fragmentov celuloznih vlaken, agregiranih fibrilarnih struktur in individualnih nanofibril. Nanofibrilirana celuloza v vodni

suspenziji morfološko predstavlja zamrežen pletež dolgih in tankih fibril z nanome-trskimi premeri in dolžinami submikro-metrskega velikostnega razreda, vizualno pa psevdoplastično tekočino ali gel.

**Celulozni nanokristali (CNC)** predstavljajo individualne kristalinične entitete, ki jih gradijo celulozne verige, zaradi česar je njihova elastična prilagodljivost nižja. Pridobivamo jih s kislinsko hidrolizo [14] različnih celuloznih virov, pri čemer se amorfni deli celuloznih mikrofibril razgradijo, kristalinične dele pa je v nadaljnjih postopkih mogoče stabilizirati v suspenziji z ultrazvočnim postopkom obdelave [15]. Celulozni nanokristali dosegajo v primerjavi z nanofibrilirano celulozo nižje razmerje med dolžino in premeri, pri čemer prva dimenzija variira med 100 nm in nekaj mikrometri [16], druga pa se giblje v območju od 2 nm pa do 20 nm [17]. Stopnja kristaliničnosti celuloznih nanokristalov lahko dosega zelo visoke vrednosti, tudi do 90 % [10], odvisna je predvsem od pogojev pridobivanja.

### Bakterijska nanoceluloza (BNC)

je primarni metabolni produkt, ki ga sintetizirajo različne bakterijske vrste: *Acetobacter*, *rhizobium*, *Agrobacterium* in *Sarcina* [18]. Gram negativne bakterije vrste *Acetobacter xylinum* na svojo površino izločajo največjo količino celuloze (Slika 2), zato predstavljajo osnovni vir za področje raziskav, povezanih z mikrobo celulozo. Bakterije izkoriščajo sladkorje iz hranilnega medija za polimerizacijo  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) glukana.



Slika 1: Število znanstvenih objav do leta 2014 (Web of Science; "Micro- or nanofibrillated cellulose")  
Figure 1: Number of scientific publications by 2014 (Web of Science "Micro- or nanofibrillated cellulose")

Preglednica 1: Vrste nanoceluloze, poimenovanje in dimenzije delcev [10]  
Table 1: Types of nanocellulose, terminology and particle dimensions [10]

VRSTE NANOCELULOZE	SINONIMI	VELIKOST
Mikrofibrilirana celuloza (MFC)	Nanofibrilirana celuloza (NFC), mikro-, nanofibrile,	Premer: 5 – 60 nm Dolžina: > 1 $\mu$ m
Celulozni nanokristali (CNC)	Nanokristalinična celuloza (NCC), viskerji, mikrokristali	Premer: 5 – 70 nm Dolžina: 100 – 250 nm (rastlinski celulozni vir) Dolžina: 100 nm – nekaj $\mu$ m (bakterije, alge, plaščarji)
Bakterijska nanoceluloza (BNC)	Bakterijska celuloza, mikrobo celuloza, bioceluloza	Premer: 20 – 100 nm

Veriga  $\beta$ -(1-4) glukana se nato izloči skozi pore na površini bakterij [12]. Najprej se tvorijo elementarne fibrile, sestavljene iz 10 do 15 prvotnih verig  $\beta$ -(1-4) glukana. Te se povežejo v mikrofibrile in nadalje v mikrofibrilarne skupke, v katerih je okrog 1000 posameznih verig. V kulturi medija se celulozni skupki razpoznajo po tanki želatinasti membrani, sestavljeni iz prepletene celulozne mreže s posameznimi entitetami velikosti od 3 do 8 nm [19].

**Celulozni nanokristali (CNC) in celulozne nanofibrile (NFC)** imajo podobno kemijsko sestavo vendar različno morfologijo. CNC so kratki in togi celulozni kristali paličaste oblike, medtem ko NFC sestavljajo izmenični kristalni bloki in amorfna področja vzdolž osi fibrile. Zaradi elastične prilagodljivosti ter višjega razmerja med dolžino in premeri NFC izkazuje višji ojačitveni potencial v nanokompozitnih in papirnih osnovah kot CNC. Hidroksilne skupine, ki so prisotne na površini CNC in NFC, omogočajo kemijsko modifikacijo materiala, s čimer dosežemo nove funkcionalne lastnosti, uporabne za širok nabor aplikativno usmerjenih produktov. **Bakterijska nanoceluloza** velja za zelo čisto komponento celuloznih nanomaterialov, dosega visoko stopnjo kristaliničnosti (80–90 %) in ima manjše premere fibril v primerjavi z NFC lesne celuloze. Gre za zelo homogen produkt

naravnega izvora in se pretežno uporablja v tekstilni, kozmetični, medicinski, prehrabni pa tudi papirni industriji. Ker se prispevek osredotoča na celulozo lesnega izvora, ta skupina materialov v tem delu ne bo podrobneje opisana. Opis lastnosti in aplikativna področja uporabe bakterijske nanoceluloze je mogoče dobiti v strokovni literaturi [21].

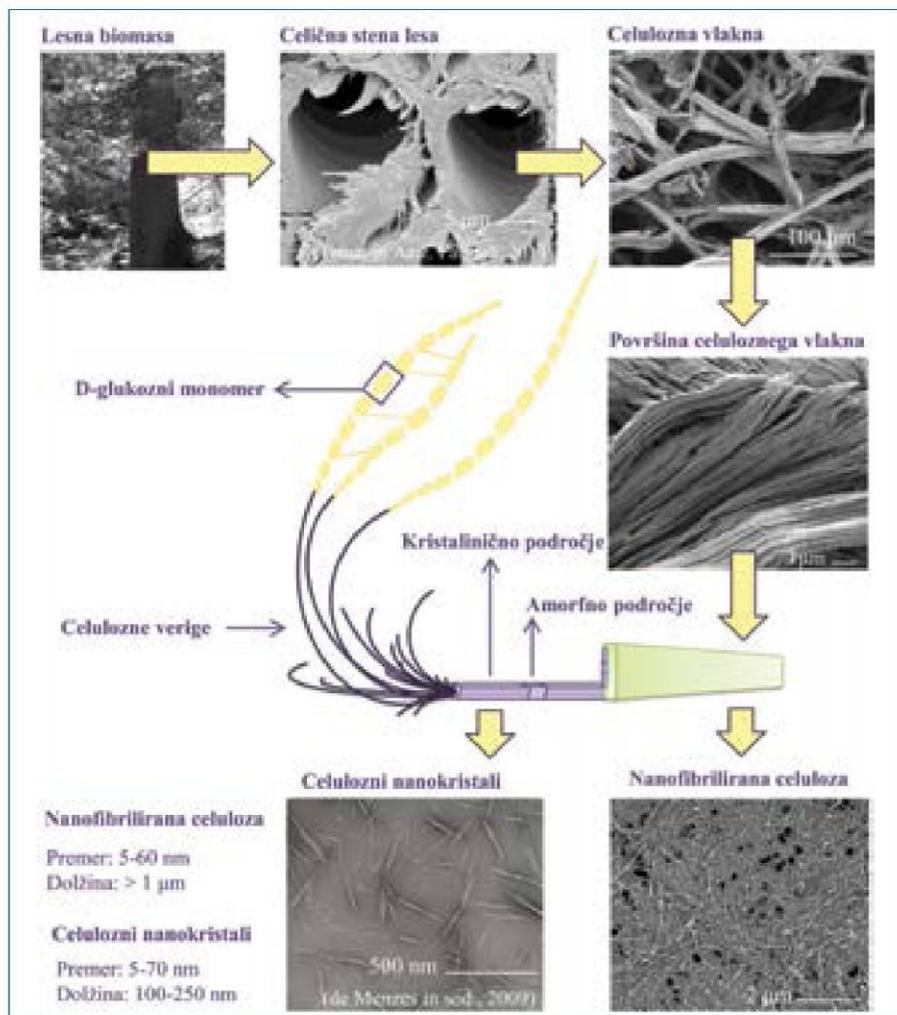
### 3 MEHANSKI POSTOPKI RAZVLAKNJEVANJA

Mehanske postopke pridobivanja nanofibrilirane celuloze lahko razdelimo na procese mletja in homogenizacije, mikrofluidizacije brušenja, krio drobljenja in visoke ultrazvočne obdelave celulozne vlaknine [22].

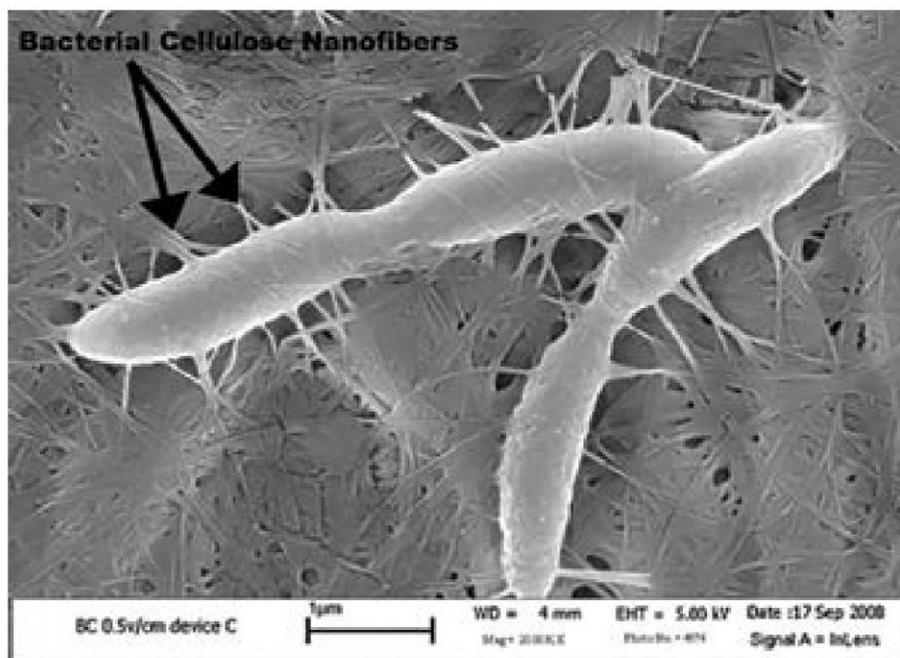
V tehnološkem procesu visokotlačne homogenizacije vodno suspenzijo celuloznih vlaken potiskamo skozi ozko režo ali šobo pod visokim tlakom pri konstantni temperaturi. Velika hitrost pretoka, tlak in strižne sile vodijo do razvlaknjevanja celuloznih vlaken. Večkrat ko ta postopek ponovimo, manjše prečne dimenzije nanofibril lahko dosežemo [23]. Učinkovitost visoko tlačnega homogenizacijskega postopka povečamo, če celulozno vlaknino predhodno v vodni suspenziji obdelamo v postopku mletja (fibriliranje in krajšanje) na rafinerijah

(diskastih mlinih) pod konstantnimi cikličnimi napetostmi [22]. Mikrofluidizator prav tako sodi med instrumente za pripravo nanofibrilirane celuloze. Sestavljen je iz mikrokanala (v obliki črke Y), po katerem se suspenzija celulozne vlaknine pomika v glavni kanal pri visokih tlačnih pogojih. Glavni kanal je sestavljen iz manjših prekatov (v obliki črke Z) različnih velikostih (400, 200 in 100  $\mu\text{m}$ ). Manjše so velikosti prekatov, višji je vpliv strižnih sil na vlakna v suspenziji in intenzivnejši je proces razslojevanja. Tako kot pri visokotlačni homogenizaciji in mletju je tudi pri procesu mikrofluidizacije postopek treba večkrat ponoviti [24]. Celulozne nanofibrile je mogoče pridobiti tudi v postopku brušenja celulozne vlaknine na brusilniku. Postopek je časovno in energetsko zahteven in lahko negativno vpliva na stopnjo polimerizacije in delež kristaliničnosti izhodnega produkta [25]. S postopkom krio drobljenja vodno suspenzijo celulozne vlaknine hipno zamrzemo s tekočim dušikom, nato ga zdrobimo v terilnici s pestilom ali primerljivim orodjem za trenje. Vpliv udarnih sil na zamrznjena celulozna vlakna vodi do porušitve celične stene. Na osnovi takega mehanizma je mogoča izolacija celuloznih nanofibril [26]. Tudi ultrazvočna obdelava celuloznih vlaken se je izkazala kot uporabna metoda za pridobivanje nanofibrilirane celuloze [22]. Pri tem moramo biti pozorni na vhodno frekvenco (od 20 kHz do 2 MHz) in moč (> 1 kW) obdelave ter na konstantno temperaturo vodne suspenzije med postopkom razslojevanja. Ultrazvočno razslojevanje vlaken temelji na hidrodinamiki suspenzije ter oscilatorni moči ultrazvoka [27]. Fizikalni pojav kavitacije zajema tri faze: nastanek, rast in implozivno porušitev plinskih mehurčkov. Trki med trdno snovjo, prisotno v suspenziji zaradi sosledja dogodkov, povzročijo dovolj visok energetski odboj za razslojitev vlaken in izolacijo nanofibrilarnih struktur [27]. Učinkovitost razvlaknjevanja vlaken je odvisna od morfologije, koncentracije in časa ultrazvočne obdelave.

Razvlaknjevanje celuloznih vlaken do nanometerskih velikosti zahteva visoko intenzivne mehanske postopke, pri čemer poraba energije lahko doseže tudi 30.000 kW na tono proizvedenega materiala. Če celulozno vlaknino predhodno obdelamo kemično ali encimsko, se nivo porabljene energije pri nadaljnjih mehanskih postopkih zniža tudi za 30-kratno vrednost (1000 kW na tono izdelane surovine) [26]. Z ustrezno izbiro predhodnega postopka obdelave posegamo v spremembe kristalinične urejenosti celulozne komponente. Določene intermolekularne vodikove vezi med fibrilarnimi enotami celuloznih vlaken se prekinejo, s čimer se njihova površinska reaktivnost poveča in omogoča učinkovitejše nadaljnje postopke razvlaknjevanja. Uporaba encimov vodi do degradacije ligninske in hemicelulozne komponente [20], s čimer pridobimo relativno čisto obliko celuloze, ki v končnem prispeva bolj homogeno strukturo nanofibrilarnih entitet (CNC/NFC). Podoben učinek je mogoče doseči tudi



Slika 2: Shematski prikaz zgradbe lesa na mikroskopskem in submikroskopskem nivoju  
Figure 2: A schematic presentation of wood structure on the micron and sub-micron scale



Slika 3: FE-SEM posnetek bakterij *Acetobacter xylinum*, ki proizvajajo bakterijsko nanocelulozo [20]  
 Figure 3: FE-SEM image of *Acetobacter xylinum* cells, producing bacterial nanocellulose [20]

z alkalnimi postopki obdelave celuloznih vlaken [15]. Z impregnacijo vlaken v šibkem alkalnem mediju in nadaljnimi hidroliznimi postopki pri temperaturi območja od 60 do 80 °C izločimo ostanke lignina, hemiceluloze in pektinov. To vpliva na povišan delež pridobljenega materiala in homogenost prečnih dimenzij fibrilarnih enot.

## 4 ZAKLJUČEK

Nanomateriali, pridobljeni iz naravnih surovin, so zanimivi tako z vidika širjenja obstoječih aplikativnih področij kot tudi novih tržnih priložnosti na področju biomedicine, farmacije in kozmetike, prav tako pa tudi v tekstilni, avtomobilski, embalažni, polimerni in papirni industriji. Kljub intenzivnemu razvoju, ki mu lahko sledimo preko številnih znanstvenih študij, patentnih prijav in prototipnih izdelkov, pa ostaja še kar nekaj odprtih raziskovalnih problemov, ki preprečujejo, da bi ti materiali dejansko postali del tržne proizvodnje. Zaradi hidrofilne narave, je proizvodnja nanoceluloze in njena nadaljnja uporaba omejena na vodni medij. Združevanje komponent z različnim površinskim nabojem tako predstavlja pomemben izziv, predvsem z vidika homogene porazdelitve nanostruktur v polimerni matrici in ohranitve izvornih lastnosti nanoceluloze.

## ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo programske skupine »Les in lignocelulozni kompoziti« P4-0015. Zahvala gre prav tako Agenciji Republike Slovenije za spodbujanje podjetništva, inovativnosti, razvoja, investicij in turizma (SPIRIT Slovenija) za delno finančno podporo v okviru Evropskega Socialnega sklada, Evropske unije, v okviru katere je nastal del te raziskave.

## LITERATURA

- [1] Eichhorn, S.J., Dufresne, A., Aranguren, M., Marcovich, N.E., Capadona, J.R., Rowa, in sod. Review: current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *Journal of Material Science*, 2010, vol. 45, št. 1, str. 1–33
- [2] Kamel, S. Nanotechnology and its application in lignocellulosics composites, a mini review. *Express Polymer Letters*, 2007, vol. 1, str. 546–575
- [3] Eichhorn, S.J., Young, R.J. Young's modulus of a microcrystalline cellulose. *Cellulose*, 2003, 8, 197–207
- [4] Šturcova, A., Davies, G.R., Eichhorn, S.J. Elastic modulus of stress-transfer properties of tunicate cellulose whiskers. *Biomacromolecules*, 2005, vol. 6, str. 1055–1061
- [5] Turbak, A.F., Snyder, F.W., Sandberg, K.R. Microfibrillated cellulose, a new cellulose product: properties, uses, and commercial potential. *App Poly Sci. App Poly Symp*, 1983, vol. 37, str. 815–827
- [6] Herrick, F.W., Casebier, R.L., Hamilton, J.K., Sandberg, K.R. Microfibrillated cellulose: morphology and accessibility. *App Poly Sci. App Poly Symp*, 1983, vol. 37, str. 797–813
- [7] Lindström, T., Winter, L. Mikrofibrillär celluloza som komponent vid papperstill verkning. *STFI-meddelande*, 1988, str. 159
- [8] Turbak, A.F. Recent developments in cellulose solvent systems. *Tappi Journal*, 1984, vol. 67, str. 94–96
- [9] TAPPI. Roadmap for the development of international standards for nanocellulose. Dostopno na spletu: <http://www.tappinano.org/pdf/RoadmapforNanocelluloseStandards.pdf>.
- [10] Klemm, D., Kramer, F., Moritz, S., Lindström, T., Ankerfoss, M., Gray, D., Dorris, A. Nanocelluloses: A new Family of Nature-Based Materials. *Reviews, Green Nanomaterials*: 2011, str. 5438–5466
- [11] Hubbe, M.A., Rojas, O.J., Lucia, L.A., Sain, M. Cellulosic Nanocomposites: A review. *Bioresources*, 2008, vol. 3, str. 929–980
- [12] Okita, Y., Saito, T., Isogai, A. TEMPO-mediated oxidation of softwood thermomechanical pulp. *Holzforschung*, 2009, vol. 63, str. 529–535
- [13] Pääkkö, M., Ankerfors, M., Kosonen, H., Nykänen, A., Ahola, S., Osterberg, M., in sod. Enzymatic hydrolysis combined with mechanical shearing and high-pressure homogenization for nanoscale cellulose fibrils and strong gels. *Biomacromolecules*, 2007, vol. 8, str. 34–41
- [14] Trulove, S. Invention controls weavers of nanoscale biomaterials, Virginia Tech University News. Dostopno na spletu: <http://www.vtnews.vt.edu/articles/2008/11/2008-693.html>
- [15] Bhatnagar, A., Sain, M. Processing of cellulose nanofiber-reinforced composites. *J. Rein Plast Composites*, 2005, vol. 24, str. 1259–1268
- [16] Moon, R.J., Martini, A., Nairn, J., Simonsen, J., Youngblood, J. Cellulose nano-materials review: Structure, properties and nanocomposites. *Chem. Society Review*, 2011, vol. 40, str. 3941–3994
- [17] Habibi, Y., Lucia, L.A., Rojas, O.J. Cellulose nanocrystals: Chemistry, self-assembly, and applications. *Chemical Reviews*, 2010, vol. 110, str. 3479–3500
- [18] Hestrin, S., Schramm, M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. *Bio Chem J*, 1954, 58, 345–352
- [19] Rezaee, A., Solimani, S., Forozandemogadam, M. Role of Plasmid in Production of *Acetobacter Xylinum* Biofilms. *Am. J. Biochem. Biotechnol.* 2005, vol. 1, str. 121–125
- [20] Klemm, D., Schumann, D., Kramer, F., Hessler, N., Hornung, M., Schmauder, H.P., Marsch S. Nanocellulose as innovative polymers in research and application. *Polysaccharides*, 2006, vol. 205, str. 49–96.
- [21] Lee, K.Y., Buldum, G., Mantalaris, A., Bismarck, A. More than meets the eye in bacterial cellulose: biosynthesis, bioprocessing, and applications in advanced fiber composites. *Macromolecular Bioscience*, 2014, vol. 14, str. 10–32
- [22] Abdul Khalil, H.P.S., Davoudpour, Y., Nazrul Islam, Md., Asniza Mustapha, Sudesh, K., Rudi, Dungani, Jawaid M. Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: A review. *Carbohydrate Polymers*, 2014, vol. 99, str. 649–665
- [23] Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M.R. Microfibrillated cellulose from the peel of prickly pear fruits. *Food Chemistry*, 2009, vol. 115, str. 423–429
- [24] Lee, S.Y., Chun, S.J., Kang, I.A., Park, J.Y.D. Preparation of cellulose nanofibers by high-pressure homogenizer and cellulose-based composite films. *J Ind Eng Chem*, 2009, vol. 15, str. 50–55
- [25] Wang, T., Drzal, L.T. Cellulose-nanofiber-reinforced poly(lactic acid) composites prepared by a water-based approach. *ACS Appl Mater Inter*, 2012, vol. 4, str. 5079–5085
- [26] Siró, I., Plackett, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review. *Cellulose*, 2010, vol. 17, str. 459–494
- [27] Chen, W., Yu, H., Liu, Y., in sod. Isolation and characterization of cellulose nano-fibers from four plant cellulose fibers using a chemical-ultrasonic process. *Cellulose*, 2011, vol. 18, str. 433–442

<sup>1</sup>dr. Vesna Žepič,

<sup>2</sup>dr. Ida Poljanšek,

<sup>3</sup>prof. dr. Primož Oven,

<sup>1</sup>TECOS – Razvojni center orodjarstva Slovenije, Kidričeva 25, SI-3000 Celje

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

# POVZETKI IZ TUJE STROKOVNE LITERATURE

## ABSTRACTS FROM FOREIGN EXPERT LITERATURE

### Raziskave iz tujine

#### Vsak gram šteje Every gram counts

Heindl, J.: Professional Papermaking 12 (2015) 1: 26-29



Vir: Professional Papermaking

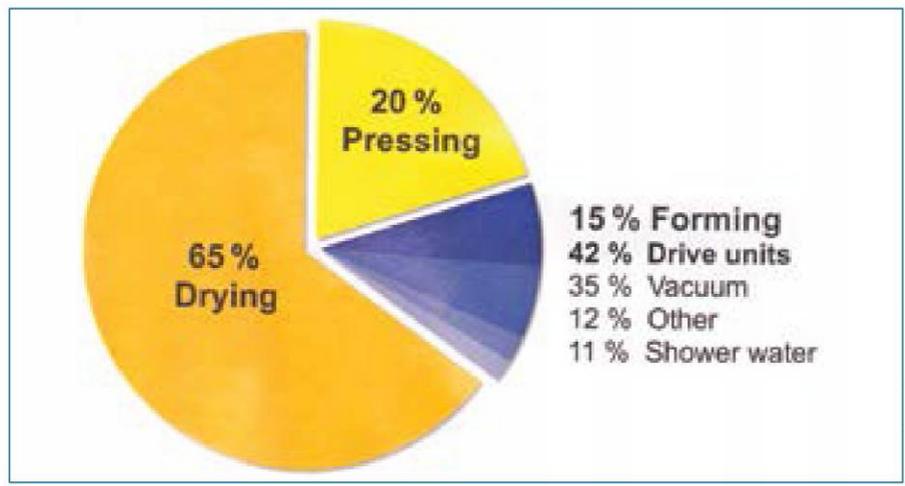
Poraba energije in virov, globalno segrevanje, emisije izpušnih plinov iz industrije so magični pojmi o katerih vsi govorijo. Politične smernice in regulative silijo industrijo, da o tej problematiki intenzivno razmišlja in tudi ustrezno ukrepa. Posebno izpostavljene so energetske intenzivne panoge, kot je npr. papirna, ki morajo prispevati k izboljšanju situacije. V podjetju Progroup, ki proizvaja valoviti karton so se intenzivno lotili varčevalnih ukrepov, ki zadevajo manjšo porabo surovin, energije in znižanje transportnih stroškov, kar vse pripomore k redukciji emisij CO<sub>2</sub>. Podjetje je usmerjeno k trajnostni okoljski politiki in procesnim tehnologijam. Izhodišča so znižana poraba vlaken in energije, kar se odraža s proizvodnjo lažjih in fleksibilnejših embalažnih izdelkov ter ekonomičnejši transport.

Slika 1: Trend znižanja povprečne gramature valovitega kartona  
Figure 1: Average grammage reduction rate for corrugated board

### Povečanje energetske učinkovitosti v mokrem delu – znatne možnosti optimiranja brez dodatnih investicij

#### Increasing the energy efficiency of the wire section – Enormous optimization potential without additional investments

Villforth Siebtechnik, Professional Papermaking 12 (2015) 1: 45-47



Vir: Professional Papermaking

Optimiranje delovnih pogojev in izboljšanje lastnosti formirnih klobučevin pripeljeta do pomembnega prihranka energije, kar se odraža na večjih hitrostih papirnega stroja ob enaki uporabljeni pogonski sili, nižji porabi energije vakuumskih črpalk, višji suhoti papirnega traku za stiskalnicami in s tem povezanim prihrankom pare v sušilni skupini. Boljši sta tudi retencija in struktura papirja, manj je zastojev zaradi obrabe valjev in druge opreme. Največji energetski prihranek v procesu pomeni optimiranje procesa odvodnjavanja v mokrem delu papirnega stroja.

Slika 2: Poraba energije v papirništvu  
Figure 2: Energy consumption in papermaking

Janja Zule,  
Inštitut za celulozo in papir

# BELL | 25let

Ptujška c. 13 › 2204 Miklavž na Dravskem polju › Slovenija



LEŽAJI  
LINARNA VODILA  
JERMENI  
VERIGE  
TESNILA  
SKLOPKE  
MAZALNI SISTEMI  
OLJA IN MAZIVA  
DVIŽNE ENOTE  
LEPILA  
INDUSTRIJSKI SPREJI  
MOTORJI  
KARDANI  
ORODJA  
SVETOVANJA  
IZOBRAŽEVANJA  
SERVIS

NOVO

Mobil



ekskluzivni zastopnik

EagleBurgmann.

VISOKOKVALITETNE KOMPONENTE

ZELENE REŠITVE  
ZA VZDRŽEVANJE



Bell d.o.o. › Telefon: +386 (0)2 629.69.20 › Fax: +386 (0)2 629.21.20 › Http: [www.bell.si](http://www.bell.si) › E-mail: [info@bell.si](mailto:info@bell.si)



## ME-JAN d.o.o.

regalna in mostna dvigala

Ponoviška cesta 11c, 1270 Litija

Tel.: 01 / 898 00 86

Mob.: 051 616 237

E-pošta: [info@me-jan.si](mailto:info@me-jan.si)

[www.me-jan.com](http://www.me-jan.com)



mostna dvigala - regalna dvigala - grabilke -  
konzolna dvigala - bremenske nosilke -  
talni transport - monorail dvigala

PREDSTAVITEV NOVEGA TIPA DVIGALA:

V DECEMBRU 2015

SVETUJEMO in PROJEKTIRAMO,  
IZDELUJEMO in MONTIRAMO,  
SERVISIRAMO in VZDRŽUJEMO,  
REKONSTRUIRAMO in OBNAVLJAMO.



# 43,9 %\*

**Skupina GEN-I je med najhitreje rastočimi družbami na evropskem energetske trgu.**

\* Povprečna medletna rast nakupov in prodaje električne energije med leti 2008 in 2014.



2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014

**gen-i**

Trgovanje in prodaja električne energije in zemeljskega plina | [www.gen-i.si](http://www.gen-i.si) | [info@gen-i.si](mailto:info@gen-i.si)  
GEN-I d.o.o. | Vrbina 17, SI - 8270 Krško



## Staro ali novo – je to pomembno?

Kar zares šteje, je znanje



© gilarina - Fotolia.com

**Podjetje ANDRITZ ponuja industriji celuloze in papirja rešitve z rabljeno opremo, pri čemer pa zagotavlja tehnično in procesno podporo.** Cilj nove storitve podjetja ANDRITZ je pomoč pri iskanju,

dobavi, namestitvi in celo zagonu rabljene opreme, ne glede na njenega prvotnega proizvajalca. Prednost sodelovanja s podjetjem ANDRITZ pa je v znanju in podpori tehnološkega podjetja, kar papirni-

cam zmanjša tveganje pri nakupu rabljene opreme.

Za več informacij obiščite:

<http://secondhand.andritz.com>



[www.elpro-kriznic.si](http://www.elpro-kriznic.si)

+386 3 757 13 00

Zece 25,  
3210 Slovenske Konjice

CELOSTNE  
**REŠITVE**  
VISOK NIVO  
TEHNOLOGIJE  
RAZVOJ  
FLEKSIBILNOST  
ZADNJE STANJE  
TEHNOLOGIJE  
ZANESLJIVOST

## ELECTRIC

- proizvodnja sestavov nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav
- proizvodnja stikalnih naprav za Ex območja
- distribucija Ex instalacijske opreme
- inženiring storitve in elektroinstalacije
- svetovanje, projektiranje in celostne rešitve
- elektro meritve
- prodaja elektro opreme

## METAL

- laserski razrez pločevine
- izsekovanje pločevine
- upogib pločevine
- varjenje pločevine
- brušenje pločevine
- tesnjenje
- končna sestava



Revija tiskana na 70-gramskem recikliranem papirju

## VIPRINT

- grafični • premazan • strojno gladek • mat papir  
izdelan pretežno iz recikliranih vlaken
- Za tisk periodičnih tiskovin, revij, katalogov in ostalega promocijskega materiala, knjig in slikanic.
- Primeren predvsem za večbarvni in črno-beli ofsetni tisk z vročim sušenjem, digitalni tisk ter za formatni tisk.





**Applied Chemicals International Group**

*Technical Service is our Success*



Choose from our extensive range of highly effective chemicals and minerals, innovative treatment and dosing equipment, and professional services in the field of paper technology.

- Dry Strengths Products
- Fixing Agents and Coagulants
- Bentonites
- Retention Aid Systems
- Flocculants
- Defoamers and Deaerators
- Specialty Products
- Make up and Dosing Systems

***acat.com***

---

Applied Chemicals Handels-GmbH, Wolfgang Pauli-Gasse 3, 1140 Vienna, Austria  
T +43 1 979 3473 0, F +43 1 979 3473 14555, office-wien@acat.com

# REŠITEV ZA VAS



## Spoznajte Solenis. Novo ime za ekipo z več desetletnimi izkušnjami.

Poznali ste nas kot Ashland Water Technologies. Danes smo Solenis. Vodilni v svetu na področju kemije za papirnišvo. Z napredno tehnologijo, več desetletnimi izkušnjami v procesih in 3500 zaposlenimi po celem svetu je Solenis ekipa pripravljena, poiskati rešitev, ki jo potrebujete.

Spoznajte našo ekipo na [solenis.com](https://www.solenis.com)



**Ekskluzivni distributer za Slovenijo in Hrvaško**  
IMS INVEST d. o. o., Planjava 4, SI-1236 Trzin  
00386 1 560 22 06 | email: [info@ims-group.si](mailto:info@ims-group.si)

# paper

Revija slovenske papirne in papirno predelovalne industrije

november 2015 | 14 | XLIII

*reinkamacija papirnega vlakna*



*krožno gospodarjenje*

Izdajatelj in založnik: Slovenski Papirni Društvo, Družba za reinkamacijo papirnega vlakna, Slovenske Industrijske Družbe za celulozo in papir, GZS - Zbornice za papirno in papirno predelovalno industrijo

## O PAPIRNI PANOGI / PAPERMAKING

Tadej Gosak: »Stojim za tem, kar delam« / »I stand for what I do« .....	3
Izvoz kot gonilo, ogledalo in zgled / Export as a driving force, a reflection and a role model .....	6
Krožno gospodarjenje: Zapisano v DNK-ju papirne industrije / Circular economy: written in the DNA of paper industry .....	8
Embalaža za paradižnike, izdelana iz paradižnikove rastline / Packaging for tomatoes, made from tomato plants .....	10
Papirništvo v Slovenski strategiji pametne specializacije / Panel on development: papermaking in Slovenia's smart specialisation strategy .....	12
3,7 milijarde evrov za industrijo, ki bo temeljila na bioloških virih / 3.7 billion euros for a biobased industry .....	13
Kako namesto fosilnih goriv uporabiti odpadno toploto / How to replace fossil fuels with waste heat .....	14
Zaključna konferenca KocPI in KocLES / KocPI and KocLES closing conference .....	16
KocPI – Uspešen zaključek projekta razvoja kadrov / KocPI Project On Hr Development In Paper Industry Successfully Completed .....	17
Možgani boljše sprejemajo pisavo na papirju kot na zaslonu / Our brain prefers writing on paper to digital screens .....	19

## NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE / NEWS

V 2016 investicija v mokri del kartonskega stroja KS2 / February 2016: Količevo Karton to invest in KS2 cardboard machine wet end .....	21
Sprememba v vodstvu / Management changes .....	23
Dvig cen papirjev / Price increase .....	23
Embalaža iz Euroboxa za slovenske dobavitelje podjetja IKEA / Eurobox packaging for Slovenian suppliers of Ikea .....	24
Papirna vrečka nekoč, danes in jutri / Paper bag - yesterday, today and tomorrow .....	25
Potencial biopolimerov / Biopolymer potential .....	26
Nova doktorica s področja papirništva / New PhD in papermaking .....	27
Ekskurzija DITP – v podjetje Sappi Gratkorn / DITP visits Sappi Gratkorn .....	28
Znanje iz prve roke, za rešitve iz 'druge roke' / First-hand knowledge of second-hand solutions .....	29
Pilotni preizkusi – osnova za dobre poslovne odločitve 658/4200 / Pilot trials – A reliable basis for successful business decisions 658/4200 .....	30

## RAZISKAVE IN RAZVOJ / RESEARCH

Mikrobiološke lastnosti toaletnih papirjev / Microbiological characterisation of toilet papers .....	32
Novosti o nanocelulozi in površinskih modifikacijah / Novelties on nanocellulose and surface modification .....	36
Nanoceluloza: terminologija, lastnosti in postopki pridobivanja / Nanocellulose: terminology, properties and production processes .....	40
Povzetki iz tuje strokovne literature / Abstracts from foreign expert literature .....	44

### Izdajatelji in založniki:

Društvo inženirjev in tehnikov papirništva Slovenije,  
Inštitut za celulozo in papir,  
GZS - Združenje papirne in papirno predelovalne industrije



**DITP**



### Prepared and published by:

Pulp and Paper Engineers and Technicians Association of Slovenia (DITP),  
Pulp and Paper Institute (ICP), Paper and Paper Converting Industry Association  
of Slovenia at the Slovenian Chamber of Commerce



**DITP**



### Uredništvo revije:

Glavni urednik: Marko Jagodič  
Odgovorna urednica: Petra Prebil Bašin  
petra.prebil.basin@gzs.si

### Uredniki področij:

#### ▶ O PAPIRNI PANOGI

Petra Prebil Bašin

#### ▶ NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE

Petra Prebil Bašin, dr. Tea Toplišek

#### ▶ RAZISKAVE IN RAZVOJ

dr. Tea Toplišek, dr. Marjeta Černič, dr. Tjaša Drnovšek,  
mag. Klemen Možina, Alenka Ivanuš

### Drugi člani uredniškega odbora:

Ana Sotlar, mag. Mateja Mešl, Metka Ševerkar, Leopold Scheicher,  
dr. Tea Toplišek, Tanja Bricelj

Intervju: Kolibri, Poslovne komunikacije, Tanja Bricelj, s. p.,  
www.poslovnekomunikacije.si

Tisk: Medium, d. o. o.

Naklada: 1300 izvodov, Ljubljana, november 2015

Lektor: Grega Rihtar s. p.

Prevodi in lekture angleških besedil: Nataša Pregl s. p.

Oblikovanje in grafična priprava: Studio U3NEK d. o. o.

Navodila avtorjem si lahko ogledate na [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/)

Revija Papir sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

Revija Papir je vpisana v razvid medijev pod številko 700.

### Editorial board:

Editor in chief: Marko Jagodič  
Executive editor: Petra Prebil Bašin  
petra.prebil.basin@gzs.si

### Feature editors:

#### ▶ ABOUT PAPER INDUSTRY

Petra Prebil Bašin

#### ▶ NEWS FROM PAPER MILLS, THE PRESS AND ABROAD

Petra Prebil Bašin and Tea Toplišek, PhD

#### ▶ RESEARCH AND DEVELOPMENT

Tea Toplišek, PhD, Marjeta Černič, PhD, Tjaša Drnovšek, PhD,  
Klemen Možina, M. Sc., Alenka Ivanuš

### Other members of the editorial board:

Ana Sotlar, Mateja Mešl, M. Sc., Metka Ševerkar, Leopold Scheicher,  
Tea Toplišek, PhD, Tanja Bricelj

Interview: Kolibri, Tanja Bricelj, s. p.,  
www.poslovnekomunikacije.si

Printed by: Medium, d. o. o.

Circulation: 1300 copies, Ljubljana, November 2015

Proofreading: Grega Rihtar s. p.

Translations and proofreading of texts in English: Nataša Pregl s. p.

Design and prepress: Studio U3NEK d. o. o.

Author guidelines are available at [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/)

Papir Magazine is cofunded by the Slovenian Research Agency.

Papir Magazine is entered in the Slovenian Media Register under no. 700.



# UVODNIK

Uvodnik

## Papirničarji in krožno gospodarjenje

V evropskem prostoru je krožno gospodarjenje v zadnjem času moden izraz, zato ga v ospredje postavljamo tudi ustvarjalci revije Papir in Dnevov slovenskega papirništva.

Zakaj?

Papirništvo ima krožno gospodarjenje zapisano že v genih in je na tem področju lahko vzor drugim industrijam.

Zbiranje starega papirja in zmanjševanje izpustov CO<sub>2</sub> ni edino, kar smo pionirsko zastavili pred mnogimi leti. Vedno znova stremimo k boljšim rezultatom. S stalnim investiranjem in izboljševanjem tehnologij in procesov predse postavljamo vedno nove visoke zahteve. Izboljšanje energetske učinkovitosti nima samo vpliva na manjše izpuste in čistejše okolje, temveč prispeva tudi k zniževanju stroškov in tako k izboljševanju konkurenčnosti.

Procesi postajajo vse kompleksnejši in za izboljšanje svojih konkurenčnih prednosti potrebujemo tudi večfunkcionalnega papirničarja z znanjem več svetovnih jezikov. Zato strokovnemu izobraževanju posvečamo veliko pozornosti, saj so strokovnjaki med zaposlenimi motor razvoja naših procesov in novih izdelkov, pisanih na kožo kupcev.

Vsaka ideja, vsaka novost sproži nov krog izboljšav – vedno znova.

Potenciala seveda iščemo znotraj naše dejavnosti, a to že dolgo ni več dovolj. Sodelovanje je preraslo obzidja papirnic. Danes smo tesno povezani z našimi kupci, z dobavitelji opreme, surovin, storitev in znotraj dobavne verige iščemo optimume sodelovanja. Lahko bi rekli, da je papirniško krožno gospodarjenje celó gonilo medpanožnega povezovanja in širjenja krožnega gospodarjenja.

Na obzorju prihodnosti se obeta nov tehnološki preboj, ki smo ga predstavili že v prejšnji številki revije Papir – Two Team Project. Tudi to je kroženje navzgor po tehnološki spirali.

Želim vam prijetno branje.

Glavni urednik  
Marko Jagodič



# EDITORIAL



Marko Jagodič

## Editorial

### Papermakers and circular economy

Circular economy is currently a very trendy term across Europe. As the creators of the Papir magazine and the Slovene Papermaking Days, we decided to put it in the spotlight as well.

Why?

Well, circular economy is written in the genes of the paper industry, thus making it a role model for other industries.

Collecting waste paper and reducing CO<sub>2</sub> emissions are not the only tasks we set upon ourselves many years ago. We never cease to strive for better results. By continuous investments and improvements of technologies and processes, we are setting higher and higher expectations for ourselves. After all, improving energy efficiency does not only affect smaller emissions and helps to a cleaner environment, it also contributes to cost reduction and consequently improves our competitive position.

Processes are becoming more and more complex and in order to improve our competitive advantages, we also need a multifunctional papermaker, fluent in several global languages. Well-trained professionals among our employees are the driving force in the development of our processes and new, customer-driven products, which is why we pay a lot of attention to high-quality education and training.

Each idea, each novelty triggers a new circle of improvements - time and time again.

Promising people are of course sought within our industry, but for a long time now, this has not been enough anymore. Cooperation has outgrown the walls of paper mills. Nowadays, we have strong ties with our buyers and suppliers of equipment, raw materials and services, and we are always looking for new possibilities for cooperation within the supply chain. We could even say that the papermaking circular economy is the driving force of the inter-industrial networking and the growing expansion of circular economy in general.

On the horizon of the future, there lies a new technological breakthrough that was introduced in the previous issue of Papir magazine - the Two Team Project. This, as well, is a way of circulating up the technological spiral.

With this, I leave you to enjoy the new issue of our magazine.

Editor in chief:  
Marko Jagodič





# TADEJ GOSAK: »STOJIM ZA TEM, KAR DELAM«

## TADEJ GOSAK: »I STAND FOR WHAT I DO«



Intervju Tadej Gosak

*In this interview, we sit down with Tadej Gosak, the new chairman of the Slovenian Pulp and Paper Industry Association's (ZPPPI) management board and for the last two years, the CEO of Paloma d.d. According to Mr. Gosak, the main responsibility of ZPPPI is to advocate and enforce the interests of the paper and paper converting industry, and he wants to contribute to the realization of the association's goals. As chairman, he will focus on two priority assignments - the development (and transfer) of knowledge, and the competitive position of our industry. Although he does not talk much about him and his personal life, the tone of his voice slightly changes when he mentions something he really believes in: "I stand for everything I do. Some day, I would like to look back and be proud of the things I accomplished." This was also the reason why, a few years back, he decided to take over the leadership of a "national company with great potential" instead of accepting a high-profile job in a multinational firm abroad." If we want the future generation to inherit at least a few good Slovenian companies such as Paloma, we need to accept responsibility and work for the benefit of the community as a whole," adds Mr. Gosak.*

V tokratnem intervjuju predstavljamo Tadeja Gosaka, novega predsednika upravnega odbora Združenja papirne in papirno predelovalne industrije. Svoji vodilni vlogi v Palomi je za naslednje obdobje dodal še vodenje omenjenega združenja. Kot pravi, je glavna naloga ZPPPI zastopati in uveljavljati interese papirne in papirno-predelovalne industrije in pri tej nalogi želi tudi sam prispevati svoj delež. V ospredju njegovega mandata bosta dve prioritetni nalogi, in sicer razvoj in prenos znanja ter razvoj konkurenčnosti panoge.

O sebi in svojem zasebnem življenju ne govori rad, a vendar se ton njegovega glasu spremeni, ko govori o tem kar zares verjame: »Stojim za vsem, kar delam. Želim, da bom, ko bom čez čas pogledal nazaj, ponosen na delo, ki sem ga opravil.« Tudi zato je raje kot odgovorno mesto v multinacionalki v tujini sprejel vodenje »domačega podjetja s potencialom«. »Če hočemo, da bo našim otrokom ostalo še kakšno dobro slovensko podjetje, kot je Paloma, moramo sprejeti odgovornost in delati za dobro širše skupnosti.«

**Pred kratkim ste prevzeli mesto predsednika UO pri Združenju papirne in papirno-predelovalne industrije. Kako vidite svojo vlogo v Združenju?**

Proizvodnja papirja ima v Sloveniji dolgo tradicijo in predstavlja pomembno industrijsko panogo, ki več kot 88 % prihodkov ustvari iz izvozom. V ZPPPI aktivno sodeluje večina velikih slovenskih proizvodnih podjetij ter predstavniki srednjih in malih podjetij. Cilj vseh članov združenja pa je, ne glede na velikost podjetij, isti, in to je, da v okviru združenja uresničujemo skupne interese, ki omogočajo, da je papirna industrija uspešna. Svojo vlogo vidim v tem, da skupaj s kolegi iz upravnega odbora skrbimo za uveljavljanje interesov papirne in papirno-predelovalne industrije, ki nam bodo zagotavljali uspešno poslovanje na dolgi rok.

**Kakšna je vaša vizija v ZPPPI in katere cilje ste si zastavili za vaš mandat?**

V ospredju bosta dva cilja: prvi je razvoj znanja, drugi razvoj konkurenčnosti.

V ZPPPI smo že pred dvema letoma ugotovili, da predstavljata razvoj in prenos znanja v slovenskih podjetjih veliko težavo. Slovenski izobraževalni sistem ne omogoča niti na srednjih šolah niti na fakultetah, da bi se mladi izučili za poklice, ki so potrebni v naših podjetjih. Na drugi strani pa imamo v podjetjih strokovnjake z več desetletnimi izkušnjami, ki se bodo v naslednjih letih upokojili. Soočamo se torej z izzivom menjave generacij in prenosom znanj ter izkušenj na eni strani in prilivom novih znanj na drugi. Naloga ZPPPI bo torej, da s podporo Inštituta za celulozo in papir omogočimo strukturirana izobraževanja in pomagamo v podjetja uvesti model mentorstva. Na področju razvoja konkurenčnosti pa se moramo zavedati, da je papirna industrija izvozno usmerjena. Za uspešnost je zato še toliko bolj pomembno, da smo konkurenčni vsaj na evropski ravni, cilj pa bi moral biti zagotoviti globalno konkurenčnost. Pogoj za to je v prvi vrsti povezan z znanjem in inovativnostjo v podjetjih, pomemben vpliv pa imajo splošni pogoji poslovanja v Sloveniji. V združenju si moramo prizadevati, da v okviru GZS iščemo rešitve za dvig konkurenčnosti poslovnega okolja. Sem sodi tudi problematika, ki je v zadnjem letu najbolj pereča: energetika. Na trgu namreč tekmujemo s konkurenti, ki imajo bistveno bolj ugodne pogoje poslovanja – bodisi manjše davčne obremenitve, cenejši dostop do virov ali manj strogo zakonodajo. Tudi zato se je lani ZPPPI močno angažiralo, da energija ne bi bila dodatno obremenjena. Podobne aktivnosti, kot so bile lani izvedene v povezavi z energijo, želimo v prihodnje izvajati na vseh področjih, ki so pomembna za konkurenčnost slovenske papirne in papirno-predelovalne industrije.



Foto: Arhiv Palome



Foto: Arhiv Palome

Tadej Gosak, predsednik UO Združenja papirne in papirno-predelovalne industrije pri GZS  
*Tadej Gosak, Chairman of the Management Board, Pulp, Paper and Paper Converting Industry Association at the Slovenian Chamber of Commerce*

### **Bi se strinjali, da je papirništvo v Sloveniji eden izmed nosilcev krožnega gospodarjenja in sodi med pionirje uvajanja ekološko prilagojenih proizvodnih procesov?**

Zagotovo sodi papirna industrija med pionirje uvajanja ekološko prilagojenih proizvodnih procesov, saj je bila med prvimi, ki se je usmerila v ponovno rabo in recikliranje papirnih izdelkov. V zadnjih letih smo dosegli velik napredek v zmanjšanju porabe energije in uporabi energije iz obnovljivih virov, znižuje se poraba vode in surovin, razvoj izdelkov pa je naravnan tako, da ob njihovi uporabi nastaja čim manj odpadkov. V Sloveniji je stopnja recikliranja papirja 55,7-odstotna, povprečje EU pa je 71,7-odstotno, kar sodi v sam svetovni vrh (podatki so iz leta 2014). Dosegali smo že višje deleže, vendar se je ta stopnja zmanjšala zaradi višje cene odpadnega papirja. Tako ima to področje v Sloveniji še priložnost za rast.

### **Menite, da ima papirna in papirno-predelovalna industrija v javnosti zadosten ugled?**

Na žalost v ZPPPI ugotavljamo, da se je ugled papirne industrije v zadnjih letih neupravičeno poslabšal. Kljub napredku v tehnologiji za proizvodnjo papirja in dejstvu, da je papir eden izmed najbolj ekološko sprejemljivih izdelkov, pa je na žalost velik del ljudi prepričan, da je uporaba papirja ekološko sporna. K temu je v veliki meri prispevala tudi digitalizacija, ki uporabnikom neutemeljeno sporoča, da uporaba papirja škodi našemu okolju. V ZPPPI v prihodnosti načrtujemo aktivnosti, ki bodo vključevale intenzivnejšo rabo komunikacijskih materialov, sloganov in priporočil, kot jih za promocijo papirne dejavnosti uporablja Evropsko združenje papirne industrije CEPI. Omenimo slogan *We <3 paper / Radi imamo papir, elektronski podpis*, pa tudi mnoge podatke in raziskave, ki jih pripravljajo na CEPI-ju in ki govorijo

Moje sporočilo je, da morata biti za uspešno komunikacijo izpolnjena dva pogoja: da je obojestranska in aktivna. To pomeni, da se morajo vsi člani združenja, pa tudi podjetja, ki se nam do sedaj še niso pridružila, v enaki meri truditi za prenos informacij do združenja, kot se vodstvo ZPPPI trudi informirati njih. Le na tak način bomo lahko učinkovito izvajali aktivnosti, ki so pomembne za papirno industrijo in slovensko gospodarstvo.

*I strongly believe that for communication to succeed, it should meet two conditions: it has to be mutual and active. This means that all members of the Association, as well as companies who have not decided to join us so far, need to strive for the transfer of information to the Association, the same as the Association's management is making sure to provide them with relevant information. This is the only way we can efficiently work on issues and concerns that are important for the paper industry and Slovenian economy.*

v prid dejavnosti. Denimo v Sloveniji v več kot 50 odstotkih za proizvodnjo papirja uporabljamo odpadni papir. Taki podatki so nujni, ko želimo opozoriti na »dejstva in zmote« o papirni in papirno-predelovalni industriji. CEPI ima že veliko gradiv s tovrstnimi vsebinami, v ZPPPI pa bomo preverili, katerim njihovim aktivnostim se lahko pridružimo tudi mi, kar je seveda odvisno od kadrovskih in finančnih virov.

### **Kako si predstavljate dialog z vlado oziroma ministrstvom za gospodarstvo? Kako se lahko članstvo ZPPPI poveže za čim boljši nastop na tujih trgih?**

Dialog z vlado in posameznimi ministrstvi je po mojem mnenju ključna naloga GZS. Zdi se mi pomembno, da posamezna združenja podpiramo GZS kot krovno organizacijo in na ta način omogočamo, da ima gospodarstvo močno pozicijo v dialogu z vlado. Sicer pa menim, da je ZPPPI dobro organizirano in omogoča članom združenja pridobivanje informacij o dogajanju v papirni industriji ter poslovno mreženje tako doma kot v tujini.

### **Po izobrazbi ste ekonomist, oba vaša prejšnja delodajalca pa delujeta na globalnem trgu v kemijsko-predelovalni industriji. Bi lahko potegnili kakšne vzporednice s papirno industrijo?**

Vsem podjetjem je skupen isti cilj in to je zadovoljen kupec. Uspešna podjetja

skrbijo za to, da imajo kakovostne izdelke in zadovoljne kupce. To so ključna spoznanja, ki sem jih pridobil pri delu v multinacionalki. Hkrati pa ta podjetja skrbijo, da so vsak dan bolj učinkovita in da vlagajo v razvoj zaposlenih. Nenehno prilagajajo procese in spreminjajo svojo organizacijo glede na tržne razmere. Ta proaktivni pristop je v premajhni meri prisoten v prenekaterem slovenskem podjetju, tudi v Palomi. Načeloma med posameznimi industrijami ni bistvenih razlik v delovanju. Ne glede na branžo, je cilj isti: proizvesti vrhunski izdelek z najnižjimi možnimi stroški.

**Omenili ste razlike v delovanju med globalnimi in slovenskimi podjetji, večkrat pa opozarjate tudi na nenavadno slovensko značilnost – privoščljivost, namesto da bi v družbi obrnili fokus in spodbujali uspeh. Poudarjate, da več kot bo uspešnih, bolje bo šlo vsem nam. Je ZPPPI lahko primeren kanal za promocijo takega pristopa?**

Gospodarstveniki smo po naravi optimisti. Za nas je reševanje vsakodnevnih izzivov le dodaten korak, ki ga moramo napraviti do uspeha. Ko se ljudje s takšnim razmišljanjem družimo, in to je prisotno v ZPPPI, potem se ustvarjajo pogoji za nove ideje in nova sodelovanja. Združenje je do sedaj že aktivno promoviralo pozitivno

naravnost in tudi dogodek Dnevi papirništva je za to zelo pomemben. V tem vidim tudi veliko prednost biti član katerega koli gospodarskega združenja.

**V Palomi ste v zadnjem času posvetili precej energije interni komunikaciji. (Med drugim ste vzpostavili sistem mentorstva za prenos znanj s starejših na mlajše generacije, o čemer smo pisali v prejšnji številki revije Papir.) Kako pomembno se vam zdi interno komuniciranje tudi znotraj Združenja papirničarjev? Bi glede tega želeli kaj sporočiti članom združenja?**

Moje sporočilo je, da morata biti za uspešno komunikacijo izpolnjena dva pogoja: da je obojestranska in aktivna. To pomeni, da se morajo vsi člani združenja, pa tudi podjetja, ki se nam do sedaj še niso pridružila, v enaki meri truditi za prenos informacij do združenja, kot se vodstvo ZPPPI trudi informirati njih. Le na tak način bomo lahko učinkovito izvajali aktivnosti, ki so pomembne za papirno industrijo in slovensko gospodarstvo.

**Za konec še: kakšen moto vas vodi skozi življenje?**

Stojim za tem, kar delam in kar živim. Stvari delam profesionalno in s pokončno držo, svoja dejanja pa presojam skozi daljše časovno obdobje. Ko bom čez čas

pogledal nazaj, si želim biti ponosen na svoje delo in svoje odločitve. Človek na položaju predsednika uprave v nekem podjetju, kot je denimo Paloma, mora sprejemati številne odločitve. Čeprav pri sebi vem, da počnem dobro za ljudi in podjetje, me izjemna kritičnost javnosti vseeno ne pusti neprizadetega. Iskreno si želim rezultatov in pozitivnega razvoja v širšem družbenem smislu. To se mi zdi zelo pomembno, kajti če želimo svojim otrokom zapustiti še kakšno dobro podjetje, kot je Paloma, se mi zdi prav sprejeti odgovornost in vračati v slovensko družbo tudi na tak način. Če velja, da sem se dokazal v multinacionalki, potem bom poskušal napraviti nekaj dobrega tudi v našem, slovenskem podjetju.

*Tanja Bricelj,  
Kolibri, s. p.*

# En.odmiev 016

Tradicionalna strateška  
energetska konferenca

Ljubljana, GH Union, 11. februar 2016

Srečanje najvidnejših  
domačih energetikov!



**Energetika.NET**

Za več informacij pišite na:  
dogodki@energetika.net  
ali pokličite na: 01 40 12 872

# IZVOZ KOT GONILO, OGLEDALO IN ZGLED

## EXPORT AS A DRIVING FORCE, A REFLECTION AND A ROLE MODEL

Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS

*The Slovenian paper and paper converting industry is definitely one of the industries that have contributed to a more optimistic situation in Slovenia - the numbers show a 2.7 % average economic growth in the first eight months of the current year. In comparison with the year before, the sales revenues in paper and paper converting industry have increased by 3.74 % in the first eight months of year 2015, and the total physical volume of production went up for 5 %.*

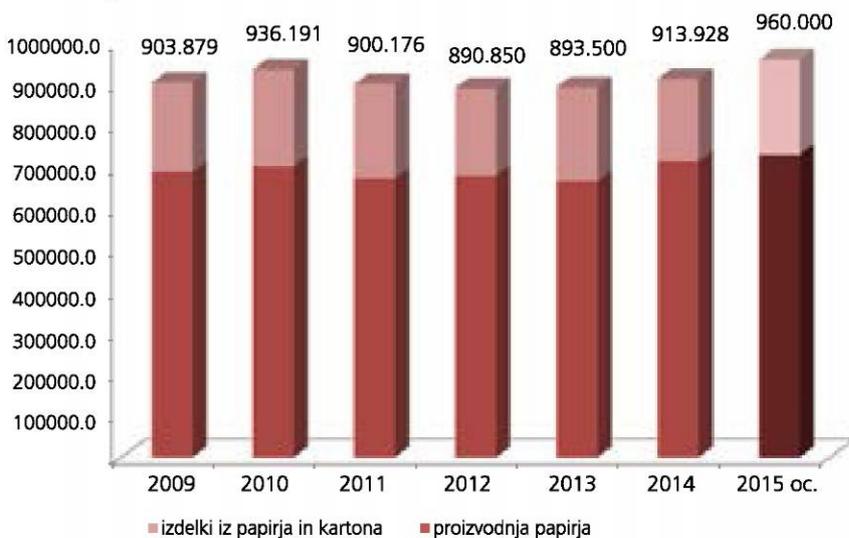
*However, despite the positive eight-month indicators, companies within our industry are facing many challenges, including an adverse price situation in purchasing raw materials, pressures of buyers towards reducing selling prices, and various – more long-term - ownership and status-related issues. At the same time, the industry is confronting new - but already well-known - issues connected with the costs of energy products, whereas a more positive trend has been noted in the area of employee education and training.*

Slovenska papirna in papirno predelovalna industrija je zagotovo ena izmed dejavnosti, ki so pripomogle k bolj optimistični sliki stanja v Sloveniji, ki v osmih mesecih tega leta v povprečju ugotavlja 2,7-odstotno gospodarsko rast. Po podatkih statističnega urada in anketi, ki jo je izvedlo Združenje papirne in papirno predelovalne industrije, tudi letos papirni in papirno predelovalni dejavnosti v povprečju kaže dobro: prodajni prihodki celotne panoge so se v prvih osmih mesecih leta 2015 povišali za 3,74 odstotka, skupen fizičen obseg proizvodnje pa za 5 odstotkov glede na enako obdobje lani.

### Gonilo

Gonilo večjega obsega prihodkov je izvoz, saj so podjetja papirne in papirno predelovalne panoge prihodke na tujih trgih povišale za 5,6 odstotka, kar je nad povprečjem slovenske rasti izvoza v enakem obdobju (+ 5,2 odstotka), medtem ko so se vrednostno prodajni prihodki na slovenskem trgu znižali za 1,2 odstotka glede na enako obdobje lani. Pri fizičnem obsegu proizvodnje beležimo v prvih devetih mesecih leta 2,9 odstotno rast proizvodnje papirja in kartona, kar je precej nad povprečjem članic združenja CEPI, ki v enakem obdobju v povprečju poroča o 0,4 odstotka nižjem obsegu proizvodnje papirja glede na lani. Največjo rast obsega proizvodnje papirja v prvem devetmesečju na ravni Evropske unije sicer beležijo na Poljskem, in sicer 4 odstotke, ter v Romuniji, kjer ta znaša kar 11,4 odstotka. Pri segmentih domače papirno predelovalne industrije

### Proizvodnja v tonah



Letna proizvodnja  
Annual production volume (in tonnes)

statistika kaže celo okoli 10-odstotno povišanje obsega proizvodnje teh izdelkov v primerjavi z enakim lanskim obdobjem. Podatki kažejo izjemno velik porast izvoza embalaže iz nevalovitega papirja in kartona (+ 29 odstotkov), toaletnega papirja in izdelkov (+ 30 odstotkov) ter šolskih zvezkov (+ 57 odstotkov) glede na enako lansko obdobje.

**Glede na trenutne napovedi lahko v letu 2015 pričakujemo skupno proizvodnjo 730.000 ton papirja in kartona ter 230.000 ton izdelkov iz papirja, kartona in lepenke.**

Kljub ugodnim osemmesečnim kazalnikom se v panogi podjetja soočajo

z mnogimi izzivi. V primeru papirnic je letos glavna težava slabitev evra v primerjavi z ameriškim dolarjem, ki je septembra v primerjavi z dolarjem medletno šibkejši za 13 odstotkov. Tako neugodni cenovni situaciji pri nabavi surovin se na drugi strani pridružujejo pritiski kupcev in ponudba tekmecev po zniževanju prodajnih cen. Finančni kazalniki za leto 2015 tako ne bodo v celoti sledili dobrim medletnim indeksom pri fizičnem obsegu proizvodnje.

Nadalje se kljub nameram niso zgodile težko pričakovane dokapitalizacije in načrtovane spremembe lastništva v dveh papirnicah, precej hitro pa se je odvila menjava ter nova preimenovanja kartonažnih podjetij v skupini DS Smith.

Optimizem v panogi je v tem trenutku težko oceniti, saj so mnenja med podjetji zelo različna, vendar bi jih lahko povzela kot: optimizem v tistem delu panoge, ki se ukvarja z embalaranjem, večji optimizem v predelovalnem delu panoge, ki več svojih izdelkov proda na tuje trge, ter manjše zadovoljstvo proizvajalcev grafičnih papirjev.

## Ogledalo

Vsekakor panogi postavlja ogledalo tujina, saj je tam ustvarjenih v povprečju več kot tri četrtine vseh prihodkov, v primeru papirnic več kot 88 odstotkov. Vzvod za uspeh v tujini je konkurenčnost naših podjetij. Proaktivnost v smislu zagotavljanja lastne konkurenčnosti zagotovo kažejo podatki, da so investicije v papirni in papirno predelovalni dejavnosti stalnica. Tudi v letu 2015 naj bi se zanje namenilo okoli 23 milijonov evrov.

Na drugi strani pa je podjetjem treba zagotoviti konkurenčne pogoje poslovanja v Sloveniji v primerjavi s tujimi, kar je pomembno delo našega združenja. Pri svojem delovanju ugotavljam, da veliko tem stalno »recikliramo« in »nadgrajujemo«, mnoge tudi ne v prid podjetjem, vendar v skladu z zelo ambicioznimi okoljskimi in energetskimi cilji v Evropski uniji. ZPPPI je s koncem junija s sprejeto novo uredbo prispevala za obnovljive vire energije (OVE) uspel diferencirati ceno prispevka v prid večjim, energetsko

intenzivnim porabnikom elektrike, a sestava stroškov energentov ima mnogo postavk. Naslednja v vrsti je trošarina, pa zopet prispevek za učinkovito rabo energije in omrežnina. V pripravi je še vedno tudi uredba o dajatvi glede izpustov CO<sub>2</sub>, popravlja se uredba o načinu obračuna stroškov vode itd.

Čeprav se zdi v tem trenutku daleč stran in nepomembna, pa Evropska komisija že pripravlja tudi novo shemo trgovanja s toplogrednimi plini (ETS) po letu 2020. Njihovi cilji so, kar se tiče industrije, neskromni in zelo pomembno je, da se industrijska združenja v sodelovanju s podjetji vključujemo v proces priprave sheme. V primeru ZPPPI tako preko Evropskega papirniškega združenja (CEPI) kot tudi preko pristojnega okoljskega ministrstva, ki bo v Bruslju glasovalo v imenu Slovenije.

**Z novo uredbo za OVE in SPTE so papirnice privarčevale blizu 1 milijon evrov.**

## Zgled

Zdi se, da se obetajo svetlejša obzorja na področju kadrov in izobraževanja. Veseli me, da smo uspešno zaključili projekt KocPI, ki je panogi dal tudi finančen zagon za izvedbo prepotrebni izobraževanj, jo še bolj povezal in še trdneje potrdil potrebo in nujo, da papirna in papirno predelovalna

dejavnost najde ustaljeno pot do kadrov in izobraževanja. Po zgledu iz tujine in starih časov, bomo v Sloveniji ponovno uvedli vajeništvo in trenutno so v teku resni razgovori in priprave, da bi vajeništvo pilotno uvajali prav v papirnicah. S svojimi aktivnostmi in dobrimi rezultati, s skupnimi projekti in enotnimi sporočili smo namreč prepoznani kot zaposlovalci z inovacijskim in razvojnim potencialom in ustvarjalci večje dodane vrednosti.

Ker ob hitrem in razgibanem tempu življenja vse prepogosto pozabljamo nase, se je tudi ZPPPI pridružilo projektu »Promocije zdravlja na delovnem mestu«. Projekt je namenjen vsem zaposlenim v panogi in ponuja mnogo informacij ter aktivnosti, kako lahko nekaj dobrega storite zase tudi med delom. Projekt je namenjen vsem zaposlenim v panogi in ponuja mnogo informacij ter aktivnosti, kako lahko nekaj dobrega storite, ne le med delom, temveč tudi v svojem prostem času. Gre za promocijo zdravega življenjskega sloga, ki je pomemben, da se lažje in bolj učinkovito soočate s službenimi in drugimi osebnimi izzivi. Vabljeni.

*Petra Prebil Bašin, direktorica  
Združenje papirne in papirno predelovalne  
industrije*

**paloma**  
sensitive  
care

**Skrben dotik nežnosti.**

**DERMATOLOGICALLY TESTED**  
PARFUME FREE

**NOVO**

Nova linija toaletnih papirjev Paloma sensitive care z naravnimi ekstrakti za popolno mehko in zanesljivost.

Toaletni papir Paloma sensitive care **Calendula Extract**  
Izjemno nežnost in mehko pričara 4-plastni toaletni papir z naravnimi ekstrakti ognjica

Toaletni papir Paloma sensitive care **Silk Extract**  
Brezskrbno uporabo in koži prijetno izkušnjo ponuja 4-plastni toaletni papir z naravnimi ekstrakti buče svilopreke.

Toaletni papir Paloma sensitive care **Almond milk**  
Za najmekkejši dotik 3-plastnega toaletnega papirja poskrbi naravni ekstrakt mandljevega mleka

[www.paloma.si](http://www.paloma.si)

# KROŽNO GOSPODARJENJE: ZAPISANO V DNK-JU PAPIRNE INDUSTRIJE

## CIRCULAR ECONOMY: WRITTEN IN THE DNA OF PAPER INDUSTRY

Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS

*We are getting increasingly aware of the fact that the principle of circular economy is the only long-term sustainable form of economy. According to Petra Prebil Bašin, the manager of the Pulp, Paper and Paper Converting Industry Association at the Slovenian Chamber of Commerce, circular economy is a long established practice in Slovenian papermaking, and is practically written in the DNA of Slovenian paper industry. "Recycling and water loop closing are two fundamental principles of the paper industry to increase material and energy efficiency, which by inference reduces environmental impacts," says Ms. Prebil Bašin. Papermaking and papermaking plants seek to ensure controlled environmental impacts, reducing emissions and increasing the share of renewable energy.*



Vse bolj je prisotno zavedanje, da je načelo krožnega gospodarjenja dolgoročno edina vzdržna oblika gospodarjenja. Kot poudarja Petra Prebil Bašin, direktorica Združenja papirne in papirno-predelovalne industrije pri GZS, je krožno gospodarjenje v slovenskem papirništvu že dolgo ustaljena praksa in je tako rekoč zapisano v njegovem DNK-ju. »Recikliranje in zapiranje krogotokov sta temeljna principa, ki ju papirna industrija izvaja zaradi povečevanja snovne in energetske učinkovitosti, posledično pa to pomeni tudi zmanjševanje vplivov na okolje,« izpostavlja Prebil Bašinova. Pri svojem delovanju papirnice in papirno-predelovalna podjetja namreč skrbijo za nadzorovane vplive na okolje, znižujejo emisije in povečujejo delež obnovljive energije.

Papirništvo predstavlja vzorčen primer trajnosti v industriji, saj temelji na uporabi obnovljivih surovin, izdelkih, ki so reciklabilni in razgradljivi, predvsem pa na sodobnih, avtomatiziranih in ekološko prilagojenih proizvodnih procesih. Ti so rezultat dolgoletnega sistematičnega dela in naložb, tudi proaktivnega delovanja papirne industrije, ki nenehno išče nove priložnosti znotraj panoge in v povezavi z drugimi panogami ter pri tem preučuje dobre prakse.

Poleg celuloze, ki se pridobiva iz lesa nižje kakovosti, je **glavna surovina papirnic odpadni papir, saj predstavlja kar okoli 55 % surovin**. Evropski sistemi zbiranja odpadnega papirja in embalaže so zglede učinkovitosti. »Po podatkih CEPI-ja, evropskega združenja proizvajalcev papirja, v Evropi danes zberemo že več kot 71 odstotkov vsega v Evropi izdelanega papirja. Za primerjavo: letna poraba papirja v svetu je 400 milijonov ton letno. Poraba še vedno narašča in je danes dvakrat večja kot pred 30 leti, pri čemer se občutno znižuje delež papirja, namenjenega tisku in grafiki, narašča pa segmenta papirja za embalažo in higienske namene.

### Vzorčen primer trajnosti v industriji

Papirna industrija uporablja naravne, rastoče in obnovljive surovine.

Uporablja les nižje kakovosti za proizvodnjo celuloze in lesovine ter papir za recikliranje oziroma »odpadni« papir, ki danes predstavlja že več kot 50 % vseh surovin za proizvodnjo papirja.

### Papir je reciklabilen in biorazgradljiv.

Papirno vlakno lahko uporabimo od pet- do sedemkrat, je vsestransko uporaben in naravi prijazen material, nosilec informacij, odličen medij za izražanje kreativnosti, nepogrešljiv na številnih področjih našega življenja (higiena, embalaža ...).

### Današnja proizvodnja papirja je energetska in okoljsko prilagojena naravi.

Papirni izdelki nastajajo v zaprtih krogotokih, ki zagotavljajo ponovno uporabo vode v procesu, rabo recikliranih vlaken, soproizvodnjo toplote in elektrike, uporabo (in soproizvodnjo) biogoriv ter primarnih surovin, ki prihajajo iz nadzorovanih virov.

### Example of industrial sustainability

*Paper industry is working with natural, growing and renewable raw materials.*

*Paper is recyclable and biodegradable.*

*The current paper production is adapted to nature both from the energy and the environmental perspective.*

V Sloveniji zberemo okoli 56 odstotkov uporabljenega papirja. Posamezniki največ storimo za okolje, če papir odlagamo ločeno in tako olajšamo postopek zbiranja papirja za recikliranje.

*Slovenia collects more than 56 percent of waste paper. Each individual contributes to the environment by using separate waste disposal and thus facilitating the process of collecting waste paper for recycling.*

## Kaskadna raba lesne biomase

Papirna industrija je pomemben deležnik v tako imenovanem kaskadnem sistemu rabe lesa, ki prinaša maksimalni izkoristek lesne biomase in ima za cilj, da se v verigi vrednosti izdela čim več izdelkov z visoko dodano vrednostjo, ki se nato ponovno uporabijo ali reciklirajo v vrsto novih produktov na osnovi lesa. Recikliranje papirja ima v tem sistemu izjemno vlogo, saj se papirna vlakna s pomočjo recikliranja lahko uporabijo celo od pet- do sedemkrat, hkrati pa moramo vedeti, da brez »svežih« celuloznih vlaken ni novega papirja. Sveža vlakna pomembno vplivajo na mehansko trdnost papirja in so za nekatere vrste papirja (prehrambna industrija) edina izbira, vendar pa se zanje uporablja les slabše kakovosti.

**Zmotno je prepričanje, da je papirna industrija »ubijalka gozdov«, saj v resnici uporablja les slabše kakovosti in tako pomaga »čistiti« gozdove.**

*The common belief about paper industry being a "Forest killer" is wrong. In fact, the paper industry even uses lower quality wood to help "clear" the woods.*

## Ob istem obsegu proizvodnje za tretjino manj izpustov CO<sub>2</sub>

Slovenske papirnice redno posodablajo svoje procese ter tako sledijo zahtevni evropski okoljski in energetski zakonodaji. Zato beležijo stalno izboljševanje učinkovitosti, manjšo porabo surovin in energentov ter posledično tudi manj vplivov na okolje, cilj pa je proizvodnja brez odpadkov. Večina papirnic opravi tudi soproizvodnjo energije (elektrika in toplotna energija). »Slovenske papirnice so v zadnjih desetih letih znižale izpuste ogljikovega dioksida za kar 34,5 odstotka, pri tem pa celo nekoliko povečale proizvodnjo. Papirnice kar 93 % tehnološke vode očistijo, jo večkrat



uporabijo in vračajo v okolje čistejšo, kot je predpisano, skladno z evropskimi okoljskimi standardi. Dokaz kakovosti in systemskega delovanja z okoljem so tudi mnogi okoljski in drugi certifikati, ki jih pridobivajo podjetja papirne industrije,« pojasnjuje Petra Prebil Bašin.

**»Slovenske papirnice so v zadnjih desetih letih znižale izpuste ogljikovega dioksida za kar 34,5 odstotka, pri tem pa celo nekoliko povečale proizvodnjo.«**

*"In the last decade, Slovenian paper industry has reduced the emissions of carbon dioxide for as much as 34.5 percent while managing to slightly increase the production."*

## Zanesljiv zaposlovec

Danes slovensko papirno in papirno-predelovalno industrijo predstavlja dobrih sto podjetij, ki skupaj ustvarijo 750 milijonov evrov prihodkov, 180 milijonov evrov dodane vrednosti in so zanesljiv delodajalec skupno okoli 4300 zaposlenim. Poleg tega, da povečuje število zaposlenih, povečuje tudi dodano vrednost (povprečna dodana vrednost na zaposlenega v panogi v letu 2014 presega 46.000 evrov) in sodi med najbolj izvozno usmerjene panoge v Sloveniji, saj v povprečju izvozi 72,8 % svoje proizvodnje in tako predstavlja skoraj štiri odstotke slovenskega izvoza.

## Vedno usmerjeni v prihodnost

Enkrat letno se slovenska papirna in papirno-predelovalna industrija sestane na dvodnevem dogodku, ki novembra poteka na Bledu. »Čeprav papirna industrija uspešno uveljavlja načela krožnega gospodarjenja in dosega zgleden 72-odstotni delež recikliranega papirja, to ni razlog za počitek. Proizvajalci se zavedajo, da na primer »ekodesign«, ki pri načrtovanju nekega izdelka upošteva njegovo celotno življenjsko dobo, vključno z recikliranjem, lahko prinese še dodatne izboljšave. Poleg tega so pred nami vedno izzivi pri rabi vode, energentov, kakovosti vlaken in recikliranih vlaken ter predvsem, kako koristno vključiti stranske proizvode v procese drugih dejavnosti. Papirniška blata iz čistilnih naprav so na primer uporabna za kompostiranje, v gradbeništvu, ali pa za namene pridobivanja energije,« na nove možnosti uporabe opozarja Prebil Bašinova.

*Prispevek je bil prvotno objavljen 31. 8. 2015 v časopisu Dnevnik.*

# EMBALAŽA ZA PARADIŽNIKE, IZDELANA IZ PARADIŽNIKOVE RASTLINE

## PACKAGING FOR TOMATOES, MADE FROM TOMATO PLANTS

### Krožno gospodarjenje v praksi

*The Netherlands is known for many things, one of which is its innovative agricultural sector. Dutch tomatoes are grown in greenhouses, together occupying some 1.700 ha of space and producing about 815 million m<sup>3</sup> of tomatoes. Being annual plants, tomatoes are removed from the greenhouses after they are picked. This results in 70.000 tonnes of tomato plant waste each year. Usually this is a waste stream that is processed into compost by a waste treatment company, and tomato growers have always paid the waste treatment company to do so. A few years ago the idea started to recover the fibres in the tomato plant stems and turn them into cardboard, thus closing the material loop. The tomato growers then started a project consortium together with the Dutch paper and board industry, a waste treatment company, tomato growers associations and a few experts on biorefinery, and it wasn't until long that the first solidboard boxes had been produced.*

Nizozemska je znana po marsičem, med drugim tudi po svojem inovativnem kmetijstvu. Eden pomembnejših proizvodov nizozemskega kmetijskega sektorja je paradižnik, ki raste v rastlinjakih na kar 1700 hektarih in imajo prirast približno 815 milijonov m<sup>3</sup> paradižnikov. Ko paradižnike po obiranju odstranimo z rastline, ostane velika količina odpadnih paradižnikovih rastlin – kar 70 000 ton na leto. Tudi med sezono rasti nastajajo odpadki (listi, vejice), ki jih komunalna podjetja predelajo v kompost. Gojitelji paradižnikov so doslej komunalnim podjetjem plačevali za to storitev, pred leti pa se je nekaj inovativnih gojiteljev odločilo, da je zdaj, v dobi krožnega gospodarjenja, ki temelji na bioloških virih, čas za preobrat. Odpadke so želeli spremeniti v dobiček. Rodila se je zamisel o tem, da bi iz vlaken v steblih paradižnikovih rastlin izdelovali karton, ki bi ga gojitelji paradižnikov uporabljali kot embalažo za paradižnike, s čimer bi sklenili materialni krog.

Gojitelji paradižnikov so ustanovili konzorcij, v katerem sodelujejo nizozemska industrija papirja in kartona, podjetja za predelavo odpadkov, združenja gojiteljev paradižnikov ter strokovnjaki s področja biorafinerije. Kmalu zatem so izdelali prve škatle iz trdega kartona. Vendar brez težav ni šlo.

Odpadki paradižnikovih rastlin so precej mokri. Celo stebela, sicer najbolj suh del rastline, vsebujejo približno 80 % vode, zato je rastlinski material hitro pokvarljiv in načeloma neuporaben za proizvodnjo papirja in kartona. Večino odpadkov paradižnikovih rastlin bi morali obdelati v dveh mesecih, kar pomeni, da bi morali imeti stroj za predelavo rastlin z ogromno kapaciteto – kar z ekonomskega vidika ne bi bilo izvedljivo.

Kot rešitev se je pokazala možnost, da bodo material ohranili s siliranjem.

Izkazalo se je, da bo kljub temu težko zagotoviti ekonomsko upravičenost izdelave embalaže iz odpadkov paradižnikovih rastlin. Ker so vlakna pri trenutni uporabi trdega kartona enake vrednosti kot reciklirana vlakna in ker le 20 odstotkov rastlinskih odpadkov predstavlja trdna snov, bi bili stroški predelave zelo visoki, če ne bi koristno uporabili tudi preostalih 80 odstotkov rastlinskih odpadkov: tekočine. To je privedlo do zamisli o izločanju protimikrobnih spojin iz rastlinskih sokov, ki bi jih nato uporabili v embalaži za paradižnike in jih s tem dlje ohranjali sveže. Preostanek rastlinskih sokov, ki vsebujejo precejšnje količine sladkorjev in beljakovin, bi nato lahko porabili za proizvodnjo

bioplinov s fermentacijo (kratkoročna uporaba) ali izdelavo bioplastike PHA, ki jo je mogoče predelati v folije za embalažo paradižnikov (dolgoročna uporaba). Na ta način je mogoče izdelati celoten embalažni koncept, ki zajema 5-kilogramsko škatlo iz trdega kartona za veleprodajo, in maloprodajne protimikrobne, zložljive kartonske škatle, ovite v folijo iz bioplastike PHA, vse na podlagi odpadnih snovi iz paradižnikovih rastlin.

V času, ko to pišem, konzorcij že uspešno proizvaja in trži ne le 5-kilogramsko škatlo iz trdega kartona za veleprodajo, pač pa tudi več vrst potrošniške embalaže (na slikah).

Anouk Dantuma,  
Kenniscentrum Papier en Karton, Nizozemska



Primeri škatle iz trdega kartona za veleprodajo (vsebina: 5 kg paradižnikov).  
Examples of the solidboard B2B box (containing 5 kg of tomatoes)



Primeri embalaže za maloprodajo (z običajno plastično folijo).  
Examples of consumer packaging (still with conventional plastic film).



CA

LC

IT

---

Premazni pigmenti in polnila za papirno industrijo.

---

The logo for CALCIT, featuring the word "CALCIT" in a bold, sans-serif font. A small blue triangle is positioned above the letter "A".

# PAPIRNIŠTVO V SLOVENSKE STRATEGIJI PAMETNE SPECIALIZACIJE

## PANEL ON DEVELOPMENT: PAPERMAKING IN SLOVENIA'S SMART SPECIALISATION STRATEGY

Inštitut za celulozo in papir

Within the framework of the Slovenia's Smart Specialisation Strategy, a panel was held at the Pulp and Paper Institute on August 25, 2015 to discuss strategic investments in the development of advanced materials, technologies and products based on biomass, pulp and paper. The participants talked about a continuing cooperation of partners from the paper and paper-related industries, as well as R&D institutions to boost investments in specifically defined priority areas. An additional challenge to the discussion was raised by Mr. David Ravnjak, PhD, from Vevče Paper Mill, who prepared a presentation titled "Nanotechnology for the pulp and paper industry – today or only the day after tomorrow?"

25. avgusta 2015 je na Inštitutu za celulozo in papir potekal strokovni posvet o strateških vlaganjih v razvoj naprednih materialov, tehnologij in produktov na osnovi biomase, celuloznih vlaken in papirja, in sicer v okviru Slovenske strategije pametne specializacije. Namen posveta je bil pogovor o nadaljnjem povezovanju partnerjev iz papirne in povezanih industrij ter RR institucij za pospešitev vlaganj na definirana prednostna področja. Dodaten izziv k razpravi je podal dr. David Ravnjak iz Papirnice Vevče s strokovnim prispevkom »Nanotehnologija za industrijo celuloze in papirja – danes ali šele pojutrišnjem?«.

### Slovenska strategija pametne specializacije, S4

V septembru 2015 je Vlada RS sprejela Strategijo pametne specializacije Slovenije (S4), ki predstavlja dokument za bolj usmerjeno vlaganje javnih sredstev za raziskave in razvoj na področja, kjer ima Slovenija znanja, kompetence in potencial za razvoj mednarodno konkurenčnih produktov in storitev.

Na poziv za opredelitev perspektivnih tehnoloških in produktivnih področij se je odzvala tudi papirna industrija. Inštitut za celulozo in papir je povezal partnerje iz papirne, tekstilne in povezanih industrij ter vodilne raziskovalne skupine iz RR-institucij za pripravo strateškega načrta vlaganj glede na razvojne izzive industrije in prepoznane tržne trende. Pobuda je bila sprejeta in vključena v prednostno usmeritev strategije »Izkoriščanje naravnih in tradicionalnih virov za prihodnost«.



Slovenska strategija pametne specializacije, S4  
Slovenia's Smart Specialisation Strategy, S4

### Predstavitev pobude NMPslo, »Napredni materiali in produkti iz celuloznih vlaken in papirja«

Pobuda poudarja vlaganja v razvoj naprednih materialov ter proizvodnih in procesnih tehnologij, ki zagotavljajo razvoj konkurenčnih končnih produktov za obstoječe in nove trge.

Poudarjena so štiri področja vlaganj:

- ▶ razvoj novih produktov iz biomase (nanoceluloza in zelene kemikalije),
- ▶ razvoj naprednih, večfunkcionalnih materialov (papir in tekstilni materiali) z integrirano nanocelulozo in okoljsko sprejemljivimi aditivi,

- ▶ razvoj konkurenčnih končnih produktov na obstoječih in hitro rastočih trgih napredne embalaže ter
- ▶ razvoj proizvodnih in procesnih tehnologij za stroškovno in okoljsko učinkovito proizvodnjo.

Na razvojnem posvetu je bila predstavljena tudi pobuda, ki jo povezuje Univerza v Mariboru »WoodMatEnergy« in je prav tako usmerjena v razvoj naprednih materialov iz lesa in lesnih odpadkov, vključevanje le-teh v kompozitne strukture in razvoj produktov z visoko dodano vrednostjo na tradicionalnih (papirništvo, tekstilna industrija) in novih področjih uporabe (kot so biomedicina, avtomobilska, gradbena in druge industrije).

**The emphasis is on four investment areas:**

- ▶ **development of new products from biomass (nanopulp and green chemicals)**
- ▶ **development of advanced multi-functional materials (paper and textiles) with integrated nanopulp and environmentally acceptable additives,**
- ▶ **development of competitive end products on existing and rapidly growing markets of advanced packaging, and**
- ▶ **development of production and process technologies for a cost-effective and environmentally efficient production.**

Med pomembnimi izzivi in priložnostmi sta poudarjena pridobivanje in uporaba nanoceluloze. Strokovni prispevek

o tem materialu je na posvetu pod izzivalnim naslovom »Nanotehnologija za industrijo celuloze in papirja – danes ali šele pojutrišnjem?« predstavil dr. David Ravnjak iz Papirnice Vevče. Odgovor na podlagi najnovejših pregledov stanja, študij globalnih trendov, tržnega potenciala in razvojnih smeri v svetu (Simpozij TAPPI NANO, 2015) se v kratkem glasi – Nanotehnologija bo na voljo že jutri! Proizvodnja in uporaba nanoceluloze namreč predstavljata zelo aktivno področje raziskav v svetu, s potrjenim obsegom vlaganj v zadnjih petih letih. Perspektivnost je utemeljena z vidika trajnosti materiala (obnovljivi viri, biorazgradljivost), njegove biološke kompatibilnosti in varnosti ter vrste funkcionalnosti za njegovo uporabo v različnih industrijah (nizka specifična teža, visoka mehanska jakost, dimenzijska stabilnost ...). V tem obdobju se je zgodil tudi preskok od laboratorijske na polindustrijsko raven. Povečujejo se proizvodne kapacitete nanoceluloze,

s čimer se tudi izboljšuje razmerje med ceno in učinkom. Potencialna uporaba je prepoznana v bariernih materialih, penah/aerogelih, filmih/folijah, reoloških dodatkih, kompozitih, kar pomeni velik tržni potencial za nanocelulozo in nanomateriala. Najobetavnejši trgi s pričakovanim velikim obsegom porabe nanoceluloze in prvimi primeri industrijskih aplikacij so papirna, polimerna, tekstilna, gradbena in avtomobilska industrija. Manjši obseg potreb je pričakovan na področju gradbeništva (izolacijski material), kemijske industrije (barve, laki) in letalstva. Nanomateriali pa odpirajo tudi povsem nova področja uporabe in nove rastoče trge, na primer v elektroniki (senzorji, filtri, elektronska vezja, 3D-tisk), medicini (diagnostika, biomedicina, medicinska oprema) in kozmetiki.

Mateja Mešl, direktorica  
Inštitut za celulozo in papir

## 3,7 MILIJARDE EVROV ZA INDUSTRIJO, KI BO TEMELJILA NA BIOLOŠKIH VIRIH

### 3.7 BILLION EUROS FOR A BIOBASED INDUSTRY



*In September, BioBased Industries (BBI JTI), a public-private partnership formed on the initiative of the European industry, published a new set of calls for proposals for projects focused on a more competitive and biobased Europe. For that purpose, the BBI initiative and the European Commission plan to allocate 3.7 billion euros until 2020. Interestingly enough, a recipient of EU funding in this first set of calls of proposals is also the winning team of CEPI Two Teams Project competition. The subsidy was granted to the PROVIDES consortium that develops the DES (Deep Eutectic Solvent) technology and consists of 23 partners, including the most important companies of the European paper industry. (<http://www.providespaper.eu/about/>).*



Javno-zasebno partnerstvo »BioBased Industries« (BBI JTI), ki je nastalo na pobudo evropske industrije, je v septembru objavilo nov sklop razpisov, s katerimi želijo spodbuditi projekte za bolj konkurenčno in na bioloških virih temelječo Evropo. Za ta cilj bo iniciativa BBI skupaj z Evropsko komisijo do leta 2020 namenila 3,7 milijarde evrov. Kot zanimivost povejmo, da je bil v prvem sklopu razpisov letos že izbran

zmagovalni tim CEPI-jevega tekmovanja Two Team Project, ki razvija DES (Deep Eutectic Solvent) tehnologijo. Sredstva je dobil konzorcij Provides, v katerem so med 23 partnerji najpomembnejša podjetja evropske papirne industrije. (<http://www.providespaper.eu/about/>)

**Program BioBased Industries želi izboljšati rabo evropskih obnovljivih bioloških virov (od biomase do odpadkov) in spodbuditi proizvodnjo novih izdelkov z višjo dodano vrednostjo ter oblikovanje novih trgov za te izdelke.** S finančnimi spodbudami, ki jih omogočajo omenjeni razpisi, želijo vzpostaviti nova partnerstva in povezati vse industrijske sektorje, ki temeljijo na bioloških virih. Tako bi kot enoten, na bioloških virih temelječ sektor skupno delovali kmetijstvo, gozdarstvo, kemična,

živilsko-predelovalna, papirniška industrija in energetika.

»Subvencija je odlična novica za industrijo,« meni **Math Jennekens**, direktor za R & R v Sappi Europe, enem izmed industrijskih partnerjev BBI JTI. »Tehnologija DES bo prinesla velik napredek evropski industriji in okrepila naš položaj kot ključnega v razvoju biogospodarstva. Pomembno je, da BBI iniciativa omogoča obliko sodelovanja, ki univerze in inštitute povezuje z evropsko industrijo celuloze in papirja.«

Več o aktualnem razpisu BBI najdete na <http://www.bbi-europe.eu/participate/calls-proposals>.

Tanja Bricelj, Mateja Mešl

# KAKO NAMESTO FOSILNIH GORIV UPORABITI ODPADNO TOPLOTO

## HOW TO REPLACE FOSSIL FUELS WITH WASTE HEAT

Energetika.NET

*Companies using waste heat claim that each cubic metre of gas and each kilowatt hour of electricity that a company does not need to buy, is a significant saving. In fact, through various projects focused on using waste heat, many companies have managed to reduce their annual expenses for several thousand euros. After all, a responsible management and reuse of resources is crucial not only for reducing production costs but also to at least limit - if not completely eliminate - the growing number of environmental issues.*

»Vsak kubični meter plina in vsaka kilovatna ura električne energije, ki je ne kupimo, pomeni prihranek,« pravi Boštjan Smrekar, vodja Tehnike v Papirnici Vevče. Zato si že od začetkov poslovanja papirnice prizadevajo zmanjševati specifično porabo energentov in posledično znižati stroške zanje. »Odpadno toploto izkoriščamo preko toplotnih izmenjevalcev. Vsako leto izvajamo izboljšave in v okviru rednega vzdrževanja, vse naložbe pa morajo zagotavljati prihranek pri energiji, ne glede na to, kakšne narave so (tehnologija, zamenjava obstoječih sklopov ipd.),« pojasni Smrekar.

Zato so v preteklosti vgradili toplotne izmenjevalce, preuredili prezračevanje proizvodnih dvoran, predelali sušenje papirja, zmanjšali temperaturo izstopnih dimnih plinov in podobno. »Učinek je viden v manjši specifični porabi plina in električne energije,« pravi sogovornik. Dodaja, da bodo letos »poskusno zamenjali 10 odstotkov kondenziranih lončkov za drugačen sistem in merili učinek. Če se bo nov sistem obnesel, bomo zamenjali vse kondenzirane lončke v tovarni,« je še napovedal Smrekar.

### Toploto izkoriščali že pred letom 2000

V Steklarni Hrastnik odpadno toploto izkoriščajo na tri načine. Z odpadno toploto kompresorjev predgrejajo vodo, ki jo uporabljajo v proizvodnem procesu. Uporabljajo tudi odpadno toploto dimnih plinov na peči G, in sicer za segrevanje vode, ki jo uporabijo za uplinjanje kisika, za dogrevanje sanitarne vode in za dogrevanje upravne stavbe. Izkoriščajo pa tudi toploto iz peči B, ki jo pridobijo z ohlajanjem dela peči, in sicer za dogrevanje dela proizvodnje v zimskih mesecih, je pojasnil Roman Tušek, vodja energetike v Steklarni Hrastnik.

Projekt izkoriščanja odpadne toplote kompresorjev je Steklarna Hrastnik izvedla že pred letom 2000. V okviru naložbe je peč G so izvedli projekt izkoriščanja



Izvedba uporabe izpušnih plinov iz infrardečega sušenja za ogrevanje sušilnih havb na Premaznem stroju. S predelavo so dosegli do 25% manjšo specifično porabo plina, na tono proizvedenega papirja. Use of exhaust gases from IR drying for the heating of drying hoods on the coating machine. Converting resulted in a 25% decrease of specific consumption of gas per tonne of paper produced.

odpadne toplote dimnih plinov iz te peči, lani pa so v okviru naložbe v peč B izvedli projekt izkoriščanja toplote, ki jo pridobijo z ohlajanjem te peči. Naložbi sta skupaj znašali 115.000 evrov. Učinki izkoriščanja odpadne toplote v Steklarni Hrastnik so občutni. Na letni ravni so se tako zaradi številnih izvedenih projektov stroški znižali za 62.000 evrov. S podobnimi projekti bodo nadaljevali, saj želijo še dodatno znižati rabo vode in energentov in s tem tudi svoje vplive na okolje.

### Najnovije tehnologije omogočajo izkoriščanje odpadne toplote

Tudi v Slovenski industriji jekla (SIJ) se zavedajo pomena izkoriščanja odpadne toplote. V podjetju Acroni tako v hladni valjarni izrabljajo del toplote dimnih plinov za pripravo pare, v družbi Metal Ravne del odpadne toplote izkoriščajo za ogrevanje sanitarne tople vode, v ogrevalne peči pa vgrajujejo rekuperacijske in regeneracijske gorilnike, ki izkoriščajo odpadno toploto dimnih plinov.

»Odpadne toplote v obliki tople vode je v našem primeru toliko, da bomo hitro zadovoljili svoje potrebe po njej,« pojasnijo. Pravi izziv bo torej najti porabnike, pri tem pa v SIJ-u pričakujejo predvsem podporo distributerjev in/ali koncesionarjev

posameznih podjetij, ki se ukvarjajo z daljinskim ogrevanjem. »Poleg tega distributerji s konvencionalno proizvodnjo toplotne energije postajajo povsem nekonkurenčni lokalnim ogrevalnim enotam. Z drugačnim pristopom, na primer z izrabo odpadne toplote, bi si lahko takšna podjetja zagotovila ohranjanje konkurenčnosti distribucijskega sistema, hkrati pa sledila direktivam, ki jih zavezujejo k uporabi obnovljivih virov energije in odpadne toplote. Na obeh lokacijah, tako na Jesenicah kot tudi na Ravnah na Koroškem, imamo možnost plasiranja toplote v daljinske sisteme,« pravijo v SIJ-u.

Tudi v njihovih podjetjih se izkoriščanje odpadne toplote pozna predvsem finančno, pričakujejo pa tudi spoznanje širše okolice, da skrbijo za okolje. »Ne nazadnje bi se moralo pri uporabi odpadne toplote za potrebe daljinskega ogrevanja kaj poznati tudi na položnicah gospodinjstev za ogrevanje,« pravijo v SIJ-u in dodajajo, da se z vsakim ukrepom izrabe odpadne energije znižajo tudi stroški.

Obširnejši članek o tej temi je bil objavljen na portalu Energetika.NET, kjer najdete kopico člankov s področja energije, komentarje različnih deležnikov in številne intervjuje!

Andreja Šalamun,  
Energetika.NET

Bine Volčič  
PRIPOROČA

*Bine Volčič*



# KORAČNO PEČENJE

Step by step - V VEČ KORAKIH DO POPOLNE JEDI

Vsaka pečica Gorenje je majhna tovarna čudežev. Preko 60 let poglobljenih raziskav peke in kuhanja je pripeljalo do različnih rešitev, ki omogočajo edinstveno izkušnjo kulinarичnega ustvarjanja. Ker v Gorenju želimo našim uporabnikom omogočiti čim bolj preprosto pečenje z vrhunskimi rezultati, smo zapletene procese pečenja pretvorili v enostavne programe.

Koračno pečenje ali Step by step je program, kjer uporabnik vnaprej določi več zaporednih korakov postopka peke. Ta način uporabe pečice je idealen pri peki kruha, piščanca ali lazanje, ko so potrebne temperaturne spremembe.

Bine Volčič za vrhunske kulinarичne dosežke priporoča pečico s programom "Koračno pečenje".

**gorenje**  
*Life Simplified*

# ZAKLJUČNA KONFERENCA KocPI IN KocLES

## KocPI AND KocLES CLOSING CONFERENCE

KocPI

*A common closing conference, organised by the competence centres (Koc) from the two closely linked industries, papermaking and wood industry, drew attention to the importance of investing in employee knowhow, and of sectoral training centres. Both centres, KocPI and KocLES, have been in operation from February 2013 to August 2015, and during that period, almost 5000 people attended various training courses, with 2188 thereof from the paper industry. The closing conference was attended by approximately 80 participants from the papermaking and wood industry.*

**Zaključna konferenca, ki sta jo junija skupaj organizirala KocPI in KocLes, je opozorila na pomen vlaganja v znanje zaposlenih in na pomembnost sektorskih centrov za usposabljanje. Od februarja 2013 do avgusta 2015 sta kompetenčna centra zabeležila skoraj 5000 vključitev v izobraževanja, od tega jih je bilo 2118 s področja papirništva. Zaključnega dogodka se je udeležilo okoli 80 udeležencev iz papirniških in lesarskih podjetij.**

Uvodoma je prisotne nagovoril **Igor Milavec**, direktor Združenja lesne in pohištvene industrije pri GZS, in opozoril, da je za Evropo edina pot model krožnega gospodarjenja. »Za ta prehod pa je treba spremeniti vrednote in pri tem brez stalnega izobraževanja ne bo šlo,« je poudaril Milavec. »Kompetenčni centri so pravo orodje za izobraževanje in posredovanje znanja in zato bo Združenje njihovo dejavnost tudi v prihodnje podpiralo.«

Nadaljevala je **Petra Prebil Bašin**, direktorica Združenja za papirno in papirno-predelovalno industrijo, ki je zbrane na začetku spomnila na prehojeno

pot kompetenčnih centrov in glede na neuspešnost prve prijave poudarila, da je tudi pri tovrstnih podvigih treba vztrajati. Prebil Bašinova je poleg izobraževalne naloge KocPI-ja posebej izpostavila tudi vlogo promotorja papirne industrije, saj je, kot ugotavljajo na Združenju, ugled papirne industrije neustrezen tudi zaradi tega, ker preprosto ni (srednjih) šol, v katerih bi se mladi podučili o tej gospodarski panogi. »To vrzel je KocPI odlično zapolnil,« je poudarila Petra Prebil Bašin.

O prihodnosti kompetenčnih centrov je spregovoril **Aleš Vidmar** iz Javnega sklada za razvoj kadrov in štipendiranje, ki je že napovedal prizadevanja za KOC2, obenem pa opozoril na to, da so tudi slovenska podjetja že spoznala, da ni in ne sme biti tekmeč nekdo iz sosednje doline, ampak so resnični tekmeči tisoče kilometrov stran. Glede na to, da je Evropa celina, ki nima virov, ima pa znanje, moramo na tem temeljiti svojo konkurenčno prednost.

**Lidija Zupančič** in **Marko Mokorel** sta predstavila razvojni poti papirniškega in lesarskega kompetenčnega centra. Pri tem sta kot poseben dosežek izpostavila izdelane kompetenčne modele, ki so

z dvigom kompetenc posledično vplivali tudi na učinkovitost in s tem konkurenčnost. »Ker nimamo šole za papirništvo, je KocPI poleg izobraževanja spodbudil tudi izmenjavo in pretok znanja ter dobrih praks,« je poudarila Lidija Zupančič, vodja projektna pisarne KocPI. Opozorila je tudi na multidisciplinarnost in dejstvo, da danes potrebujemo kadre, ki kombinirajo svoja znanja (papirničar, ki obvlada dva tuja jezika; kemik, ki je tudi električar; vzdrževalec, ki ima tudi znanje kemije).

**Marco Mensink** iz CEPI-ja, evropske konfederacije papirničarjev, je opozoril na trende v bioekonomiji in poudaril, da je prihodnost v specializaciji in bioproduktih. Omenil je prvo biopapirnico nove generacije, ki jo na Finskem gradi skupina Metsä, ter poudaril, da imajo bioprojekti smisel le, če pripeljejo do povečanja vrednosti materiala. Kot primer dobre prakse je izpostavil tudi projekt Biofore (o katerem smo pisali v prejšnji reviji Papir), vozila, ki je v celoti izdelano iz lesnih materialov. Ob koncu je podal zelo neposredno sporočilo: **»V Bruslju lahko dobite denar, če imate dobro idejo in veste, kaj hočete.«**

Srečanje se je zaključilo z okroglo mizo z naslovom »Kadri, znanje in inovacije«, na kateri so pod moderatorstvom **Gorana Novkovića** z GZS sodelovali **Alojz Burja**, **Aleš Dolenc**, **Marko Jagodič**, **Andrej Kropivšek**, **mag. Andrej Mate** in **dr. Simon Žnidar**. Vsi udeleženci okrogle mize so izrazili pričakovanje, naj država nadaljuje in nadgradi delovanje kompetenčnih centrov tudi v prihodnje, hkrati pa so se zavzeli za spremembo vrednot, s katero bi Slovenija in s tem obe gospodarski veji naredili tako atraktivni, da bi se vanju znova začeli vračati sposobni in izobraženi ljudje.



Udeleženci okrogle mize so izrazili pričakovanje, da država nadaljuje in nadgradi delovanje kompetenčnih centrov tudi v prihodnje.

*The roundtable participants have expressed their hope for the state to continue and upgrade the operation of competence centres in the future.*

Tanja Bricelj,  
Kolibri, s. p.

# KocPI – USPEŠEN ZAKLJUČEK PROJEKTA RAZVOJA KADROV V PAPIRNI INDUSTRIJI

## KocPI PROJECT ON HR DEVELOPMENT IN PAPER INDUSTRY SUCCESSFULLY COMPLETED



KocPi in ICP

*The project of the Competence centre for human resource development in paper industry, partly financed by the European Social Fund in Slovenia, was successfully completed in August 2015. As of February 2013, the ICP as project coordinator had organised more than 300 different training programmes for the employees in paper and paper converting industry, with more than 2300 participants. In the absence of formal education programmes in papermaking, our efforts represent an important contribution to the development of skills and competences of human resources, thus improving the competitive position of our industry.*



Foto: Arhiv ICP

Projekt KocPI naj bi dobil svoje nadaljevanje, KocPI2.  
*The KocPI project is supposed to continue with KocPI2*

Ob zaključku projekta Kompetenčni center za razvoj kadrov v papirni industriji smo na Inštitutu za celulozo in papir 25. avgusta 2015 organizirali Dan odprtih vrat, s katerim smo se želeli podrobneje predstaviti širši javnosti. Zaposleni so obiskovalcem predstavili delo ICP, akreditirane laboratorije za testiranje surovin, papirja in embalaže ter delovanje pilotnega papirnega stroja za industrijska testiranja in izdelavo specialnega papirja.

Istočasno je potekal še zadnji sestanek partnerjev v projektu KocPI. Pregledali smo dosežke projekta ter se pogovorili o nadaljnjih usmeritvah in načrtih. Partnerji so se strinjali, da je KocPI odlično izhodišče za vzpostavitev lastnega in trajnega sistema strokovnega izobraževanja kadrov papirne in papirno-predelovalne industrije. V okviru KocPI nismo le izvajali skupnih ali individualnih programov usposabljanj, temveč že tudi postavili temelje dolgoročne strategije.

Prepoznali smo potrebe panoge na področju razvoja kadrov. **Vzpostavljena je mreža izkušenih predavateljev in mentorjev v podjetjih. Z vključitvijo strokovnjakov iz papirnic v pripravo programov strokovnega izobraževanja smo vzpostavili temeljne pogoje za nadaljnje redno izvajanje le-teh. Zaključuje se priprava prvega lastnega programa izobraževanja za papirničarje, ki temelji na potrebah podjetij. V pripravi so še drugi.** Partnerji so podprli predlagano ustanovitev Medpodjetniškega izobraževalnega centra (MIC), kot zakonske oblike organizacije za povezovanje strokovnega izobraževanja z delom. Naša vizija je vzpostaviti organizacijo, ki bo s povezovanjem znanja iz podjetij, raziskovalnih in izobraževalnih institucij zagotavljala trajno in celovito ponudbo izobraževanja in usposabljanja za konkurenčnost panoge. MIC bo omogočal izvajanje tako neformalnih oblik funkcionalnega

usposabljanja zaposlenih kot do sedaj v KocPI, kakor tudi formalnih (verificiranih) programov praktičnega usposabljanja z delom ter strokovnega izobraževanja zaposlenih za prekvalifikacije, usposabljanja in specializacijo.

V drugem delu Dneva odprtih vrat ICP je potekal razvojni posvet o pobudah papirne in povezanih industrij v okviru Strategije pametne specializacije Slovenije. Posvet je bil skupna iniciativa nosilcev pobud za strateška vlaganja v razvoj materialov, tehnologij in produktov na osnovi biomase, celuloznih vlaken in papirja, Inštituta za celulozo in papir ter Univerze v Mariboru. Na posvetu so se udeleženci dogovorili o nadaljnjih korakih povezovanja in skupnih aktivnostih za usmerjanje vlaganj v definirana strateška področja.

Dan odprtih vrat smo namenili tudi promociji med mladimi. V sodelovanju z zavodom Utrinek sanj ([www.utrineksanj.si](http://www.utrineksanj.si)), ki gostuje na lokaciji ICP, smo ob

dogodkih organizirali spremljevalni program za otroke. Otrokom sta bila na igriv in ustvarjalen način približana postopek izdelave papirja in njegova uporaba. 31 otrok si je ogledalo proces na pilotnem papirnem stroju, ustvarjalo kipce iz papirne kaše in obleke ter opremo iz papirja, kar so

potem predstavili staršem in drugim obiskovalcem.

Ob zaključku projektase sodelavci ICP in projektne pisarne KocPI zahvaljujemo partnerjem projekta za dobro sodelovanje. Verjamemo, da je bila to za vse nas zelo pozitivna izkušnja, da smo skupaj

izpeljali koristna izobraževanja, razširili obzorja, spletli nova poznanstva in spoznali čudovite ljudi, predvsem pa znova potrdili prednosti sodelovanja v panogi. Veselimo se nadaljnjega sodelovanja v MICu in KocPI2.

*Ekipa KocPI in ICP*



Otroci na dnevu odprtih vrat ICP  
*Children visiting ICP on Open Day*



Foto: Arhiv ICP

## Manekenke in vitezi na ogledu papirnega stroja

Ob lepo obiskanem dnevu odprtih vrat na ICP je bilo poskrbljeno tudi za varstvo otrok. Bili so zadnji dnevi poletnih šolskih počitnic in čas, ko si starši vedno belimo glave, komu v varstvo zaupati svoje otroke. ICP je k sodelovanju povabil tri mlade ustvarjalce iz podjetja Utrinek sanj, ki so že nekaj mesecev najemniki prostorov Inštituta.

V Utrinku Sanj so gostili 31 otrok, ki so tistega dne imeli pester celodnevni program na temo papirja. Zgodaj dopoldne so najprej izdelovali oblačila iz papirja, tisti, ki jih »moda« ni zanimala,

pa so si izdelali kartonski ščit in sabljo in se prelevili v viteze. Besede ne morejo opisati vsega navdušenja, ko so otroci nosili »papirne« obleke, šale, kape in vlečke. Sledila je prva modna revija za ponosne starše, ki so si jo med programom zaključnega dogodka KocPI prišli ogledati. Zatem so si ogledali proizvodnjo papirja na pilotnem papirnem stroju Inštituta, ki je nekatere malčke povsem prevzela. V nadaljevanju so otroci pripravili »papirno kašo« iz odpadnega papirja in iz nje nato ustvarjali kipce, ki so se na zraku sušili še tedne ... :)

Preden so odšli domov, so Utrinkovci malčkom pripravili še lutkovno igrico in kljub slabemu vremenu so otroci doživeli popoln počitniški dan ...

*Petra prebil Bašin, direktorica  
Združenje papirne in papirno predelovalne  
industrije, GZS*





# MOŽGANI BOLJŠE SPREJEMAJO PISAVO NA PAPIRJU KOT NA ZASLONU

## OUR BRAIN PREFERS WRITING ON PAPER TO DIGITAL SCREENS



*Handwriting has only existed for the last 6000 years which, from the evolutionary point of view, is a very short period of time in the existence of the human race. Our brain perceives letters, words and sentences, as well as whole texts, as specific objects in the environment that is surrounding us. It is therefore not surprising that it responds differently to words seen on a computer screen than to those read on paper. According to researchers, the key to understanding this difference is in the "geography of words".*

Prva pisava se je pojavila šele pred 6000 leti in gledano z razvojnega stališča je to zelo kratek čas v obstoju človeške vrste. Črke, besede, stavke, pa tudi celotna besedila naši možgani zaznavajo kot objekte v okolju, ki nas obkroža. Zato ni presenetljivo, da se možgani odzivajo drugače, kadar vidijo besede na računalniškem zaslonu ali kadar jih preberejo na papirju. Ključ za razumevanje te razlike leži v »geografiji besed«, pravijo raziskovalci.

Profesorica lingvistike Naomi Baron v knjigi Besede na ekranu: usoda branja v digitalnem svetu objavlja rezultate raziskave, ki je vključevala 300 študentov iz ZDA, Japonske, Slovaške in Nemčije. Na izbiro so imeli izpise na papirju, pametnih telefonih, prenosnikih, e-bralnikih in ekranih osebnih računalnikov. Kar 92 odstotkov vseh je menilo, da jim papirnata različica omogoča najboljšo zbranost. Morda tudi zato, ker je vse bolj jasno, da množica navigacijskih pripomočkov in spletnih povezav (linkov) na zaslonih branju ne koristi, temveč celo nasprotno – nanj vpliva destruktivno.

Raziskovalca Pam Mueller in Daniel Oppenheimer sta primerjala učinkovitost študentov, ki so delali zapiske, napisane na roko, in tiste, ki so jih izdelali na prenosniku. Ugotovitev: relativna počasnost pri pisanju na roko zahteva večjo mentalno zavzetost, ki študente spodbuja k povzemanju, namesto da bi zapisovali navedbe dobesedno.

Psihologinja Karin James je testirala 5-letnike, ki še niso znali brati ali pisati in jih prosila, naj reproducirajo črko oziroma znak na tri različne načine: s tipkanjem na računalnik, risanjem na prazen list in s pomočjo pik na papirju, ki so jih morali povezati. MRI naprava je pokazala, da je le pisanje po praznem papirju v možganih aktiviralo področja, ki so zadolžena za branje in pisanje, medtem ko druga dva načina teh področij nista sprožila.

Podobni učinki so bili odkriti tudi pri drugih testiranjih, ki niso pokazali le tesne povezave med branjem in pisanjem, ampak tudi, da se izkušnja branja razlikuje, če so se testirane osebe naučile črk prek pisanja na roko ali prek tipkanja na računalnik.

Raznolikost, zahtevnost in aktivacija psihomotorike s pomočjo objekta, kot je denimo list papirja ali knjiga, spodbujajo naše možgane boljše kot zgolj preprosto drsenje (»skrolanje«) z drsnikom prek računalniškega zaslona.

Pa vendar: sprejeti moramo dejstvo, da samo en način branja ne obstaja. Podobno, kot bi bilo nesprejemljivo živeti v svetu brez knjig, listov (ter svinčnikov in barvic), bi bilo nesmiselno zanikati bogate možnosti, ki jih v naše življenje lahko vnesejo besede in svetovi na računalniških ali televizijskih ekranih.

Tanja Bricelj,  
povzeto po FEPE News



**MG INŠTALATERSTVO d.o.o.**  
Krtina 57b  
1233 Dob

**T:** 00 386 1 724 95 40  
**E:** info@mg-instalaterstvo.si  
**W:** www.mg-instalaterstvo.si

**POPRAVILA IN MONTAŽA VODOVODNIH IN OGREVALNIH NAPRAV,  
SOLARNIH SISTEMOV IN CEVARSKA DELA IZ PROKROMA**

# DIMAS

DINAMIČNI MAZALNI SISTEMI

Podjetje DIMAS d.o.o. zastopa vodilnega svetovnega proizvajalca sistemov za centralno mazanje strojev in naprav podjetje SKF, Poleg SKF-a zastopa še ameriško podjetje HY-PRO Filtration, ki proizvaja komponente in sisteme za filtracijo in nego olj.



#### Dejavnost podjetja DIMAS d.o.o.:

- Izбира in izvedba najboljših tehničnih rešitev na področju mazanja različnih proizvodnih in obdelovalnih strojev, transportnih linij, verig, jeklenih vrvi, gradbene in kmetijske mehanizacije in ostalih naprav.
- Izбира najboljših tehničnih rešitev na področju filtracije in nege mazalnih ter hidravličnih olj
- Še posebej smo usposobljeni za projektiranje, izvedbo, zagone in vzdrževanje vseh vrst mazalnih sistemov v papirništvu, kot tudi komponent in sistemov za filtracijo olj.
- Sodelujemo z vsemi slovenskimi papirnicami, prevzemamo in izvajamo večje in velike projekte na ključ izven Slovenije (Nemčija, Avstrija, Hrvaška).



SKF Lubrication  
Systems Distributor



FILTRATION

#### DIMAS, d.o.o.

Seškova cesta 20, 1215 Medvode  
Tel.: +386(0)1 3617 240 | Fax.: +386(0)1 3617 245  
E-mail: info@dimas.si | www.dimas.si

## SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NJIH?



## SI PREDSTAVLJATE SVET BREZ NAS?

Belinka Perkemija je vodilni proizvajalec peroksidnih spojin v vzhodni Evropi in eno prvih kemičnih podjetij v Sloveniji, ki je pridobilo mednarodni okoljevarstveni certifikat ISO 14001. To priznanje je vzpodbuda za doseganje nove poslovne odličnosti in potrditev naše dolgoletne skrbi za čistejšo ter lepše okolje.



**belinka**

belinka perkemija d.o.o.

## V 2016 INVESTICIJA V MOKRI DEL KARTONSKEGA STROJA KS2

### FEBRUARY 2016: KOLIČEVO KARTON TO INVEST IN KS2 CARDBOARD MACHINE WET END



Količevo Karton, d. o. o.

*The technical department of Količevo Karton is working its socks off this year. After a successfully completed reconstruction of the KS3 cardboard machine in July, which focused on the replacement of two crucial coating aggregates and the pope reel, we are now preparing for the overhaul of KS2 cardboard machine's wet end which we use for the production of recycled coating boards of mainly higher grammages. The investment is planned for February 2016 and is going to increase production capacities for at least 10%, resulting in significant energy savings.*

**Za tehnični oddelek Količevo Kartona letos ni počitka. Po uspešno izvedeni juljski rekonstrukciji kartonskega stroja KS3, kjer sta bili poleg množice manjših, pa vendar zelo pomembnih posodobitev v središču dogajanja zamenjavi dveh ključnih premaznih agregatov in pope navijalnika, je tokrat v pripravi modernizacija mokrega dela kartonskega stroja KS2.**

KS2, manjši od obeh količevskih kartonskih strojev, je namenjen izdelavi recikliranih premaznih kartonov predvsem višjih gramatur, po katerih povpraševanje na trgu zadnje čase čedalje bolj narašča. Obstoječa tehnologija ER-WE-PA stroja, ki je bil v prvotni verziji zgrajen daljnega leta 1960, nazadnje pa prenovljen pred desetimi leti, namreč ne omogoča

povečanja hitrosti in s tem možnega dviga obsega proizvodnje.

Temeljna sprememba bo zamenjava petih okroglih sit za formiranje srednje plasti kartona z vzdolžnim sitom in s hibridnim formerjem za zgornje odvodnjavanje kartonskega traku. Poleg omenjenega posega se bo prilagodil in posodobil vakuumski sistem in zamenjalo večje število pogonov kartonskega stroja, tako da bo lahko najvišja hitrost narasla s sedanjih 140 m/min na 200 m/min.

Ključno prednost nove tehnologije, ki odgovarja najnovejšim tehnološkim smernicam v dejavnosti, predstavlja poleg višje obratovalne hitrosti kartonskega stroja tudi spremenjen način formiranja srednjega sloja kartonskega traku, to pa posledično vpliva na izboljšanje

pomembnih tehničnih lastnosti kartona – gladkost in višjo potiskljivost.

Izpostavi velja tudi dejstvo, da Količevo Karton tako kot pri vseh svojih investicijah, tudi tokrat vlaga v tehnologijo, ki striktno sledi smernicam trajnostnega razvoja in bo prinesla pomembne energetske prihranke.

Februarja 2016 izvedena investicija bo zahtevala 10-dnevno ustavitev proizvodnje, od marca 2016 dalje, ko bo prenovljen KS2 ponovno zagnan s polno močjo, pa bo Količevo Karton z več kot 10-odstotno povečanimi proizvodnimi zmogljivostmi v primerjavi z letom poprej nadaljevalo svojo stabilno, že več kot 95-letno poslovno pot.

Irena Rupnik, MSM  
Količevo Karton



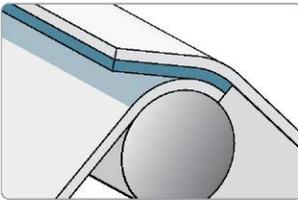
Gradnja KS2 na Količevem leta 1959  
Construction of KS2 in Količevo, 1959

# tesa® CaRes - Calcium Resistant

## trakovi za trajno lepljenje na katere se lahko zanesete

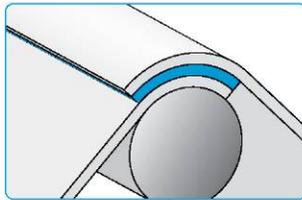
### Manj pretrgov zaradi CaCO<sub>3</sub>

#### Standard na trgu



Dolga izpostavljenost zmanjša prožnost lepila, kar poveča možnost pretrga na spoju ob napetosti papirja na tiskarskem stroju.

#### tesa® CaRes



Nova formula lepila ohranja prožne lastnosti lepila dalj časa in omogoča nemoten prehod spojev skozi tiskarski stroj.



Povečana uporaba kalcijevega karbonata (CaCO<sub>3</sub>) predstavlja izziv na področju vodotopnih trakov. Kalcijevi ioni sčasoma migrirajo v lepilno maso in povzročijo strjevanje le te, kar znatno oslabi vez med lepilom in papirjem in lahko vodi do reklamacij zaradi pretrga na lepljenih, spojenih mestih.

Lepilni trakovi z novo tesa® CaRes tehnologijo imajo izjemno dobro uravnotežene lepilne lastnosti tudi pri nadaljnji obdelavi oz. uporabi rol papirja. Lepilo ostane dalj časa prožno, tudi ob spremenjenih klimatskih pogojih, kot so povišana vlažnost ali temperatura. Rezultat je manjše število reklamacij zaradi pretrgov na spojih.

- Zanesljivi trajni spoji na CaCO<sub>3</sub> premazanih papirjih
- Brez kompromisov glede vodotopnosti
- Izjemno uravnovešene lepilne lastnosti

V preteklosti so papirnice z uporabo CaCO<sub>3</sub> tvegale ali kontaminiranje procesa z uporabo ne-vodotopnih trakov ali pretrge pri njihovih partnerjih zaradi vplivov CaCO<sub>3</sub> na vodotopne trakove. Tehnologija tesa® CaRes nudi rešitev izdelovanja trajnih spojev s popolnoma vodotopnimi trakovi odpornih na kalcij.

## SPREMEMBA V VODSTVU

### MANAGEMENT CHANGES



Papirnica Vevče d. o. o.

*Brigl & Bergmeister Group announces that Mr. Ahmad Porkar had withdrawn from the company's operational management with effect from 30 June 2015.*

*As of 1 July 2015, Mr. Bernhard Mayer is the managing director of both Papirnica Vevče and its parent company, Brigl & Bergmeister in Austria. Mr. Marko Jagodič is one of the members of the Papirnica Vevče management board, whereas Mr. Michael Sablatnig continues to be responsible for the commercial matters of the Brigl & Bergmeister group.*



Z letošnjim julijem se je **Ahmad Porkar** umaknil iz operativnega vodstva podjetij Papirnica Vevče in matičnega podjetja Brigl & Bergmeister.

Z julijem je direktor za tehnično področje v Papirnici Vevče in v podjetju Brigl & Bergmeister postal **Bernhard Mayer**.

V Papirnici Vevče je direktor še naprej tudi **Marko Jagodič**, v skupini Brigl & Bergmeister pa je za vodenje komercialnega dela odgovoren **Michael Sablatnig**.

Bernhard Mayer je v zadnjih letih vodil pomembna področja, tako v menedžmentu tovarne v Niklasdorfu kot tudi v Papirnici Vevče. Pri B&B je zaposlen od leta 1985 dalje.

Lastnik podjetja Ahmad Porkar še naprej aktivno sodeluje pri strateškem razvoju v obeh podjetjih.

## DVIG CEN PAPIRJEV

### PRICE INCREASE

*Brigl & Bergmeister Group announces that with effect from 1 January 2016, selling prices will increase by 10 to 15 percent – as compared to 1 January 2015 – depending on the market and type of product.*

V skupini Brigl & Bergmeister napovedujemo s 1. januarjem 2016 zvišanje prodajnih cen. Cene bodo v odvisnosti od trga in glede na posamezne vrste papirja v primerjavi s cenami z začetka leta 2015 višje za 10 do 15 odstotkov. Ta ukrep je nujen za nadaljnje zagotavljanje uspešnosti poslovanja.

Papirnica Vevče in matična papirnica Brigl & Bergmeister v Avstriji sta v zadnjih treh letih kljub naraščajočim stroškom poskušali ohraniti nivo cen etiketnih papirjev. To nam je delno uspelo kompenzirati s povečevanjem učinkovitosti proizvodnje. Surovine za papirno industrijo so se v letu 2015

bistveno podražile in še vedno ni videti konca rasti njihovih cen. Krepitev tečaja ameriškega dolarja, katerega vrednost se je v primerjavi z evrom samo v zadnjih 12 mesecih povečala za okoli 25 odstotkov, pa še dodatno obremenjuje poslovni rezultat.

Ana Sotlar,  
Papirnica Vevče

Mednarodno uveljavljen  
proizvajalec etiketnih papirjev



Za okoljsko osveščene uporabnike etiket, ki želijo  
prispevati k trajnostnemu značaju svoje embalaže.

Novice predelovalcev ...

# EMBALAŽA IZ EUROBOXA ZA SLOVENSKE DOBAVITELJE PODJETJA IKEA

## EUROBOX PACKAGING FOR SLOVENIAN SUPPLIERS OF IKEA

Eurobox d. o. o.

*As a manufacturer of cardboard packaging, Eurobox has been successfully building bridges among paper producers, corrugated board producers and waste paper collectors in this past year. We know that in our industry, circular economy is of key importance for the growth and development of any users within the supply chain. Our success story, which started in 1988, is now being continuously upgraded with new experience that helps us follow our vision - a vision about the new future of packaging, about renewable sources, eco-friendly production and packaging, and about the new dimensions of packaging. As evidence of our success, we have become the only certified supplier of packaging for companies that supply IKEA.*

**V podjetju Eurobox, kjer proizvajamo kartonsko embalažo, smo v zadnjem letu uspešno gradili mostove med proizvajalci papirja, proizvajalci valovitega kartona in zbiralci odpadnega papirja. Zavedamo se namreč, da je krožno gospodarjenje v naši panogi ključno za uspešno rast in razvoj vseh uporabnikov v dobavni verigi. Leta 1988 smo začeli zgodbo o razvoju, ki jo nadaljujemo in z bogatimi izkušnjami sledimo naši viziji. Viziji v novo prihodnost embalaže, v obnovljive vire, ekološko proizvodnjo in pakiranje ter v nove dimenzije embalaže. Da smo pri svojem delu uspešni, dokazuje tudi dejstvo, da smo postali edini certificiran dobavitelj embalaže za slovenska podjetja, ki dobavljajo podjetju IKEA.**

Podjetje Eurobox je leta 2013 odprlo »Center za raziskave in razvoj«. Inovativne ideje in kombinacija novih materialov so pripomogli k temu, da je center v letošnjem letu postal ključni element našega poslovanja in stika z našimi kupci. Pogledali smo iz škatle in s tem kupcem omogočili, da je kartonska embalaža postala pomembna tam, kjer jo še leta nazaj ni bilo.

»Center za raziskave in razvoj« je postal vezni člen med papirnicami, proizvajalci valovitega kartona, proizvajalcem barv, našo proizvodnjo in končnim porabnikom. V letošnjem letu se je ekipi visoko usposobljenih tehnologov in analitikov pridružil še laboratorijski del ekipe. Pred kratkim smo namreč postavili lasten laboratorij, v katerem bomo spremljali vse parametre, ki so pomembni pri analizi materialov in končnih proizvodov. Meritve papirjev in značilnosti kartonov, drop testi za končnega uporabnika in analize trga predstavljajo našo konkurenčno prednost pri izvajanju razvojnih projektov.

Našo usposobljenost in kakovostno delo so prepoznali tudi naši kupci; z nekaterimi sodelujemo že leta, z drugimi smo pripravili prve uspešne projekte. Inovativne oblike, enotnost materialov in kakovostna izvedba so tri značilnosti, ki dostojno opišejo naše cilje pri razvoju embalaže. Nove ideje rojevajo nove embalaže, v skladu s smernicami Evropske unije: krožno, bio, enotno, enostavno, reciklabilno.

Podjetje Eurobox je v zadnjem letu ustvarilo 10-odstotno rast. Delež izvoza se je povečal za 3 odstotke in znaša 27 odstotkov. Naši ključni tuji trgi so Avstrija, Danska, Nemčija in Velika Britanija. Prizadevamo si, da tudi tujim partnerjem ponujamo možnost razvoja. Uspešni smo na področju avtomobilske industrije, kjer nam zaupata dva velika ponudnika pakiranja. Uspešno sodelovanje in razvoj sta postala pome-

mbna za naš uspeh. In radi se pohvalimo z našim dobrim in uspešnim delom: za vsem tem je namreč nešteto ur in veliko pronicljivih idej.

Naša vizija gre naprej: v nove embalaže, na nove trge, v še zahtevnejše industrije. Pravkar smo začeli s projektom za dobavitelja komponent za letalski promet. Prav tako smo ponosni, da smo postali edini certificiran dobavitelj embalaže za podjetja, ki so v dobavni verigi enega najbolj prepoznavnih globalnih podjetij, IKEA. Vse pohvale so se nanašale na naš razvoj, strukturo dela in organizacijo. Tako smo poleg ISO 9001 standarda uspešno dosegli tudi visoke zahteve za pridobitev standarda IWAY.

*Bernarda Brezec Krajc, komerciala Eurobox, d. o. o.*



# PAPIRNA VREČKA NEKOČ, DANES IN JUTRI

## PAPER BAG - YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW



*There is a long history behind the paper bag. Papermakers do not need to be persuaded that this is an environmentally friendly product which has been used for quite a while, is widely applied and – according to some predictions – is going to have an important role in the future as well. Helena Zidarič, the CEO of Papirol d.o.o., has revealed her perspective of paper bags - yesterday, today and tomorrow.*



V podjetju PAPIROL že 25 let izdelujejo papirne vrečke, ovojne, dekorativne in industrijske papirje, papirje za pekovsko industrijo ter maščobo-odporne papirje za domači in tuji trg. Sodobna tehnologija jim omogoča tudi večbarvni tisk, s čimer je njihov program še bolj pester. Posebno mesto med njihovimi izdelki zavzema izdelek, s katerim želijo prodreti na celoten domači trg in ponudnike turističnih spominkov opremiti z notnimi papirnimi vrečkami, ki bi promovirale Slovenijo kot turistično destinacijo, ki neguje okolju prijazen turizem.

### Papirolova turistična embalaža

»S ponudbo enotno potiskanih papirnih vrečk različnih dimenzij z vsem znanim sloganom »I feel sLOVEnia« želimo v podjetju Papirol doprinesti k še bolj zeleni Sloveniji, k razvoju in širitvi zelenega in okolju prijaznega turizma. Naša ideja je, da bi vsi ponudniki turističnih spominkov in prehrane uporabljali enake promocijske vrečke za svoje izdelke, namenjene turistom. Mnoga (predvsem manjša) turistična društva in občine so že prepoznali prednosti papirne embalaže, vendar želimo na tem področju narediti še korak dlje. Upamo, da bo naš projekt zaživel v prihodnosti tudi s podporo države, vsaj v smislu promocije rabe takšnih vrečk,« pove Helena Zidarič, ki dodaja, da radi pristopajo k posebnim projektom. Med tiste,

na katere so najbolj ponosni, je na primer proizvodnja darilnih papirjev za cvetličarne, maščobo-odpornih papirjev za pekarsko industrijo ter vrečk z okenci s štirikotnim in ravnim dnom.

### Kako kaže papirni embalaži v prihodnje?

»Papirne vrečke bodo imele svoje mesto tudi v prihodnosti. Na svetovni razstavi Expo (World's Fair), ki je letos potekala v Milanu na temo Feeding the Planet, Energy for Life oziroma Hrana za planet, energija za življenje, so bile med drugim predstavljene tudi papirne vrečke, v katere bodo tudi v prihodnje pakirani prehranski izdelki – bodisi kot surovine, polizdelki ali končni izdelki, namenjeni prehrabnim verigam ali končnim potrošnikom,« je povedala Zidaričeva.

Eden od razstavnih paviljonov je tudi »Future food district« ali supermarket prihodnosti. V njem je »v živo« predstavljeno, kako bomo nakupovali v prihodnosti: market je poln vsakodnevnih prehranskih izdelkov (ki jih je bilo mogoče tudi kupiti) in ekranov. Ob premiku izdelka na polici senzorji zaznajo, kateri izdelek kupca zanima in na ekranu ob polici lahko obiskovalec razbere vse pomembne karakteristike izdelka, ki ga namerava kupiti. Poleg sestavin in kalorične vrednosti se izpiše tudi celotna sledljivost navedenih sestavin. Pri znanem čokoladnem namazu se na primer izpiše, kje so bili gojeni lešniki, od kod izvira kakav, ki ga namaz vsebuje, kje je potekala proizvodnja, celotna pot od pridelave do police v marketu in še kopica drugih, za ene bolj, za druge manj pomembnih informacij.

Manj simpatična je (oziroma bo) situacija pri izbiri sadja, ki ga želite odnesti domov. Tega vam s pomočjo vaših navodil na ekranu »nabere« robot. Postreže ga v papirni vrečki ali lončku. Kruhi ostajajo pakirani v papirne vrečke in jih izberemo s polic, pekovsko pecivo nam prodajalka

(v prihodnosti pa morda tudi robot) postreže v papirni vrečki. Celoten nakup zložimo v prirejene kartonske vozičke, po plačilu na blagajni pa ti vozički postanejo škatle, v katerih nakup odnesemo domov ali pa nam bo nakup na dom dostavila kar kurirska služba. Za manjše nakupe so na blagajnah predvidene papirne vrečke s štirikotnim dnom z ali brez ročajev.

»Kot kaže omenjeni futuristični market iz Milana, nas bodo papirne vrečke torej še naprej spremljale na številnih področjih našega vsakdanjika. Na nas je, da se odločimo, v kolikšni meri in za kakšne namene jih bomo uporabljali, in da razmišljamo tudi o možnostih večkratne uporabe,« še poudarja Helena Zidarič iz podjetja Papirol.

### In še nekaj zanimivosti o zgodovini papirnih vrečk

Leta 1852 je F. Wolle izumil prvi stroj za masovno proizvodnjo papirnih vrečk, slabih dvajset let pozneje (1871) pa je izumiteljica M. E. Knight ustvarila stroj, ki oblikuje štirikotno dno papirne vrečke, kot ga poznamo še danes. C. Stilwell je leta 1883 nadgradil omenjeni stroj, spremenil in izboljšal je tehnologijo izdelave, kar je pomenilo lažje oblikovanje dna vrečke in hitrejše proizvodnjo, z možnostjo potiska pa so papirne vrečke postale tudi oglasni medij. Stilwellove papirne vrečke so predhodnice današnjih modernih papirnih vrečk. W. Deubener, lastnik trgovine v Minnesoti, je leta 1912 ugotavljal, da je nakup omejen, ker kupci iz trgovine ne morejo odnesti več vrečk hkrati. Po nekaj mesecih eksperimentiranja je sredi noči na navadno papirno vrečko s štirikotnim dnom napravil štiri luknje blizu vrha in skozi njih napeljal tekstilne vrvice. Še isti dan je Deubener patentiral izum in sčasoma so vrečke z ročaji postale najpogostejše uporabljena embalaža v veleblagovnicah.

Novice iz ICP ...

# POTENCIAL BIOPOLIMEROV - TRŽNA IN RAZVOJNA PRILOŽNOST ZA INDUSTRIJO

## BIOPOLYMER POTENTIAL – MARKET AND DEVELOPMENT OPPORTUNITY FOR THE INDUSTRY

Poly4emi

The Poly4Emi project is one of the six projects that were selected at the European call for proposal for the promotion of cross-sector partnerships in prospective market areas of the so-called emerging industries (EU CIP: »Clusters and Entrepreneurship in Support of Emerging Industries«). Under the auspices of the Slovenian Chamber of commerce, the Pulp and Paper Institute Ljubljana has organized targeted workshops focused on development opportunities in the acquisition and application of biopolymers, which were so far attended by more than 110 professional from different branches of the industry.

V okviru evropskega projekta POLY4EMI in v organizaciji Gospodarske zbornice Slovenije Inštitut za celulozo in papir izvaja usmerjene delavnice o razvojnih priložnostih na področju pridobivanja in uporabe biopolimerov. Na dosedanjih sedmih srečanjih je sodelovalo več kot 110 strokovnjakov iz različnih vrst industrije (papirne, embalažne, polimerne, tekstilne, gradbene, ...) in raziskovalnih institucij, ki se že

vključujejo v verige vrednosti na področju biopolimerov oziroma iščejo nove priložnosti za razvoj konkurenčnih produktov ali storitev na njihovi osnovi.

### Dogovori že potekajo

Identificiranih je bilo šest področij, ki predstavljajo razvojne in tržne priložnosti za industrijo, in kjer se že srečujejo podjetja in institucije z vrhunskimi

kompetencami; proizvodnja in uporaba nanoceluloze, bioembalaža za prehrano, kozmetiko in farmacijo, enkapsulacija za biomateriale, uporaba biopolimernih materialov v termo izolacijskih ploščah, visoko zmogljivi zaščitni premazi in tiskana elektronika. V sodelovanju med podjetji iz različnih sektorjev in različnih raziskovalnih skupin že potekajo dogovori za pripravo skupnih razvojnih projektov.

### O projektu

Projekt Poly4emi je eden izmed šestih izbranih projektov s strani Evropske komisije v okviru razpisa za spodbujanje čezsektorskega povezovanja na perspektivnih tržnih področjih t. i. prihajajočih industrij (EU CIP: »Clusters and Entrepreneurship in Support of Emerging Industries«). Koordinator in prijavitelj projekta je RS, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, sodelujejo pa trije slovenski partnerji – Avtomobilski grozd Slovenije (ACS), Center odličnosti Polimat (CO), Gospodarska zbornica Slovenije (GZS) in avstrijski partner – PCCL, Polymer Competence Center Leoben. Inštitut za celulozo in papir sodeluje v projektu kot partner GZS.

Več o projektu in možnosti sodelovanja na <http://www.poly4emi.eu>.

Mateja Meši, direktorica  
Inštitut za celulozo in papir

**HELIOS**

**Nudimo modificirane škrobe in škrobna lepila za vaše potrebe**

**Modificirani škrobi  
ZA PROIZVODNJO PAPIRJA  
IN KARTONA**

- Dodatek v papirno snov
- Površinsko oplemenitenje
- Površinsko škrobljenje
- Vezivo v premazu
- Dodatek med papirne plasti
- Distančnik v mikrokapsularnem premazu

**Škrobna in sintetična lepila  
ZA PAPIRNO PREDLOVALNO  
INDUSTRIJO**

- Valovit karton, lepilni trakovi,
- papirnate vrečke, kaširanje

**Excellent**  
Small & Medium Enterprises  
Gospodarska zbornica Slovenije  
Chamber of Commerce and Industry of Slovenia

Helios Kemostik d.o.o., Molkova pot 16, 1241 Kamnik, Slovenija (SI)  
T: +386 1 830 37 50 E: kemostik@helios.si www.kemostik.si



## NOVA DOKTORICA S PODROČJA PAPIRNIŠTVA

### NEW PHD IN PAPERMAKING



Inštitut za celulozo in papir

*At the beginning of this year, Vesna Žepič, a researcher at the Slovenian Tool and Die Development Centre (TECOS), has completed her PhD titled "Morphological, thermal and structural properties of dried and acetylated nanofibrillated cellulose from softwood fibers and its reinforcing potential". In her thesis, she defined the potential of nanofibrillated cellulose used as a reinforcement in biodegradable polymers, polylactic acid (PLA) and polyhydroxybutyrate (PHB). Ms. Žepič is also the first author of two scientific and two technical papers, and her work was published in several conferences proceedings.*



Vesna Žepič se je leta 2011 kot mlada raziskovalka iz gospodarstva priključila Razvojnemu centru orodjarstva Slovenije (TECOS). Doktorski študij bioznanosti je obiskovala na Biotehniški fakulteti, Oddelku za lesarstvo, Univerze v Ljubljani. Pod mentorstvom doc. dr. Ide Poljanšek in somentorstvom prof. dr. Primoža Ovna je v začetku leta uspešno zagovarjala doktorsko disertacijo z naslovom »Morfološke, termične in strukturne lastnosti sušene in kemijsko modificirane nanofibrilirane celuloze lesa iglavcev ter njen ojačitveni potencial«. V disertaciji opredeljuje potencial nanofibrilirane celuloze za izboljšanje izbranih lastnosti

biorazgradljivih polimerov, polilaktične kisline (PLA) in polihidroksibutirata (PHB). Danes se lahko pohvali s prototipnimi bionanokompozitnimi izdelki, ki se lahko uporabijo v različnih panogah. Vesna je dejavna tudi na raziskovalnem področju. Kot prva avtorica je v teh letih objavila dva izvorna znanstvena članka in dva strokovna članka. Ima pet objavljenih znanstvenih prispevkov na konferenci in dvanajst objavljenih povzetkov znanstvenega prispevka na konferenci, kjer je nekeje v vlogi avtorice, nekeje pa v vlogi soavtorice.

*Tea Toplišek, raziskovalka  
Inštitut za celulozo in papir*

**Melamin**

**Kot pika na i**

Z našim znanjem za kvaliteto vaših izdelkov

www.melamin.si

Novice iz DITP ...

# EKSKURZIJA DITP – V PODJETJE SAPPI GRATKORN

## DITP VISITS SAPPI GRATKORN

DITP

Members of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association of Slovenia (DITP) have recently visited the Austrian Sappi Gratkorn paper mill located near Graz, and took a tour of high-quality graphic papers production. The second part of the trip took us to the Zotter chocolate factory where we were introduced to the user perspective of paper and paper packaging. The trip was concluded with a general meeting of the Association.



Člani DITP pred vstopom v papirnico Sappi Gratkorn.  
DITP members in front of the Sappi Gratkorn papermill.

Člani Društva inženirjev in tehnikov papirništva smo na strokovni ekskurziji obiskali papirnico Sappi Gratkorn v bližini Gradca v Avstriji in si ogledali proizvodnjo visokokakovostnih grafičnih papirjev. Drugi del ekskurzije je bil posvečen obisku čokoladne manufakture Zotter in uporabniškemu vidiku papirja in papirne embalaže. Dan smo zaključili z občnim zborom.

Po nekaj letih nas je tokratna ekskurzija DITP (Društva inženirjev in tehnikov papirništva) ponovno vodila čez mejo, v Avstrijo. Prvi cilj našega obiska je bila papirnica SAPPi Gratkorn v bližini Gradca, kjer smo si ogledali proizvodnjo visokokakovostnih trikratno premazanih grafičnih papirjev z letno zmogljivostjo milijon ton. Predvsem ogled papirnega stroja PM 11 z njegovimi 8,5 metra širine in delovno hitrostjo do 2000 m/min, premaznega stroja ter dodelave papirja, vključno z robotiziranim skladiščem, nikogar od nas ni pustil ravnodušnega. Med samim ogledom tovarne smo bili vseskozi deležni izčrpane razlage in pojasnil ter odgovorov na naša vprašanja.

V drugem delu ekskurzije smo se posvetili uporabniškemu vidiku papirja oziroma papirne embalaže. V čokoladni manufakturi Zotter smo namreč vstopili v svet proizvodnje čokolade, za katero se kot embalaža v zadnji fazi uporablja tudi papir. Manufaktura Zotter je podjetje z več kot 25-letno tradicijo v proizvodnji specialnih vrst čokolade, ki zadostijo še tako nenavadnim okusom. Udeleženci

ekskurzije smo se lahko sprehodili po poti čokolade od kakovovega zrna do končnega izdelka, ob poti pa smo lahko po mili volji degustirali vse mogoče čokoladne izdelke. Že tradicionalno smo ekskurzijo zaključili s kosilom in občnim zborom društva.

David Ravnjak



Med ogledom čokoladne manufakture Zotter smo lahko po mili volji degustirali.  
The tour of Zotter chocolate manufacture included an ample tasting of the delicious products.

Novice partnerjev ...

# ZNANJE IZ PRVE ROKE, ZA REŠITVE IZ 'DRUGE ROKE'

## FIRST-HAND KNOWLEDGE OF SECOND-HAND SOLUTIONS



*Not every mill has the budget or the need for new equipment. ANDRITZ now offers a service that reduces the risk of owning Second Hand equipment, and at the same time adds value to a completely different market.*



**Vsaka papirnica nima proračuna ali pa potrebe po novi opremi. ANDRITZ sedaj ponuja storitev, ki znižuje tveganje pri nakupu opreme iz druge roke, hkrati pa dodaja vrednost povsem drugemu trgu.**

ANDRITZ je znan dobavitelj nove tehnologije. Manj znano pa je verjetno, da dobavi, distribuira, pregleda, obnovi in namesti tudi opremo iz druge roke. Cilj je zagotoviti proizvodnji celuloze in papirnicam tehnično in procesno podporo ter zanesljivost rabljene opreme.

Na prvi pogled se morda zdi, da vodilni dobavitelj tehnološke opreme tekmuje sam s seboj, ko dobavlja opremo iz druge roke, vendar temu ni tako. Številne papirnice potrebujejo pomoč in podporo pri iskanju rabljene opreme za dele svojih proizvodnih linij. Ravno zaradi tega se lahko gleda na vstop na trg rabljene opreme kot na razširitev celostne ponudbe, ki je bila na voljo do sedaj. ANDRITZ PULP & PAPER Second Hand Solutions je nova storitev, ki pomaga najti, dobaviti, namestiti in celo zagnati rabljeno opremo, ne glede na prvotnega

proizvajalca. ANDRITZ s pomočjo globalne mreže servisnih centrov v več državah zagotavlja širok inventar rabljene opreme.

Prednost nakupa rabljene opreme je cena, glavna pomanjkljivost pa pomanjkanje tehnološkega strokovnega znanja in tehnične podpore, kar povečuje tveganje. ANDRITZ s svojim pristopom dodaja polno znanje in podporo tehnološkega podjetja ter svoje strokovno znanje s področja opreme in procesnega oblikovanja.

### Projekti iz 'druge roke' vseh velikosti

Mnogo papirnic ne želi le 'kot je' opreme, ampak predvsem stroje v dobrem mehanskem stanju. Poleg obnovitve opreme (na sliki) se lahko ponudi tudi tehnično podporo, kot je nadzor na terenu ali pa dejanska namestitev – ne glede na velikost projekta, od enega samega dela rabljene opreme do relocacije celotnega papirnega stroja.

Pri relocaciji celotne proizvodne linije je izziv v podrobnih postopkih selitve stroja

in njegovih pomožnih elementov z ene lokacije na drugo, pri tem pa obdržati večino opreme v primernem stanju za ponovno namestitvev.

Mogoče je ravno to velika razlika v primerjavi s klasičnimi proizvajalci strojev in običajnimi dobavitelji rabljene opreme. Papirnice želijo izvesti nadgradnje in spremembe na strojih pred njihovim zagonom. To pomeni dostop do strokovnega znanja s področja papirnih strojev, re-inženiringa in procesnega znanja, tako da stroj izpolni zahteve v novem domu. Rezultat je vrhunski stroj – le narejen iz stare kovine.

Preberite več na:  
<http://secondhand.andritz.com>

### Glavne prednosti storitve ANDRITZ PULP & PAPER Second Hand Solutions:

- globalna mreža za iskanje rabljene opreme,
- spletna baza opreme, ki je naprodaj,
- fleksibilnost: od preproste 'kot je' dobave do zanesljive obnovitve in celostne procesne podpore,
- tehnična podpora in nadzor na terenu, ko je to potrebno,
- celotni celulozni in papirni stroji v optimalni konfiguraciji rabljene in nove opreme.

Andritz

Novice partnerjev ...

# PILOTNI PREIZKUSI – OSNOVA ZA DOBRE POSLOVNE ODLOČITVE 658/4200

## PILOT TRIALS – A RELIABLE BASIS FOR SUCCESSFUL BUSINESS DECISIONS 658/4200

Valmet

*Valmet's Technology Centers offer a comprehensive selection of testing and piloting services worldwide. Many customers have taken advantage of Valmet's pilot services and have found tools to eliminate risks related to their investments through these services.*

Valmetovi tehnološki centri nudijo obsežno ponudbo storitev testiranja in pilotnih raziskav po vsem svetu. Številne stranke so izkoristile prednosti Valmetovih storitev pilotnih raziskav in našle orodja za zmanjševanje oz. odpravo tveganj, povezanih z svojimi investicijami prav s pomočjo teh storitev.



**Manfred Tiefengruber**, menedžer papirne proizvodnje v papirnici Sappi Gratkorn iz Avstrije se je spomladi 2014 udeležil pilotnih raziskav za prestrukturiranje njihovega stroja PM 11 v Valmetovem tehnološkem centru za karton in papir.

### Pilotne raziskave dajejo zaupanje v izbrane rešitve

«Izvedba pilotne raziskave pomeni, da v svoje roke dobite resničen kos papirja, kar vam daje veliko več samozaupanja, da se pravilno odločate glede tehničnega koncepta, in vpogled v stopnjo kakovosti, ki jo lahko pričakujete od prestrukturiranja. Predelave so vedno edinstvene, še posebej v našem primeru z našim zelo širokim naborom osnovne gramature,» pravi Tiefengruber.

»Eden izmed ciljev prestrukturiranja stroja PM 11 je bilo doseči nižje razmerje natezne trdnosti. Poleg tega smo želeli tudi obdržati dobro delovanje s tem, da bi se odpravili prosti potegi. Tako smo začeli s pogovori z Valmetom o različnih tehničnih

rešitvah za stiskalni del, da bi odpravili te potege. Na razpolago smo imeli dve izbiri in pilotni postopek nam je dal to prednost, da smo lahko preizkusili dva alternativna koncepta na dveh pilotnih strojih. Ko smo končno primerjali oba koncepta, je bil rezultat kristalno jasen,« je komentiral Tiefengruber. »Gre za to, da si stranka in dobavitelj delita tveganja.«

### Prilagodljive variacije omogočajo primerjave

Ne glede na to, ali želijo proizvajalci papirja in kartona spremeniti svojo proizvodnjo ali le izboljšati učinkovitost svojega obstoječega procesa, gre za bistveno odločitev glede finančne investicije, ki se je nikoli ne sme sklepati zlahka. Za zagotovitev mirne vesti in varnosti investicije je bistvenega pomena vlaganje v rešitve, ki so že znane in preizkušene. Valmet nudi obsežne priložnosti za testiranja, ki zajemajo celoten postopek proizvodnje, da bi tako pomagali svojim strankam zajeti vse osnove s temeljitimi testiranjmi, še preden se stranke zavežejo k določeni investiciji.

»Največja prednost pilotnih preizkusov je bila, da smo lahko primerjali dve rešitvi s povsem različnima tehnološkima konceptoma. To je pomenilo, da smo ju lahko ocenili in se nato pravilno odločili. To je stvar, o kateri se ne morete enostavno pogovoriti v konferenčni sobi. Relativno lahko je bilo nato spreminjati koncepta na pilotnem stroju – spremembe so zahtevale le nekaj ur,« je izjavil Tiefengruber.

Valmetovi obrati za pilotne raziskave papirja in kartona omogočajo proizvajalcem papirja in kartona opravljanje testiranja na konstrukciji, ki je popolna kopija tiste, ki jo imajo v svojem obratu, ali je alternativno takega tipa konfiguracije, kot ga želijo postaviti. Valmet celo spodbuja stranke, da prinesejo svoje lastne osnovne materiale, od kaše do premazov, zato da se zagotovijo realistični testni rezultati,

ki bodo prikazali resnično primernost za njihove specifične procese in potrebe.

### Odličnost, ki temelji na izkušnjah

Valmet razume procese in delo proizvajalcev papirja in kartona, kar pomeni, da lahko ponudi rešitve, ki delujejo in prinašajo dodatno vrednost. Valmetove pilotne obrate upravljajo ljudje z večletnimi izkušnjami, kar pomeni, da imajo strokovno znanje in "know-how". V naših obratih imamo več kot 40 let izkušenj na področju pilotnih raziskav in dejavnosti. V obratih smo predani zagotavljanju rezultatov, ki se kažejo kot zanesljiva osnova za uspešne poslovne odločitve.

Kot pravi Tiefengruber, »Valmet ima izobraženo in izjemno predano osebje, ki upravlja njihove pilotne stroje, veliko izkušenj glede procesov in vrhunsko opremo – vse, kar potrebujem za opravljanje pilotnih preizkusov.«

### Zanesljiva poročila

Seveda se vsi zavedamo, da so testiranja brezpredmetna, če ne dobimo najboljših poročil, kar jih obstaja v industriji. Valmet nudi poročila, ki jih stranke lahko z zaupanjem uporabijo kot osnovo za odločitve glede investicij. Ponujeni rezultati so natančni in dokumentacija je jasna, dobro strukturirana ter zanesljiva. Dokumentacijo vam zagotovijo hitro in učinkovito, kar strankam omogoči, da nemoteno napredujejo pri načrtovanju in izvajanju izboljšav svojega procesa. »Izvajanje pilotnih preizkusov pomeni, da lahko v svoje roke dobite resničen kos papirja, kar vam bo dalo veliko več samozaupanja, da se odločate pravilno,« pravi Manfred Tiefengruber.

Valmet

# Naj vaša proizvodnja kartona in papirja napreduje



OptiConcept M združuje standardizacijske in modularne prilagoditve, ki vam nudijo krajše čase proizvodnje, večjo produktivnost in optimizirano investicijo za visokokakovostno proizvodnjo papirja in kartona, predvsem na rastočih trgih. Preberite si več o stroškovno učinkovitem in prilagodljivem OptiConcept M na spletni strani : [www.valmet.com/opticonceptm](http://www.valmet.com/opticonceptm)



# MIKROBIOLOŠKE LASTNOSTI TOALETNIH PAPIRJEV

## MICROBIOLOGICAL CHARACTERISATION OF TOILET PAPERS

Matej ŠUŠTARŠIČ<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

Toaletni papirji so najbolj prodajani higienski papirji in kot takšni namenjeni za uporabo v domovih in zunaj njih. Kratka sušilna skupina pri proizvodnji tissue papirja, uporaba primarne ali sekundarne vlaknine botruje različni mikrobiološki kontaminaciji končnih izdelkov. V raziskavo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja, proizvedenega tako iz sekundarne kot tudi primarne vlaknine, ki smo jim določili zastopanost mikroorganizmov na in v izdelku. Rezultati kažejo heterogenost med izdelki tako v mikrobioloških lastnostih kot tudi v površinski prašnosti. V enem od analiziranih vzorcev smo v vzorcu potrdili prisotnost koliformnih bakterij, *Escherichia coli*, in višjo koncentracijo sporogenih bakterij, aerobnih mezofilnih bakterij in plesni na površini izdelka. V analiziranih vzorcih nismo potrdili prisotnosti kvasovk, medtem ko smo v treh vzorcih potrdili prisotnost plesni in v osmih sporogene bakterije. Vzorce smo analizirali tudi na površinsko prašnost, kar ocenjujemo, da je pomemben podatek pri prenosu bakterij. Rezultati raziskave so pokazali veliko heterogenost znotraj izdelkov, proizvedenih iz sekundarne surovine, prav tako pa je bilo ugotovljeno, da izdelkov ne moremo preprosto razdeliti na podlagi uporabljane surovine. Slednje lahko, ob pomanjkljivi zakonodaji, privede do tega, da se na tržišču znajdejo izdelki, ki niso primerni za higienske namene.

**Gljučne besede:** toaletni papir, tissue papir, higienski papirji, mikrobiološki dejavniki higienskih papirjev

### ABSTRACT

*Hygienic papers are intended for use at home and elsewhere. In the field of hygienic papers, toilet papers are, because of their wide range of usage, the top sellers. The short drying section in the production process, and the usage of primary or secondary fibers are factors which can lead to a different microbiological contamination of the final products. Our research focuses on the determination of microorganisms in and on the surface of nine toilet papers produced from both secondary and primary fibers. The results indicate the heterogeneity of the microbiological and dustiness properties of the toilet papers analysed. We confirmed the presence of coliform bacteria, *Escherichia coli*, and a higher concentration of the spore-forming bacteria in one of the analysed samples. In the same sample, the high concentration of aerobic mesophilic bacteria and mold were also confirmed on the surface of the product. Yeast were not confirmed in any of the nine samples, mold was confirmed in three products, and spore-forming bacteria was confirmed in eight analysed samples. All the samples were also tested for surface dusting, which is, in our opinion, an important parameter in the transmission of the bacteria. The results of our research show a large heterogeneity within the products produced from secondary raw materials, and indicate that toilet papers cannot be easily divided on the basis of the raw materials used. Due to inadequate legislation in the field of hygienic paper, products unsuitable for hygienic purposes can reach the market.*

**Keywords:** toilet paper, tissue paper, hygiene papers, microbial factors of hygiene papers

## 1 UVOD

Tissue papirji so specialni papirji, namenjeni osebni uporabi, uporabi v domovih ali uporabi v medicinske namene [1]. Najpogosteje uporabljeni tissue papirji so eno- ali večslojni toaletni papirji z gramaturo od 15 do 60 g/m<sup>2</sup> [2]. Lahko so proizvedeni iz 100 % primarnih, 100 % recikliranih vlaken ali njune kombinacije [1, 2, 8].

Mikrobiološka kontaminacija toaletnega papirja je lahko posledica kontaminacije surovin, neustrezno vodenih snovnih tokov ali neprimerne skladiščenja proizvedenega papirja [5, 7]. Mikroorganizmi lahko v papirnico vstopijo na različnih točkah in so prisotni kot stalna ali prehodna

mikrobiološka združba. Najpogosteje vstopijo v papirnico preko vhodnih surovin, dodatkov ali tehnološke vode [6, 10]. Znano je, da je sekundarna vlaknina (reciklirana vlakna) mikrobiološko bolj kontaminirana od primarne vlaknine (čista celulozna vlakna) [4, 5, 6]. Z zapiranjem krogotokov, dvigom temperature in organskih ter anorganskih snovi v krogotokih v papirnicah nastajajo pogoji, ki omogočajo uspešno razmnoževanje mikroorganizmov in nastanek oblog [4, 6, 7, 10]. Slednje sili papirnice k uporabi različnih protimikrobnih sredstev za obvladovanje mikrobioloških dejavnikov procesa [6, 7]. Zanimivo je, da so v oblogah papirnega stroja lahko prisotne tudi bakterije *E. coli*, ki lahko zaidejo tudi

v končni izdelek. *E. coli* je bakterija, ki je prisotna v intestinalnem delu flore toplokrvnih živali [8].

Visoka temperatura, dolga sušilna skupina in posledično daljši kontaktni čas papirja s sušilno skupino na papirnem ali kartonskem stroju povzroči propad večine vegetativnih oblik mikroorganizmov. Odpornejše plesni, sporogene bakterije in kvasovke pa lahko preživijo in kontaminirajo končni izdelek [4]. Pri proizvodnji tissue papirjev je sušilna skupina zmanjšanja na enojni cilinder, imenovan Yankee valj [3]. Prav čas stika papirja z Yankee valjem in temperatura sta ključna dejavnika, ki določata uspešnost propada mikroorganizmov in številčno prisotnost na končnem izdelku.

Znano je, da je treba pri procesu toplotne obdelave živil, s katerim zmanjšamo število mikroorganizmov, ki bi povzročale bolezni, kvarjenje ali fermentacijo živila, za več kot petdesetkrat podaljšati kontaktni čas, če zmanjšamo temperaturo obdelave z 72 do 75 °C na 63 do 65 °C [12].

Zakonodaja na področju higienskih papirjev je pomanjkljiva in se običajno dotika le kemijske varnosti izdelka z mejnimi vrednostmi za formaldehid, glioksal, PCP, izločanje antimikrobnih snovi, izločanje barvil in optičnih belil [13], medtem ko je mikrobiološka neoporečnost regulirana samo z dogovori ali s priporočili [4].

## 2 MATERIALI IN METODE

V analizo smo zajeli 9 vzorcev toaletnega papirja z različnimi sestavami. Vzorcem smo kvantitativno določili število aerobnih mezofilnih bakterij (v nadaljevanju bakterij), sporogenih bakterij, plesni in kvasovk tako v kot tudi na površini izdelka in določili prisotnost koliformnih bakterij in *E. coli* v papirju. Analizirali smo tudi površinsko prašnost vzorcev, ki vpliva na prenos mikroorganizmov na sluznico.

### Vzorca toaletnega papirja

Vzorci toaletnega papirja z oznako od 1 do 9 smo vzorčili z nakupovalnih polic večjih trgovskih verig. Podatke o surovini in osnovnih značilnostih smo pridobili iz embalaže izdelka. V raziskavo smo zajeli vzorce iz

100-odstotno čiste celuloze (1 do 3), vzorce proizvedene iz 100-odstotno recikliranih vlaken (5 in 6) in izdelke, kjer iz deklaracije ni bila razvidna vrsta vhodne surovine (4, 7, 8, 9).

## Mikrobiološke analize

### Določitev mikrobioloških parametrov v papirju

Papir smo razpustili v sterilnih čašah z dodatkom 200 ml sterilne raztopine Ringer (Merck, 1.15525.0001) do homogenosti in jo nadalje 10-krat, 100-krat in 1000-krat redčili. V petrijevke smo s sterilnimi pipetami prenesli po 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije. Pri analizi bakterij smo uporabili standardno dehidrirano gojišče (Standard count agar, Merck 1.01621.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 37 °C, rezultate pa odčitali po 48 urah inkubacije. Pri analizi plesni in kvasovk smo prenesli 1 ml nerazredčene oziroma redčene suspenzije v petrijevko in dodali gojišče Sabouraud 2 v % glucose agar (Merck, 1.07315.0500), ki smo ga ohladili na temperaturo < 50 °C. Plošče smo inkubirali pri 26 °C, rezultate pa odčitali sedmi dan po inokulaciji. Za določitev sporogenih bakterij smo suspenzijo segreli na 80 °C za 10 minut. Nato smo pripravili redčitve osnovne suspenzije. Analizo smo izvedli po postopku, opisanem za bakterije. Za določitev prisotnosti koliformnih bakterij in *E. coli* smo uporabili gojišče Coliforms 50 (Merck, 1.01295.0001) in gojišče

EMB (Merck, 1.01347.0500). Rezultate smo podali na g izdelka.

### Določitev mikrobioloških parametrov na površini papirja

Vzorci papirja smo narezali v aseptičnih pogojih na 5 x 5 cm in analizirali v treh paralelkah. Za analizo bakterij smo na predhodno nalite petrijevke s približno 10 ml gojišča, pripravljenega iz standardnega dehidriranega gojišča, položili vzorec in dodali približno 10 ml istega gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Petrijevke smo inkubirali 48 ur pri 37 °C. Za analizo plesni in kvasovk smo narezane vzorce položili na predhodno pripravljene petrijevke in dodali približno 10 ml gojišča, ohlajenega na temperaturo < 50 °C. Za izvedbo analiz smo uporabili enaka gojišča kot za analize v papirju. Po inkubaciji (7 dni, 26 °C) smo prešteli kolonije mikroorganizmov na površini in rezultate podali na dm<sup>2</sup>.

### Površinska prašnost izdelkov

Prašnost vzorcev smo določili po prilagojeni grafični metodi IGT W 33. Za analizo smo uporabili srednje viskozno olje (IGT TESTING SYSTEMS, 404.004.020) in barvo (IGT TESTING SYSTEMS, 404.003.005).

## 3 REZULTATI IN KOMENTAR

Rezultati mikrobiološke analize in prašnosti vseh analiziranih vzorcev toaletnega papirja so prikazani v preglednici 1.

Preglednica 1: Sestava, mikrobiološke vrednosti in prašnost vzorcev  
Table 1: Composition, microbial values and surface dusting of samples

METODA / OPIS	VZOREC								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PRIMARNA SUROVINA (%)	100	100	100						
SEKUNDARNA SUROVINA (%)					100	100			
<b>ANALIZE NA POVRŠINI PAPIRJA</b>									
AEROBNE MEZOFILENE BAKTERIJE CFU/DM <sup>2</sup>	30*	114*	***	***	236*	140	148	60	68
PLESNI CFU/DM <sup>2</sup>	12	<10	<10	122	<10	14	<10	<10	<10
KVASOVKE CFU/DM <sup>2</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>ANALIZE V PAPIRJU</b>									
AEROBNE MEZOFILENE BAKTERIJE CFU/G	1,9 X 10 <sup>5</sup>	4,6 X 10 <sup>5</sup>	2,5 X 10 <sup>5</sup>	2,4 X 10 <sup>7</sup>	1,8 X 10 <sup>5</sup>	2,4 X 10 <sup>5</sup>	9,1 X 10 <sup>4</sup>	2,1 X 10 <sup>5</sup>	1,4 X 10 <sup>5</sup>
SPOROGENE BAKTERIJE CFU/G	9,8 X 10 <sup>2</sup>	1,0 X 10 <sup>3</sup>	3,5 X 10 <sup>4</sup>	5,5 X 10 <sup>6</sup>	7,7 X 10 <sup>4</sup>	5,2 X 10 <sup>4</sup>	5,3 X 10 <sup>3</sup>	2,0 X 10 <sup>4</sup>	<100
PLESNI CFU/G	3,6 X 10 <sup>4</sup>	<100	<100	4,7 X 10 <sup>3</sup>	<100	<100	<100	<100	<100
KVASOVKE CFU/G	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
KOLIFORMNE BAKTERIJE POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
<i>E. COLI</i> POZ/NEG	NEG	NEG	NEG	POZ	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG
POVRŠINSKA PRAŠNOST <sup>1</sup>	2	4	1	5	3	3	5	3	6

CFU = mikroorganizmi, ki so sposobni tvoriti kolonije

<sup>1</sup> prašnost je podana na lestvici od 1 do 6; 1 – najmanj prašen vzorec, 6 – najbolj prašen vzorec

\* rezultat je podan kot povprečje dveh paralelek

\*\*\* rezultat ni podan zaradi preraščanja na vseh treh paralelkah

## Mikroorganizmi na površini papirja

Vrednosti analiziranih vzorcev na število plesni na površinsko enoto se gibljejo do 15 plesni na dm<sup>2</sup>, razen pri vzorcu 4, kjer vrednosti presežejo 120 plesni na dm<sup>2</sup>. V večini primerov plesni in kvasovk na površini toaletnega papirja nismo potrdili.

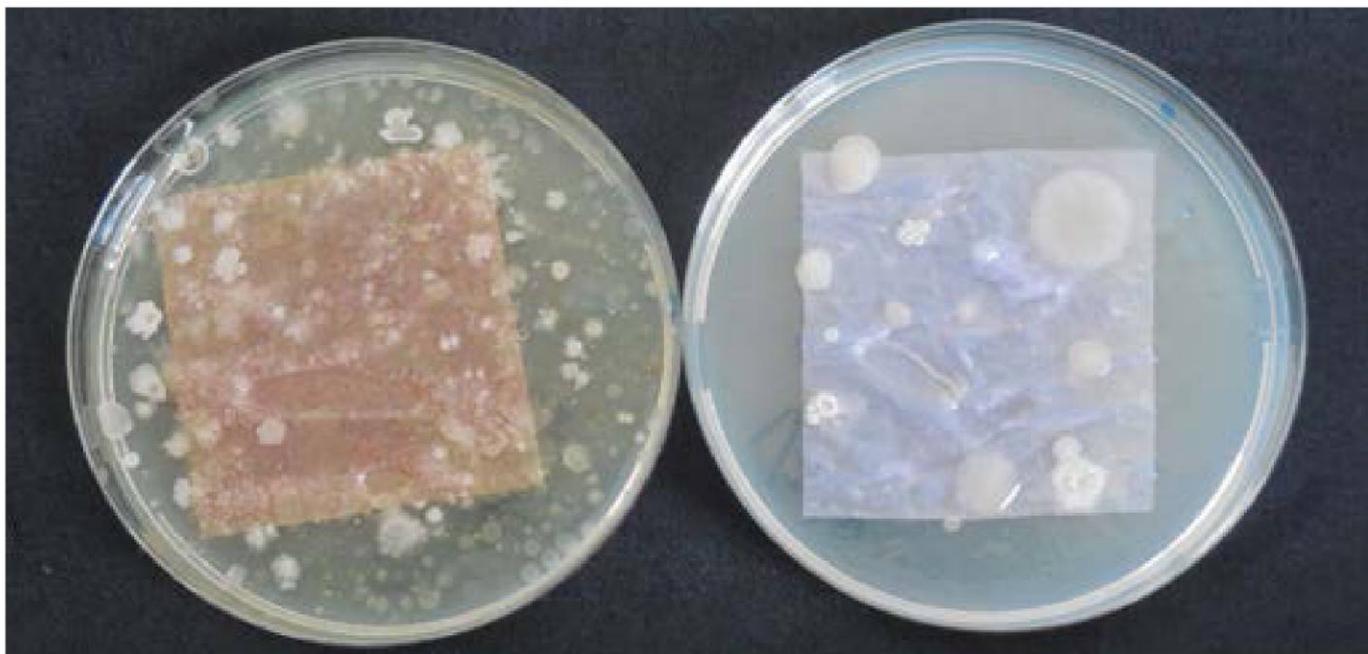
V vseh analiziranih vzorcih smo potrdili prisotnost bakterij na površini izdelka. V primeru vzorca 3 in 4 rezultata ni bilo mogoče odčitati zaradi preraščanja nekaterih kolonij bakterij (vzorec 3) ali prevelikega števila bakterij (vzorec 4). Slika 1 prikazuje razliko med preraščenim vzorcem (vzorec 4), kjer ni bilo mogoče izvesti štetja bakterij, in običajnim vzorcem (vzorec 8), kjer smo štetje lahko izvedli.

## Komentar rezultatov

V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij. Povišane vrednosti koliformnih bakterij v proizvodnji živil običajno kažejo na nehijsko proizvodnjo [12]. Med skupne koliformne bakterije tako uvrščamo rodove iz družine *Enterobacteriaceae*, in sicer *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ter tudi nekatere druge bakterije, ki jih redko najdemo v fecesu ljudi in živali. Prisotnost koliformnih bakterij ni nujno povezana s fekalnim onesnaženjem, saj so se nekateri predstavniki koliformnih bakterij sposobni razmnoževati tudi zunaj gostitelja [15]. Skupne koliformne bakterije so neželene, zato so mejne vrednosti opredeljene za več izdelkov,

tehnologiji pridobivanja vlaknine: uporabi/neuporabi postopka razsvitve (deinkanja), hrambi vhodnih surovin, uporabi/neuporabi biocidnega sistema in hrambi končnih izdelkov.

Plesni lahko tvorijo spore, ki preživijo sušilno skupino papirnega stroja in lahko kontaminirajo končni izdelek [4, 6]. Skupina gliv je pomembna, saj lahko v papirno industrijo zaidejo tudi predstavniki iz rodov, ki lahko za človeka v določenih pogojih predstavljajo nevarnost, kot sta *Aspergillus niger* [21] in *Candida albicans* [20]. Sporogene bakterije so naslednja skupina mikroorganizmov, ki lahko preživijo sušilno skupino. V papirnicah tako najdemo sporogene bakterije iz rodu *Bacillus* in *Clostridium* [19], prav slednja rodova pa lahko



Slika 1: Bakterije na površini vzorca 8 (desno), bakterije na površini vzorca 4 (levo).  
Figure 1: Bacteria on the surface of the sample 8 (right), bacteria on the surface of the sample 4 (left).

## Mikroorganizmi v papirju

Bakterije so v večini vzorcev zastopane od 104 do 105 CFU/g izdelka. Bistveno odstopa vzorec 4, ki preseže 107 CFU bakterij na g izdelka. Podobno kot pri ugotavljanju števila kvasovk na površini vzorcev, tudi v vzorcih nismo potrdili kvasovk. Plesni smo v izdelku določili v dveh analiziranih vzorcih. Sporogene bakterije pa smo identificirali v osmih vzorcih. V enem izmed devetih analiziranih vzorcev smo potrdili prisotnost *E. coli* in koliformnih bakterij.

## Površinska prašnost

Analiziranim vzorcem smo ocenili površinsko prašnost na lestvici od 1 do 6. Ocena 6 pomeni najvišjo prašnost, ocena 1 pa najnižjo. Trem vzorcem smo določili prašnost 3, dvema 5 drugim pa prašnost 1, 2, 4 in 6.

med drugim za pitno vodo [17] in kopalno vodo [18]. *E. coli* je bakterija iz družine *Enterobacteriaceae* in vedno kaže na fekalno onesnaženje toplokrvnih živali, slednje pa tudi na možne prisotne druge mikrobiološke in kemijske dejavnike fekalij [15, 16]. Zaradi slednjega ocenjujemo, da koliformne bakterije in *E. coli* ne smejo biti prisotne na higijskih papirjih in izdelkih, namenjenih za stik z živilom. Vzorec 4 je edini vzorec, ki ima prisotno bakterijo *E. coli*. Najverjetneje gre za toaletni papir, proizveden iz recikliranih vlaken, čeprav slednje ni navedeno na deklaraciji. Na drugih vzorcih, ki so deklarirani kot izdelki proizvedeni iz 100-odstotne sekundarne vlaknine, pa koliformnih bakterij in *E. coli* nismo potrdili. Razlago, zakaj se omenjene bakterije pojavljajo v nekaterih vzorcih, proizvedenih iz recikliranih vlaken, pri drugih pa ne, je treba iskati v

vsebudeta tudi za človeka nevarne vrste [11, 14]. Zaradi potencialne nevarnosti se njihovo število po posameznih skupinah kontrolira v živilski industriji in drugje [12]. V osmih vzorcih smo potrdili prisotnost sporogenih bakterij, pri čemer so sporogene bakterije različno zastopane v analiziranih vzorcih. Najdemo jih v koncentracijah od 102 do 106 CFU na g izdelka. Menimo, da prisotnost sporogenih bakterij v povišanih koncentracijah na končnih izdelkih ni primerna za uporabo v higijske namene.

Številčna zastopanost bakterij se v večini vzorcev giblje okoli 105 CFU/g izdelka in ni neposredno povezana z uporabljenimi vhodnimi surovinami. Vzorec 4 vsebuje najvišje število bakterij na gram izdelka. Vrednosti bakterij vzorca 4 so 100-krat višje od drugih analiziranih vzorcev. Menimo, da bi morale veljati tudi za higijske materiale podobno,



kot velja za embalažne materiale, da so sprejemljivejši izdelki s čim nižjimi vrednostmi [9].

Stopnje prenosa bakterij ne pogojuje samo njihova številčna zastopanost, ampak tudi površinska prašnost izdelka. Analiza površinske prašnosti pokaže heterogenost analiziranih vzorcev, ki pa je ne moremo pripisati le uporabljeni vlakninski surovini, saj so vzorci proizvedeni samo iz primarne vlaknine lahko bolj ali manj prašni od izdelkov, proizvedenih samo iz sekundarne vlaknine. Vzorec 4 dosega visoke vrednosti, kar kaže, da bo prenos bakterij verjetneje uspešnejši kot pri izdelkih z nizkimi mikrobiološkimi dejavniki in nizko površinsko prašnostjo.

V nobenem od vzorcev nismo potrdili kvasovk na površini toaletnega papirja. Prisotnost plesni smo potrdili v treh izdelkih, pri katerih je ponovno vzorec 4 dosegal najvišje vrednosti. Vzorec 4 bi verjetno dosegel najvišje vrednosti tudi pri številu bakterij na površino, vendar prav zaradi števila bakterij rezultata ni bilo mogoče podati.

## 4 ZAKLJUČKI

Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da ni preprostega pravila, ki bi razdelil toaletne izdelke glede na uporabljene surovine. Uporaba čiste celuloze (primarna vlakna) še ne zagotavlja, da je izdelek mikrobiološko ustrezen in da se na njem oziroma v njem ne morejo pojavljati mikroorganizmi, ki so potencialno nevarni za človeka. Razlike med izdelki iz sekundarne ali primarne vlakninske surovine so običajno predvsem v številčnosti sporogenih bakterij, lahko pa tudi v številčnosti plesni, bakterij in koliformnih bakterij. Toaletni papir je namenjen neposrednemu stiku s sluznico, zato menimo, da je predvsem pri izdelkih iz večslojnega papirja lahko pomembnejši podatek o številu mikroorganizmov na površino izdelka. Pri higienskih izdelkih je treba upoštevati tudi sam tehnološki proces, hrambo vhodnih surovin, uporabo biocidnega sistema in druge relevantne podatke, še posebej pri izdelkih proizvedenih iz reciklirane vlaknine. Prav pri izdelkih, proizvedenih iz reciklirane surovine, so lahko velike razlike v zastopanosti plesni, sporogenih bakterij, koliformnih bakterije in *E. coli*, zato bi morali biti mikroorganizmi, ki so lahko potencialno nevarni za človeka, z zakonodajo definirani in nadzorovani parametri higienskih papirjev.

## ZAHVALA

Zahvala gre sodelavcem, Marjeti Bregar, Leopoldu Scheicherju in Gregorju Lavriču za pomoč pri izvedbi mikrobioloških in grafičnih analiz.

## LITERATURA

- [1] RUTAR, V. Vrste papirjev, kartonov in lepenk. Ljubljana: 2007, 33–38 str.
- [2] BIEMANN, C. J. Handbook of pulping and papermaking. 2. izdaja. London: Academic press. Inc., 1996, 158 str.
- [3] KARLSSON, M. Papermaking Part 2, Drying. Helsinki: Fapet, Oy, 2000, 360,170 str.
- [4] IVANUŠ, A. Mikrobiološka kakovost papirja, kartona in lepenke. Papir, 1997, št. 3–4, str. 42–44
- [5] IVANUŠ, A. Mikrobiološka problematika v papirni industriji, 2. kongres slovenskih mikrobiologov z mednarodno udeležbo, Bole-Hribovšek, V., Ocepak, M., Klun, N., str. 359–362, Portorož, september 1998
- [6] IVANUŠ, A. Reševanje mikrobioloških težav na papirnih strojih. Papir, 2005, št. 2, str. 29–31
- [7] ROSSMOORE, H. W. Handbook of biocide and preservative use. Peta izdaja. Houten: Springer – science+Business media, B.V., 1995, str. 83–85
- [8] BAJPAI, P. Pulp and Paper industry, Microbiological Issues in papermaking. Oxford: Elsevier, 2015, 18, 67 str.
- [9] SCHAECHTER, M. Encyclopedia of Microbiology. Tretja izdaja. Oxford: Academic Press, 2009, 91. str.
- [10] ŠUŠTARŠIČ, M. Papirni stroj – ekosistem v malem? Papir, 2011, št. 5, str. 26–29
- [11] SCHNEIDER, K. R. et al. Preventing Foodborne Illness: *Bacillus cereus* and *Bacillus anthracis*. Food Science and Human Nutrition Department, 2004. FSHN04-05. Dostopno na spletu: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/FS/FS10300.pdf>
- [12] BAJT, N. Tehnologija mleka. Učbenik. Ljubljana: Zavod IRC, Ljubljana, 2011, str. 30, 34–36
- [13] ODLOČBA KOMISIJE z dne 9. julija 2009 o določitvi okoljskih meril za podeljevanje znaka

za okolje Skupnosti tissue papirju za higienske namene uporabe. Dostopno na spletu: [http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/okoljski%20znaki/Ecolabel/2009\\_568\\_ES.pdf](http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/okoljski%20znaki/Ecolabel/2009_568_ES.pdf)

[14] BRÜGGEMAN, H., et al. The genome sequence of *Clostridium tetani*, the causative agent of tetanus disease. PNAS. 2003 vol. 100, št. 3, str. 1316–1321.

[15] DRAVEC, S. Kondicioniranje mikrobiološko onesnaženega vodnega vira v Gerlinčih s pomočjo rastlinske čistilne naprave: diplomsko delo. Ljubljana, 2007, 12.str.

[16] HENSLEY, R. W. Bergey's Manual of Determinative bacteriology. Lippincott Williams and Wilkins, 9. izdaja, 1994, Baltimore, USA str. 175, 179

[17] Pravilnik o pitni vodi. Dostopno na spletu: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>

[18] Pravilnik o minimalnih higienskih in drugih zahtevah za kopalne vode. Dostopno na spletu: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=44485>

[19] RONING, C. Europe-wide analysis of paper mill microbial problems. Master of science, 2001, str. 34

[20] HOLMES, A. R., et al. Detection of *Candida albicans* and Other Yeasts in Blood by PCR. Journal of Clinical Microbiology, 1994, vol. 23, št. 1, str. 228–231

[21] PATRAGON, D. D. Aspergillus, Health implication and Recommendations For Public Health Food safety. Internet Journal of Food Safety, 2006, vol. 8, str. 19–23

<sup>1</sup> Matej Šuštaršič, univ. dipl. biolog,  
Inštitut za celulozo in papir,  
Bogišičeva ulica 8, 1000 Ljubljana  
(<sup>1</sup> Pulp and Paper institute,  
Bogišičeva ulica 8, SI-1000 Ljubljana)



## 3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev

**Vrhunska zmogljivost, izjemna topnost**

3M™ lepilni trakovi za lepljenje letečih spojev imajo lepilo namenjeno optimalni učinkovitosti in enostavni izvedbi. 3M je za papirno industrijo razvil lepilo, ki se hitro in popolnoma raztopi v vodi ter ne pušča ostankov.

Učinkovit pri različnih hitrostih spajanja in gramaturah papirja, pri temperaturah celo do 204°C. Lepilni trakovi omogočajo hitro, enostavno in varno aplikacijo.

**3M (East) AG**  
Podružnica v Ljubljani, Cesta v Gorice 8, Ljubljana

innovation.si@mmm.com  
Telefon: +386 1 200 3630

©3M in 3M Science. Applied to Life™ sta blagovni znamki podjetja 3M.

# NOVOSTI O NANOCELULOZI IN POVRŠINSKIH MODIFIKACIJAH

## NOVELTIES ON NANOCELLULOSE AND SURFACE MODIFICATION

Mojca BOŽIČ<sup>1</sup>, Karin STANA-KLEINSCHEK<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

V članku so predstavljene najnovejše raziskave o nanocelulozi, površinskih modifikacijah nanoceluloze ter njihove možnosti uporabe v papirni industriji. Tako sta predstavljena nanoceluloza kot utrjevalni, premazni ali izhodni material pri izdelavi papirja ali nanopapirja ter površinsko modificiranje nanoceluloze za pridobitev novih lastnosti, kot so (I) hidrofobnost za izdelavo posebnega papirja, kot je papir za cigarete, filtre, ultralahek papir za varnostne namene in bankovce ter embalažni papir s specifičnimi bariernimi lastnostmi, (II) protimikrobnost za izdelavo aktivnega embalažnega papirja, (III) negorljivost oz. zmanjšanje gorljivosti za izdelavo npr. stenskih tapet, igrač in papirja, za katerega je zahtevana nizka gorljivost, (IV) prevodnost za izdelavo zaslonov, zaslonov na dotik in interaktivnih papirjev ter (V) senzorjev.

**Ključne besede:** celulozni nanofibrili, celulozni nanokristali, površinska modifikacija, hidrofobnost, protimikrobnost, negorljivost, prevodnost, senzorji

### ABSTRACT

*The article presents the latest research on nanocellulose, the surface modification of nanocellulose, and its potential use in the paper industry. Nanocellulose is presented as a reinforcing, coating or starting material in the manufacture of paper or nanopaper. In addition, the article focuses on the surface modification of nanocellulose with the aim of acquiring new properties such as (i) hydrophobicity, which is very important in the manufacture of special paper, i.e. paper for cigarette filters, ultra-lightweight paper for security purposes and banknotes, and paper packaging with specific barrier properties, (ii) antimicrobial for the production of active antimicrobial packaging paper, (iii) flame-retardant or reducing the combustibility for the manufacturing of wall coverings, toys and paper with required low combustibility, (iv) conductivity for the production of displays, touch screens and interactive papers and (v) sensors.*

**Key words:** cellulose nanofibrils, cellulose nanocrystals, surface modification, hydrophobicity, antimicrobial, incombustibility, conductivity, sensors

## 1 UVOD

Celulozna vlakna se že več kot 2000 let uporabljajo kot osnovna sestavina za izdelavo papirja. Papir, prisoten v vsakdanjem življenju, sestoji iz vlaken premerov nekaj deset mikrometrov. Z uporabo encimske ali kemične predobdelave in visokotlačne homogenizacije lahko mikrometer velika vlakna razvlaknimo na nanocelulozo s premerom med 20 in 100 nm in dolžine do 100  $\mu\text{m}$  (Slika 1). Uporaba nanoceluloze v pripravi papirja ponuja izdelavo papirja nove generacije. Površinska modifikacija, tako nanoceluloze kot že izdelanega papirja, pa razširi možnosti uporabe papirja do danes neznanega (npr. organske solarne celice, elektronika, baterije, aktivni zasloni, biomedicinske naprave itd.) [1].

Nanoceluloza (NC) danes obstaja v številnih oblikah in njihovo poimenovanje še danes ni poenoteno. Tako lahko v literaturi zasledimo naslednja poimenovanja: (I) mikrofibrilirana celuloza (MFC), nanofibrilirana celuloza (NFC)

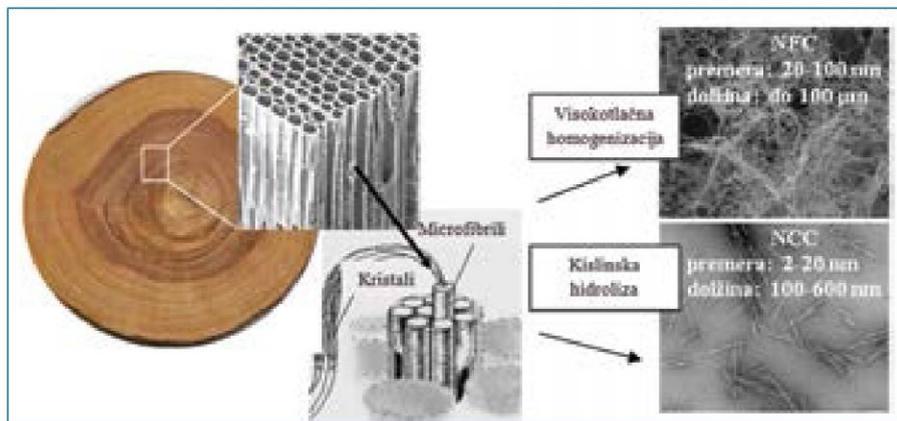
ali celulozni nanofibrili (CNF) premera 20–100 nm in dolžine do 100  $\mu\text{m}$ , (II) kislinsko hidrolizirani fibrili znani kot nanokristalina celuloza (NCC) ali celulozni nanokristali (CNC) premera 2–20 nm in dolžine 100–600 nm (Slika 1) ter (III) bakterijska nanoceluloza (BNC) ali bakterijska celuloza (BC) premera 2–4 nm in dolžine 80–100 nm [2].

Vključitev NC v razne kompozitne materiale omogoča pridobitev posebnih lastnosti, ki se lahko popolnoma razlikujejo od lastnosti izhodnih materialov. Sem prištevamo posebne morfološke lastnosti, visoko specifično površino, spremenjene reološke lastnosti, izboljšane mehanske in barierne lastnosti, povečano površinsko kemično reaktivnost, biokompatibilnost, biorazgradljivost, netoksičnost itd. Zaradi prisotnega kristaliničnega dela v nanofibrilih imajo le-ti izredne mehanske lastnosti. Teoretični elastični moduli vzdolž verige popolnega kristala celuloze dosegajo vrednosti med 130 GPa in 250 GPa, kar je primerljivo z modulom Kevlarja (med 130 GPa in 179 GPa). Celulozni fibrili kot

celota zaradi prisotnosti amorfnega dela dosegajo nižje mehanske lastnosti, ki pa so še vedno zelo zadovoljive (tj. 114 GPa) [3].

Med druge pomembnejše lastnosti NC spada površinska reaktivnost. Naravni celulozni derivati imajo na površini množico hidroksilnih skupin in manjši delež karboksilnih ionskih skupin, ki prispevajo k visoki hidrofilnosti površine NC. Površinske hidroksilne skupine omogočajo različne kemijske in encimske modifikacije za pridobivanje novih površinskih funkcionalnosti. Kot primer, površinska funkcionalnost je pomembna, ker določa interakcije med samimi NC delci in NC z drugimi polimeri preko ionskih, vodikovih in hidrofobnih interakcij. Neobdelana NC je hidrofilna ter zato kompatibilna le z vodotopnimi polimeri. Pred pripravo polimernih nanokompozitov je zato potrebno površino NC primerno modificirati.

Tradicionalne kemične modifikacijske metode v večini zajemajo uporabo nevarnih katalizatorjev, kot so težke



Slika 1: Shematski prikaz proizvodnje nanoceluloze (NFC in NCC); NFC preko mehanske obdelave ter NCC preko kemijske obdelave

Figure 1: Schematic representation of nanocellulose production (NFC and NCC); NFC via mechanical processing and NCC via chemical treatment

kovine, kombinacije toksičnih kemikalij ter dolge reakcijske čase, ki močno omejujejo proizvodnjo.

Na Inštitutu za inženirske materiale in oblikovanje v Mariboru (<http://www.fs.uni-mb.si/podrocje.aspx?id=289>) že desetletja raziskujemo ekološko cilijane modifikacije/funkcionalizacije in pridelave inženirskih materialov, pri čemer polisaharidni materiali predstavljajo pretežni del raziskav, zato smo tudi aktivni člani evropske mreže odličnosti (EPNOE (<http://www.epnoe.eu/>) [4].

V tem prispevku bomo predstavili najnovejše raziskave uporabe NC v papirni industriji ter površinskih modifikacijah NC za doseg specialnih lastnosti končnih papirnih materialov.

## 2 NANOCELULOZA KOT UTRJEVALNI, PREMAZNI ALI IZHODNI MATERIAL PRI IZDELAVI PAPIRJA ALI NANOPAPIRJA

NC kot dodatek (k celulozni pulpi ali kot premazno sredstvo [5]) pri izdelavi papirja deluje predvsem kot »lepilo« med mikrovlakni, kar vodi do naslednjih učinkov: (I) povečanje nateznih pretržnih lastnosti, (II) zmanjšanje zračne prepustnosti, (III) zmanjšanje sipanja svetlobe in s tem znižanje motnosti oz. povečanje transparentnosti in (IV) povečanje gostote papirja [6]. Potencial NC kot ojačevalca papirja temelji na veliki površini NC, ki nudi nešteto mest za povezavo preko vodikovih vezi. Nedvomno ima NFC veliko prednost pred izbiro NCC kot utrjevalni dodatek k papirju. Fleksibilnost NFC omogoča boljše prilagodljivost s površino vlaken in tako večjo povezano območje preko vodikovih vezi. Poleg tega je cenovno NFC v veliki meri bolj ugodna kot NCC. Cena NFC pridobljene iz smreke znaša približno 2.250 USD na tono, kar je okoli 2,5-krat več od cene konvencionalne

celulozne pulpe [7]. Cena NCC pa znaša med 10.000 in 20.000 USD na tono [8]. Visoki stroški proizvodnje NCC kot tudi NFC predstavljajo trenutno precejšno omejitev pri sprejemanju NC materiala na trgu, zato so trenutne raziskave usmerjene v zmanjševanje energije v procesu pridobivanja NC s poudarkom na izboljšanju predobdelovalnega procesa s pomočjo encimov.

NC lahko služi tudi kot osnova za pripravo papirja, v tem primeru imenovanega nanopapir. Postopek priprave nanopapirja je analogen tradicionalnim postopkom izdelave papirja, in sicer najpogostejši uporabljeni metodi sta (I) postopek z uparjanjem in (II) filtracija, ki ji sledi stiskanje z ogrevanim valjem [9]. Številne študije poročajo o izdelavi nanopapirja iz NFC različnih virov, ki se vsi odlikujejo po odlični natezni trdnosti (med 120 MPa in 185 MPa) in visokih elastičnih modulih (med 6,5 GPa in 17,4 GPa) [9]. Po najnovejših poročanjih nanopapir izdelan iz NCC dosega slabše mehanske lastnosti (32,8 MPa natezne trdnosti in 4,3 elastičnega modula [9]) v primerjavi z nanopapirjem izdelanim iz NFC. Po drugi strani pa je z NCC mogoče doseči popolno transparentnost nanopapirja [9]. Te edinstvene lastnosti predstavljajo NC kot odlično osnovo pri izdelavi materialov prihodnosti, kot so filter papirji za odstranjevanje virusov, biorazgradljive elektronske naprave, tanki fleksibilni zasloni, visoko zmogljivi embalažni materiali itd.

### Površinsko modificiranje NC

Primerna površinska modifikacija NC je kritičnega pomena za izboljšanje kompatibilnosti in homogene disperzibilnosti v posamezni polimerni matrici ali za pridobivanje novih funkcionalnih lastnosti. Prisotnost velikega števila hidroksilnih skupin na površini NC predstavljajo platformo za številne možne kovalentne in ionske modifikacije. Med kovalentne štejemo esterifikacijo, eterifikacijo, siliniranje,

sulfoniranje, aminiranje, vezava raznih polimerov itd. in vodijo do popolnoma novih lastnosti.

**Hidrofobnost:** NC filmi in kompoziti so po naravi močno hidrofilni in krhki, kar pogosto omejuje njihovo uporabo. V tem kontekstu so bili raziskani številni pristopi hidrofobiranja in »mehčanja« NC. Najpogosteje uporabljene metode so kovalentna vezava različnih hidrofobnih molekul na površino NC [10] preko esterifikacije [10], siliniranja, amidiranja itd. Acetiliranje je reakcija esterifikacije hidroksilnih skupin z acetilnimi skupinami, ki zmanjšajo polarnost NC, kar pomeni, da odvisno od stopnje acetiliranja lahko dosežemo delno ali visoko hidrofobnost [11]. Delno acetilirani CNF imajo velik potencial uporabe v papirništvu. Najnovejše raziskave prikazujejo, da lahko že z majhnim dodatkom delno acetiliranih CNF v papirno pulpo istočasno dosežemo znižanje absorpcije vode do 23 % ter očitno izboljšanje mehanskih in bariernih lastnosti papirja [12]. Kot takšna, delno acetilirana NC, amofilna NC, s hidrofilnimi in hidrofobnimi površinskimi lastnostmi, ima sposobnost homogenega dispergiranja v papirni izhodni pulpi in tako doprinese k popolnoma novim lastnostim končnega papirnega produkta. Acetilirana NC vlakna imajo svojo nišo v segmentu predelave posebnega papirja, kot je papir za cigarete, filtre, ultralahek papir za varnostne namene in bankovce ter embalažni papir s specifičnimi bariernimi lastnostmi.

**Protimikrobna:** Protimikrobna je lastnost, ki je še posebej zaželeno pri embalažnih materialih za hrano, kjer tako imenovana »aktivna« embalaža deluje na hrano in/ali okolje hrane na način, ki podaljša rok trajanja ter ohranja prehranske vrednosti živila. Princip inovacije sloni na integraciji protimikrobno aktivnih spojin v/na embalažni papirni material. Protimikrobno modificirana NC predstavlja zaradi svoje velike površine in s tem številnih možnih mest modifikacije ekološko visoko učinkovito alternativo sintetičnim protimikrobnim reagentom. Že leta 2007 so izdelali visoko protimikrobno učinkovite filme na osnovi površinsko modificirane mikrofibrilirane celuloze z oktadecildimetil (3-trimetoksisililpropil) amonijevim kloridom (ODDMAC) [13]. Zaradi kovalentne vezave ODDMAC preko etrske vezi so se proizvedeni filmi izkazali kot visoko obstojni brez sproščanja protimikrobnih substanc v okolje. Že pri zelo nizki koncentraciji ODDMAC na površini mikrofibrilirane celuloze so filmi 99 % aktivni proti *E. coli* in *S. aureus*.

V zadnjih letih številni raziskovalci poročajo o različnih vezavah različnih protimikrobnih spojin na NC vseh oblik. Tako so na primer pred kratkim uspešno kovalentno vezali penicilin na mikrofibrilirano celulozo in iz nje izdelali filme s sposobnostjo uničenja *E. coli* in *S. aureus* [14]. Saini s sodelavci

[15] predstavlja površinsko modificirane NFC s kvarternim amonijem in proizvodnjo kontaktno aktivnih protimikrobnih površin. Na BNC so uspešno vezali amino alkinne skupine in s tem posnemali lastnosti hitozana, ki je naravno protimikrobno aktiven [16]. Z vezavo amino skupine je BNC-NH<sub>2</sub> sposobna istočasno uničiti *E. coli* in *S. aureus*, ni pa toksična za človeške matične celice. V drugi študiji so na površini NCC polimerizirali rodanin s pomočjo železovega klorida kot iniciatorja in oksidanta [17]. Novo sintetizirani kristalni delci, ki se lahko uporabljajo kot premazno sredstvo ali aditivi k papirni masi, uspešno zavirajo rast *E. coli* in *B. subtilis*.

Mikrofibrilirana celuloza lahko uspešno služi tudi kot nanoporozni premaz za papir, ki ima sposobnost postopnega sproščanja različnih protimikrobno delujočih molekul v okolje [18].

V zadnjih nekaj letih je močno naraslo število publikacij na temo anorganskega funkcionaliziranja NC za doseg protimikrobnih lastnosti. Anorganski nanodelci, kot so Ag, Au, MgO, ZnO, TiO<sub>2</sub> itd., se lahko na površino NC adsorbirajo fizično ali kemično vežejo. V primeru adsorpcije lahko prihaja do sproščanja nanodelcev v okolje, kar predstavlja nevarnost za zdravje ljudi in varnost okolja [19]. Z uporabo inovativnih tehnik različnih kemijskih vezav različnih anorganskih delcev na površino NC pa je možno proizvesti nanopapir, ki ima izredne protimikrobne lastnosti in obstojnosti [19].

#### Negorljivost oz. zmanjšanje gorljivosti:

Vsa celulozna vlakna različnih dimenzij so hitro vnetljiva in imajo nizko toplotno odpornost, kar močno omejuje uporabo celuloze v določenih aplikacijah, kjer se zahteva visoka odpornost na toploto oz. negorljivost. Da bi zmanjšali gorljivost, se na celulozna vlakna aplicirajo razni negorljivi reagenti, ki bazirajo na halogenih, fosfatnih, amonijevih, borovih in drugih spojinah [20]. Med naštetimi so najbolj učinkovite halogenske spojine, a so hkrati nevarne za okolje. Učinkovite so tudi borove spojine, ampak se zaradi dobre topnosti v vodi izredno hitro sperejo s površine. Za okolje manj nevarna je fosforilacija, ampak je potrebna precejšnja količina fosfatnih spojin za doseg zelenih lastnosti.

Fosforilacija celuloze pomeni vezavo ene ali več anionskih fosfornih skupin na celulozni monomer preko hidroksilnih skupin, ki doprinejo k novim lastnostim celuloznega materiala [21–23]. S fosforilacijo lahko znižamo gorljivost izhodnega materiala [21], zato je fosforilacija NC kot taka še posebej zanimava pri izdelavi stenskih tapet, igrač in papirja, za katerega je zahtevana nizka gorljivost [24].

**Prevodnost:** Tridimenzionalna prevodna struktura nanoceluloznega papirja predstavlja možnost shranjevanja

energije, predvsem v ultra-kondenzatorjih ali baterijah. Dodatno transparentnost prevodnega nanopapirja ponuja potencial uporabe v elektroniki in optoelektroniki, kot so zasloni, zasloni na dotik in interaktivni papir [25].

Za doseg prevodnosti celuloznega nanopapirja je potrebno NC predhodno modificirati s prevodnimi materiali, kot so kovinski oksidi [25] grafen [26], ogljikove nanocevke [25], prevodni polimeri itd. ali vnesti prevodne materiale v/na že izdelan nanopapir [27].

**Senzorika:** Nedavne ugotovitve so pokazale, da je mogoče uporabiti tehniko »layer by layer« (plast na plast) pri izdelavi NFC/polietilenimin kompozitnega filma, ki glede na relativno vlažnost spreminja barvo [28]. NFC/polietilenimin filmi imajo potencial uporabe v izdelavi vizualnih senzorjev vlage ali interaktivnih zaščitnih papirjev.

Senzorji za sledenje mehanskih obremenitev imajo ogromen potencial širše aplikacije v infrastrukturni in avtomobilski industriji pri spremljanju zdravja. Za izdelavo takšnega senzorja, z zmožnostjo detekcije visokih obremenitev so pred kratkim uporabili tridimenzionalen porozen nanopapir, sestavljen iz grafena in nanoceluloze v elastični matriki (definiran kot raztegljiva elektroda z vgrajenim prilagodljivim nanopapirjem) [29].

### 3 Zaključek

Najnovejše raziskave o uporabi nanoceluloze, še posebej nanofibrilne celuloze (CNF) kot utrjevalni dodatek za izboljšavo mehanskih lastnosti papirja, so pred kratkim vzbudile veliko zanimanja na področju papirne tehnologije. V bližnji prihodnosti se pričakuje povečana potreba po modificirani CNF, še posebej v embalažni industriji, kjer se zahtevajo materiali s funkcionalnimi lastnostmi. Izvorno površino in hidrofilitno CNF je možno modificirati z različnimi metodami, kot so esterifikacija, eterifikacija, siliniranje, sulfoniranje, aminiranje, vezava raznih polimerov itd. Te številne možnosti površinskih modifikacij odpirajo nove smeri morebitne uporabe CNF pri razvoju naprednih in funkcionalnih materialov, pri čemer predvsem razvoj okolju prijaznih modifikacij zagotovo predstavlja obetavno strategijo v okviru novih trajnostnih in okolju prijaznih izdelkov, pridobljenih iz obnovljivih virov.

#### LITERATURA IN VIRI

- [1] Hu L, Zheng G, Yao J, Liu N, Weil B, Eskilsson M, et al. Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers. *Energy Environ Sci* 2013;6:513.
- [2] Charreau H, Foresti ML, Vazquez A. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. *Recent Pat Nanotechnol* 2013;7:56–80.

[3] Zimmermann T, Bordeanu N, Strub E. Properties of nanofibrillated cellulose from different raw materials and its reinforcement potential. *Carbohydr Polym* 2010;79:1086–93.

[4] Persin Z, Stana-Kleinschek K, Foster TJ, Van Dam JEG, Boeriu CG, Navard P. Challenges and opportunities in polysaccharides research and technology: The EPNOE views for the next decade in the areas of materials, food and health care. *Carbohydr Polym* 2011;84:22–32.

[5] Lavoine N, Desloges I, Khelifi B, Bras J. Impact of different coating processes of microfibrillated cellulose on the mechanical and barrier properties of paper. *J Mater Sci* 2014;49:2879–93.

[6] Hassan ML, Bras J, Mauret E, Fadel SM, Hassan E a., El-Wakil N a. Palm rachis microfibrillated cellulose and oxidized-microfibrillated cellulose for improving paper sheets properties of unbeaten softwood and bagasse pulps. *Ind Crops Prod* 2015;64:9–15.

[7] <http://www.stratereasearch.se/Documents/Strategiprocessen/NordicCountriesCaseStudies2014.pdf>, 9.9.2015). Nordic Countries OECD Working Party on Nanotechnology 1. 2014.

[8] Donnell SEO. Impact of Nanotechnology in Materials on Aviation 2003:1–5.

[9] Mtibe a, Linganiso LZ, Mathew AP, Oksman K, John MJ, Anandjwala RD. A comparative study on properties of micro and nanopapers produced from cellulose and cellulose nanofibres. *Carbohydr Polym* 2015;118:1–8.

[10] Sahaqui H, Zimmermann T, Tingaut P. Hydrophobic cellulose nanopaper through a mild esterification procedure. *Cellulose* 2014;21:367–82.

[11] Božič M, Vivod V, Kavčič S, Leitgeb M, Kokol V. New findings about the lipase acetylation of nanofibrillated cellulose using acetic anhydride as acyl donor. *Carbohydr Polym* 2015;125:340–51.

[12] Mashkour M, Afra E, Resalati H, Mashkour M. Moderate surface acetylation of nanofibrillated cellulose for the improvement of paper strength and barrier properties. *RSC Adv* 2015;5:60179–87.

[13] Andresen M, Stenstad P, Møretrø T, Langsrud S, Syverud K, Johansson LS, et al. Nonleaching antimicrobial films prepared from surface-modified microfibrillated cellulose. *Biomacromolecules* 2007; 8:2149–55.

[14] Saini S, Belgacem N, Mendes J, Elegir G, Bras J. Contact antimicrobial surface obtained by chemical grafting of microfibrillated cellulose in aqueous solution limiting antibiotic release. *ACS Appl Mater Interfaces* 2015;7:18076–85.

[15] Saini S, Falco CY, Belgacem MN, Bras J. Surface cationized cellulose nanofibrils for the production of contact active antimicrobial surfaces. *Carbohydr Polym* 2015;135:239–47.

[16] Fernandes SCM, Sadocco P, Alonso-Varona A, Palomares T, Ceiza A, Silvestre AJD, et al. Bioinspired antimicrobial and biocompatible bacterial cellulose membranes obtained by surface functionalization with aminoalkyl groups. *ACS Appl Mater Interfaces* 2013;5:3290–7.

[17] Tang J, Song Y, Tanvir S, Anderson WA, Berry RM, Tam KC. Poly(rhodanine) coated cellulose nanocrystals - a sustainable antimicrobial agent. *ACS Sustain Chem Eng* 2015;3:150708121704008.

[18] Lavoine N, Desloges I, Manship B, Bras J. Antibacterial paperboard packaging using microfibrillated cellulose. *J Food Sci Technol* 2015.

[19] Missoum K, Sadocco P, Causio J, Belgacem MN, Bras J. Antibacterial activity and biodegradability assessment of chemically grafted nanofibrillated cellulose. *Mater Sci Eng C* 2014;45:477–83.

[20] Thakur VK, Kessler MR. Green Biorenewable Biocomposites: From Knowledge to Industrial Applications - CRC Press Book. By Apple Acad Press 2015:346.

[21] Božič M, Liu P, Mathew AP, Kokol V. Enzymatic phosphorylation of cellulose nanofibers to new highly-ions adsorbing, flame-retardant and hydroxyapatite-growth induced natural nanoparticles. Cellulose 2014;21:2713–26.

[22] Kokol V, Božič M, Vogrinčič R, Mathew AP. Characterisation and properties of homo- and heterogenously phosphorylated nanocellulose. Carbohydr Polym 2015;125:301–13.

[23] Liu P, Borrell PF, Božič M, Kokol V, Oksman K, Mathew AP. Nanocelluloses and their phosphorylated derivatives for selective adsorption of Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup> and Fe<sup>3+</sup> from industrial effluents. J Hazard Mater 2015;294:177–85.

[24] Ghanadpour M, Carosio F, Larsson PT, Wågberg L. Phosphorylated Cellulose Nanofibrils: A Renewable Nanomaterial for the Preparation of Intrinsically Flame-Retardant Materials. Biomacromolecules 2015.

[25] Hu L, Zheng G, Yao J, Liu N, Weil B, Eskilsson M, et al. Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers. Energy Environ Sci 2013;6:513–8.

[26] Wang Z, Tammela P, Strømme M, Nyholm L. Nanocellulose coupled flexible polypyrrole/graphene oxide composite paper electrodes with high volumetric capacitance. Nanoscale 2015;7:3418–23.

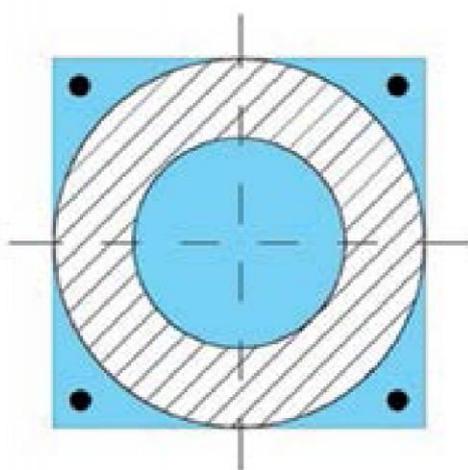
[27] Song Y, Jiang Y, Shi L, Cao S, Feng X, Miao M, et al. Solution-processed assembly of ultrathin transparent conductive cellulose nanopaper embedding AgNWs. Nanoscale 2015;7:13694–701.

[28] Granberg H, Coppel LG, Eita M, Mayolo EA de, Arwin H, Wågberg L. Dynamics of

moisture interaction with polyelectrolyte multilayers containing nanofibrillated cellulose. Nord Pulp Pap Res J 2012:496–9.

[29] Yan C, Wang J, Kang W, Cui M, Wang X, Foo CY, et al. Highly stretchable piezoresistive graphene-nanocellulose nanopaper for strain sensors. Adv Mater 2014;26:2022–7.

<sup>1</sup> dr. Mojca Božič in  
prof. dr. Karin Stana-Kleinschek,  
Inštitut za inženirske materiale in oblikovanje,  
Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru



# KOVINO-SERVIS

## Tone Žust s.p.

Zg. Besnica 1

1000 Ljubljana

GSM: 041/286-918

email: tone.zust@amis.net

## Paper Coating Chemicals

Discover new dispersions  
for your paper products



[www.paper-chemicals.basf.com](http://www.paper-chemicals.basf.com)

150 years

**BASF**  
We create chemistry

# NANOCELULOZA: TERMINOLOGIJA, LASTNOSTI IN POSTOPKI PRIDOBIVANJA

## NANOCELLULOSE: TERMINOLOGY, PROPERTIES AND PRODUCTION PROCESSES

Vesna ŽEPIČ<sup>1</sup>, Ida POLJANŠEK<sup>2</sup>, Primož OVEN<sup>2</sup>

### IZVLEČEK

Raziskave s področja inženirstva materialov se dandanes vse bolj intenzivno usmerjajo v razvoj naprednih nanomaterialov, pridobljenih iz naravnih virov, ki lahko bistveno prispevajo k zmanjšanju škodljivih učinkov na okolje, zniževanju emisij ogljikovega dioksida, povečanju energetske učinkovitosti s smotno rabo obnovljivih virov, hkrati pa so neodvisni od ekonomsko nestabilnih naftnih derivatov. Na tem področju se nanoceluloza uveljavlja kot ena izmed najperspektivnejših materialnih komponent. Z izkoriščanjem prednosti, ki jih nudijo nanostrukturirani materiali, je mogoče oblikovati napredne nanokompozite, ki poleg višjega modula elastičnosti in natezne trdnosti, posedujejo tudi izboljšane barierne in optične lastnosti, dimenzijsko stabilnost končnih izdelkov, žilavost materiala ter njegovo odpornost proti temperaturnim deformacijam. Nanomateriali, pridobljeni iz naravnih surovin, so zanimivi tako z vidika širjenja obstoječih aplikativnih področij kot tudi novih tržnih priložnosti na področju biomedicine, farmacije in kozmetike, prav tako pa tudi v tekstilni, avtomobilski, embalažni, polimerni in papirni industriji. Kljub intenzivnemu razvoju, ki mu lahko sledimo preko številnih znanstvenih študij, patentnih prijav in prototipnih izdelkov, pa ostaja še kar nekaj odprtih raziskovalnih problemov, ki preprečujejo, da bi ti materiali dejansko postali del tržne proizvodnje. Zaradi hidrofilne narave, je proizvodnja nanoceluloze in njena nadaljnja uporaba omejena na vodni medij. Združevanje komponent z različnim površinskim nabojem tako predstavlja pomemben izziv, predvsem z vidika homogene porazdelitve nanostruktur v polimerni matrici, ohranitve izvornih lastnosti nanoceluloze.

Ključne besede: nanoceluloza, nanokristali, nanofibrile, bakterijska celuloza, postopki pridobivanja, nanokompoziti

### ABSTRACT

The twenty-first century is facing major changes and naturally resourced nanomaterials draw a lot of attention, mainly because of their influence on the environment, the reduction of carbon dioxide emissions, the energy efficiency achieved by a rational use of renewable sources and independence from the economically unstable petroleum products. Nanocellulose has been recognized as one of the most promising nanomaterials in the field of advanced bio-composite industry. By manipulation of matters on the atomic, molecular, and supramolecular scale and by exploiting the advantages of nanostructures, it is possible to create advanced nanocomposite materials, which - in addition to the higher modulus of elasticity and strength - exhibit improved barrier and optical properties, dimensional stability of end products, material toughness and its resistance to the heat distortion temperature. Nanomaterials derived from natural sources are of interest for existing application domains and new market opportunities in the application fields of biomedicine, pharmaceuticals and cosmetics as well as in the textile, automotive, packaging, plastics and paper industries. Despite the intensive research, which can be traced through a series of scientific studies, patent applications and prototype products, there are still some pending research issues that need to be solved before these materials become commercialized. Due to hydrophilic nature of nanocellulose, isolation and uses in further production, cycles are limited to water media. Combining components with a different surface charge therefore represents imperative challenges, especially in terms of homogeneous distribution of the nanostructures in the polymer matrix, while maintaining the original features of nanocellulose.

Key words: nanocellulose, nanocrystals, nanofibrils, bacterial cellulose, isolation processes, nanocomposites

## 1 UVOD

Biolško razgradljivi polimeri in lesna biomasa predstavljajo pomembne surovine v razvoju izdelkov z nizkim ogljičnim odtisom (manjše emisije CO<sub>2</sub>) in neobremenjujočim vplivom na okolje. Kot taki lahko tekmujejo s trenutno prevladujočimi tržnimi proizvodi, ki temeljijo izključno na naftnih surovinah. Biorazgradljivi polimeri imajo visok tržni potencial na področju bioplastike, vendar nekatere njihove lastnosti, kot so krhkost, temperaturna stabilnost, visoka paroprepustnost in nizka viskoznost za nadaljnjo predelavo, omejujejo njihovo širšo uporabo. Ena izmed predlaganih rešitev se

ponuja v vgradnji nano velikostnih ojačitev z ugodnim razmerjem med njihovo dolžino in premerom. Primer takih materialov so celulozne nanofibrile, navadno pridobljene iz celuloze lesa, ki po fizikalnih, kemičnih in mehanskih lastnostih daleč presegajo lastnosti celuloznih vlaken [1]. Nanoceluloza dosega približno 25 % trdnosti ogljikovih nanocev, ki so do danes znana kot najmočnejša umetno proizvedena vlakna [2]. Ocenjen modul elastičnosti celuloznih nanostruktur je teoretično višji od jekla in dosega vrednosti 137 GPa [3]. Natezna trdnost nanoceluloze je blizu 10 GPa, koeficient termičnega raztezka pa je nizek in dosega vrednosti okoli  $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  [4]. Ker so

potencialne mehanske lastnosti celuloznih nanostruktur primerljive z lastnostmi drugih inženirskih materialov (steklena, aramidna in kevlar vlakna) jih obravnavamo kot pomembna ojačitvena sredstva za utrjevanje polimernih osnov, proizvedenih bodisi na osnovi fermentacijskih postopkov naravnih spojin (polilaktidi) ali naftnih derivatov (poliolefini). Poznavanje struktur in lastnosti nanoceluloze, kot relativno novega biopolimera, je v laični in strokovni javnosti še vedno pomanjkljivo, zato želimo s pričujočim prispevkom vsaj delno zapolniti to vrzel. Prispevek tako uvajamo s kratkim pregledom zgodovine raziskav na področju pridobivanja nanoceluloze, podajamo terminološko in vsebinsko razčlenitev

materialov iz družine nanoceluloze, navajamo njihove ključne lastnosti s področji uporabnosti in povzemamo sodobne načine pridobivanja nanoceluloze.

## 2 ZGODOVINSKI PREGLED IN TERMINOLOGIJA

### Zgodovinski pregled

Prvi poskusi pridobivanja fibrilirane oblike celuloze segajo v zgodnja osemdeseta leta 20. stoletja. Z uporabo laboratorijskega homogenizatorja je dvema raziskovalnima skupinama [5–6], pod okriljem ameriškega podjetja ITT Rayonnier Inc., uspelo pridobiti prvo obliko fibrilirane celuloze nanometerskega velikostnega razreda. Dokazali so, da je mogoče vodno suspenzijo celuloznih vlaken lesa iglavcev pod primernimi pogoji mehanske obdelave razlojiti do gelirane oblike materiala, poimenovane mikrofibrilirana celuloza (MFC). S tem pomembnim odkritjem je ITT Rayonnier v naslednjih letih vložil ogromno število patentnih prijav za proizvodne procese MFC in njene uporabe v živilsko-predelovalni industriji. Tudi švedsko podjetje STFI-Packforsk AB (danes imenovano Innventia AB) je kmalu po prvih objavah ITT Rayonnier-a zapričelo z intenzivnimi raziskavami njene uporabe v papirni industriji [7]. Po obetavnih začetkih so tako v podjetju Rayonnier kot tudi v raziskovalnem inštitutu STFI spoznali, da je pridobivanje MFC tesno povezano z dvema temeljnima izvornima: visoka poraba energije (27.000 kWh/tono MFC) [7] in kakovost končnega produkta (nehomogenost fibril). Zgodnji primeri reševanja teh problematik so nakazali na pomembnost izbire celulozne surovine. Če je celulozna vlaknina pridobljena po sulfitem kemičnem postopku, je nadaljnji proces njenega razlojevanja lažji. Dodajanje celuloznih estrov (karboksimetil celuloza, metil celuloza, hidroksipropil celuloza) ali hidrofilnih polimerov (poliakrilna kislina, karagenan, guar guma) prav tako omogoča hitrejše razlojevanje vlaken [8]. Kljub predlaganim rešitvam postopki pridobivanja MFC niso bili ekonomsko upravičeni za industrijske tehnološke obrate, zato sta obe raziskovalni skupini to področje raziskav sčasoma opustili. Rayonnier je svoje patente prodal japonskemu podjetju Daicel Corporation, medtem ko se je oprema za proizvodnjo MFC v lasti raziskovalnega inštituta STFI razprodala najboljšim ponudnikom. Po letu 2000 je prvotna ideja o pridobivanju mikrofibrilirane celuloze ponovno zaživela, predvsem zaradi vse večjega zanimanja s področja tehnoloških inovacij in izdelave okolju prijaznih materialov. Lindström s sodelavci (STFI-Packforsk AB) in raziskovalna skupina iz švedskega inštituta KTH so obudili prvotni koncept proizvodnje MFC za uporabo v različnih nanokompozitnih sistemih. Raziskovalne skupine z univerze v Tokiu so raziskave v povezavi z MFC usmerile na področja izdelave elektronskih naprav in optičnih filmov. V nekaj letih se

je interes za tovrsten material razširil, kar potrjuje naraščajoče število znanstvenih objav (Slika 1).

Poimenovanje fibrilirane oblike celuloze se je z leti raziskav pogosto spreminjalo, od prvotno mikrofibrilirane in pozneje nanofibrilirane celuloze do nanoceluloze kot generičnega izraza. Pri tem je treba poudariti, da različno poimenovanje ne določa drugačne strukture ali kakovosti materiala, ampak je zgolj posledica želje po opisu dejanskega velikosti fibril. Tehnično združenje za celulozo in papir (TAPPI) si od leta 2011 prizadeva standardizirati različne zvrsti nanoceluloze, med drugim predlaga tudi njihovo hierarhijo poimenovanja [9].

### Terminologija

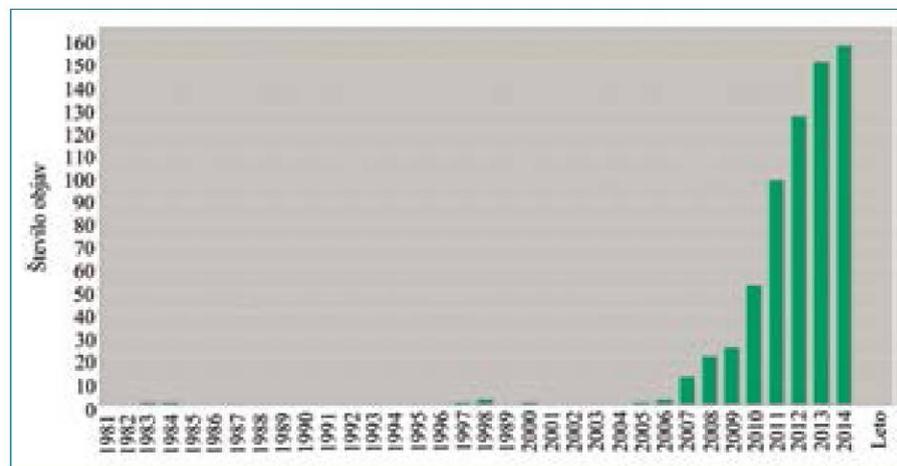
Glede na primarne surovinske vire, končne lastnosti in uporabljene proizvodne procese lahko nanocelulozne materiale kategoriziramo v tri glavne skupine: mikro- ali nanofibrilirano celulozo in celulozne nanokristale ter bakterijsko (nano)celulozo.

**Celulozne nanofibrile ali nanofibrilirano celulozo (NFC)** je mogoče pridobiti z mehanskim razlojevanjem celuloznih vlaken. Predhodna kemična [11] ali encimska [12] tehnološka obdelava omogoča lažje razlojevanje celulozne vlaknine. Morfologija NFC je odvisna od izbranega proizvodnega procesa in števila ponovljenih korakov razlojevanja [13]. Fibriliran produkt lahko vsebuje sledi večjih fragmentov celuloznih vlaken, agregiranih fibrilarnih struktur in individualnih nanofibril. Nanofibrilirana celuloza v vodni

suspenziji morfološko predstavlja zamrežen pletež dolgih in tankih fibril z nanome-trskimi premeri in dolžinami submikro-metrskega velikostnega razreda, vizualno pa psevdoplastično tekočino ali gel.

**Celulozni nanokristali (CNC)** predstavljajo individualne kristalinične entitete, ki jih gradijo celulozne verige, zaradi česar je njihova elastična prilagodljivost nižja. Pridobivamo jih s kislinsko hidrolizo [14] različnih celuloznih virov, pri čemer se amorfni deli celuloznih mikrofibril razgradijo, kristalinične dele pa je v nadaljnjih postopkih mogoče stabilizirati v suspenziji z ultrazvočnim postopkom obdelave [15]. Celulozni nanokristali dosegajo v primerjavi z nanofibrilirano celulozo nižje razmerje med dolžino in premeri, pri čemer prva dimenzija variira med 100 nm in nekaj mikrometri [16], druga pa se giblje v območju od 2 nm pa do 20 nm [17]. Stopnja kristaliničnosti celuloznih nanokristalov lahko dosega zelo visoke vrednosti, tudi do 90 % [10], odvisna je predvsem od pogojev pridobivanja.

**Bakterijska nanoceluloza (BNC)** je primarni metabolni produkt, ki ga sintetizirajo različne bakterijske vrste: *Acetobacter*, *rhizobium*, *Agrobacterium* in *Sarcina* [18]. Gram negativne bakterije vrste *Acetobacter xylinum* na svojo površino izločajo največjo količino celuloze (Slika 2), zato predstavljajo osnovni vir za področje raziskav, povezanih z mikrobo celulozo. Bakterije izkoriščajo sladkorje iz hranilnega medija za polimerizacijo  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) glukana.



Slika 1: Število znanstvenih objav do leta 2014 (Web of Science; "Micro- or nanofibrillated cellulose")  
Figure 1: Number of scientific publications by 2014 (Web of Science "Micro- or nanofibrillated cellulose")

Preglednica 1: Vrste nanoceluloze, poimenovanje in dimenzije delcev [10]  
Table 1: Types of nanocellulose, terminology and particle dimensions [10]

VRSTE NANOCELULOZE	SINONIMI	VELIKOST
Mikrofibrilirana celuloza (MFC)	Nanofibrilirana celuloza (NFC), mikro-, nanofibrile,	Premer: 5 – 60 nm Dolžina: > 1 $\mu$ m
Celulozni nanokristali (CNC)	Nanokristalinična celuloza (NCC), viskerji, mikrokristali	Premer: 5 – 70 nm Dolžina: 100 – 250 nm (rastlinski celulozni vir) Dolžina: 100 nm – nekaj $\mu$ m (bakterije, alge, plaščarji)
Bakterijska nanoceluloza (BNC)	Bakterijska celuloza, mikrobo celuloza, bioceluloza	Premer: 20 – 100 nm

Veriga  $\beta$ -(1-4) glukana se nato izloči skozi pore na površini bakterij [12]. Najprej se tvorijo elementarne fibrile, sestavljene iz 10 do 15 prvotnih verig  $\beta$ -(1-4) glukana. Te se povežejo v mikrofibrile in nadalje v mikrofibrilarne skupke, v katerih je okrog 1000 posameznih verig. V kulturi medija se celulozni skupki razpoznajo po tanki želatinasti membrani, sestavljeni iz prepletene celulozne mreže s posameznimi entitetami velikosti od 3 do 8 nm [19].

**Celulozni nanokristali (CNC) in celulozne nanofibrile (NFC)** imajo podobno kemijsko sestavo vendar različno morfologijo. CNC so kratki in togi celulozni kristali paličaste oblike, medtem ko NFC sestavljajo izmenični kristalni bloki in amorfna področja vzdolž osi fibrile. Zaradi elastične prilagodljivosti ter višjega razmerja med dolžino in premeri NFC izkazuje višji ojačitveni potencial v nanokompozitnih in papirnih osnovah kot CNC. Hidroksilne skupine, ki so prisotne na površini CNC in NFC, omogočajo kemijsko modifikacijo materiala, s čimer dosežemo nove funkcionalne lastnosti, uporabne za širok nabor aplikativno usmerjenih produktov. **Bakterijska nanoceluloza** velja za zelo čisto komponento celuloznih nanomaterialov, dosega visoko stopnjo kristaliničnosti (80–90 %) in ima manjše premere fibril v primerjavi z NFC lesne celuloze. Gre za zelo homogen produkt

naravnega izvora in se pretežno uporablja v tekstilni, kozmetični, medicinski, prehrabni pa tudi papirni industriji. Ker se prispevek osredotoča na celulozo lesnega izvora, ta skupina materialov v tem delu ne bo podrobneje opisana. Opis lastnosti in aplikativna področja uporabe bakterijske nanoceluloze je mogoče dobiti v strokovni literaturi [21].

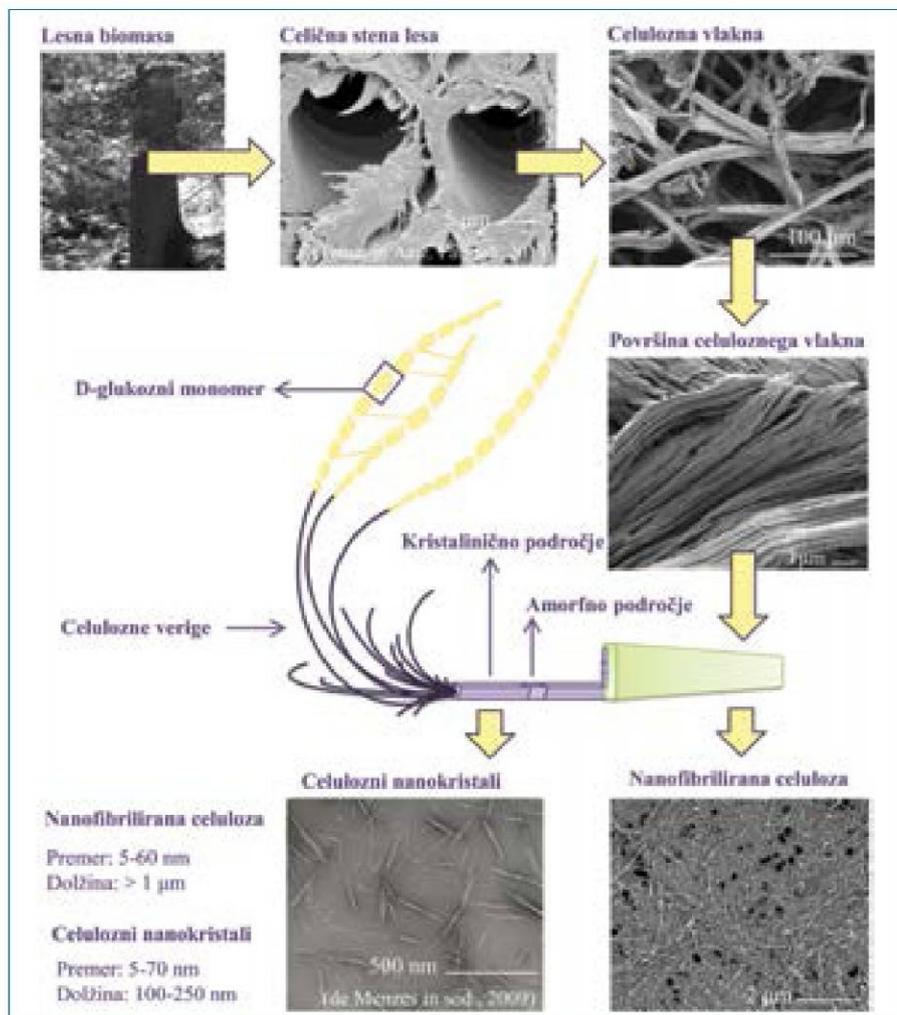
### 3 MEHANSKI POSTOPKI RAZVLAKNJEVANJA

Mehanske postopke pridobivanja nanofibrilirane celuloze lahko razdelimo na procese mletja in homogenizacije, mikrofluidizacije brušenja, krio drobljenja in visoke ultrazvočne obdelave celulozne vlaknine [22].

V tehnološkem procesu visokotlačne homogenizacije vodno suspenzijo celuloznih vlaken potiskamo skozi ozko režo ali šobo pod visokim tlakom pri konstantni temperaturi. Velika hitrost pretoka, tlak in strižne sile vodijo do razvlaknjevanja celuloznih vlaken. Večkrat ko ta postopek ponovimo, manjše prečne dimenzije nanofibril lahko dosežemo [23]. Učinkovitost visoko tlačnega homogenizacijskega postopka povečamo, če celulozno vlaknino predhodno v vodni suspenziji obdelamo v postopku mletja (fibriliranje in krajšanje) na rafinerijah

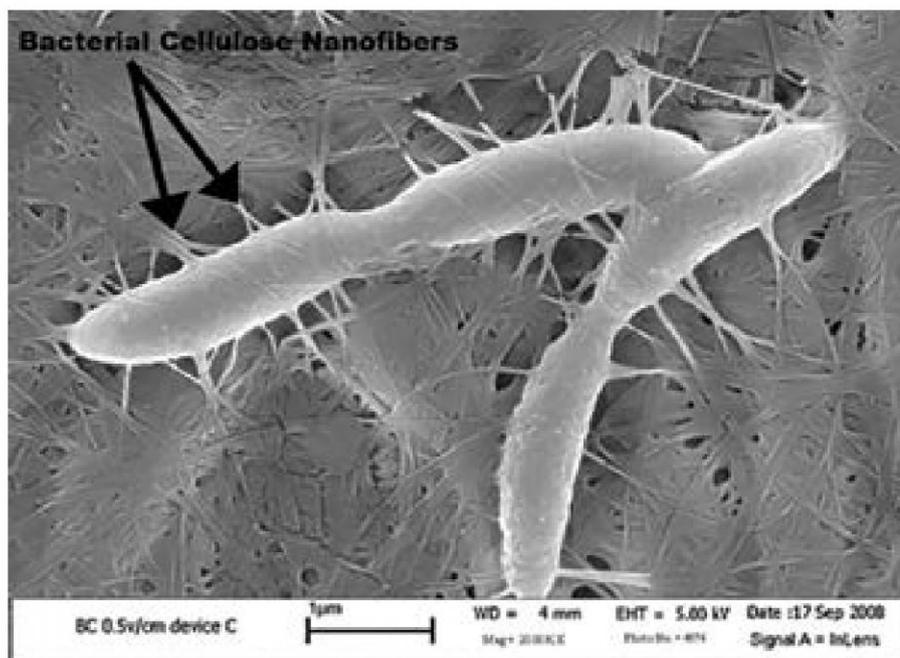
(diskastih mlinih) pod konstantnimi cikličnimi napetostmi [22]. Mikrofluidizator prav tako sodi med instrumente za pripravo nanofibrilirane celuloze. Sestavljen je iz mikrokanala (v obliki črke Y), po katerem se suspenzija celulozne vlaknine pomika v glavni kanal pri visokih tlačnih pogojih. Glavni kanal je sestavljen iz manjših prekatov (v obliki črke Z) različnih velikostih (400, 200 in 100  $\mu\text{m}$ ). Manjše so velikosti prekatov, višji je vpliv strižnih sil na vlakna v suspenziji in intenzivnejši je proces razslojevanja. Tako kot pri visokotlačni homogenizaciji in mletju je tudi pri procesu mikrofluidizacije postopek treba večkrat ponoviti [24]. Celulozne nanofibrile je mogoče pridobiti tudi v postopku brušenja celulozne vlaknine na brusilniku. Postopek je časovno in energetsko zahteven in lahko negativno vpliva na stopnjo polimerizacije in delež kristaliničnosti izhodnega produkta [25]. S postopkom krio drobljenja vodno suspenzijo celulozne vlaknine hipno zamrzemo s tekočim dušikom, nato ga zdrobimo v terilnici s pestilom ali primerljivim orodjem za trenje. Vpliv udarnih sil na zamrznjena celulozna vlakna vodi do porušitve celične stene. Na osnovi takega mehanizma je mogoča izolacija celuloznih nanofibril [26]. Tudi ultrazvočna obdelava celuloznih vlaken se je izkazala kot uporabna metoda za pridobivanje nanofibrilirane celuloze [22]. Pri tem moramo biti pozorni na vhodno frekvenco (od 20 kHz do 2 MHz) in moč (> 1 kW) obdelave ter na konstantno temperaturo vodne suspenzije med postopkom razslojevanja. Ultrazvočno razslojevanje vlaken temelji na hidrodinamiki suspenzije ter oscilatorni moči ultrazvoka [27]. Fizikalni pojav kavitacije zajema tri faze: nastanek, rast in implozivno porušitev plinskih mehurčkov. Trki med trdno snovjo, prisotno v suspenziji zaradi sosledja dogodkov, povzročijo dovolj visok energetski odboj za razslojitev vlaken in izolacijo nanofibrilarnih struktur [27]. Učinkovitost razvlaknjevanja vlaken je odvisna od morfologije, koncentracije in časa ultrazvočne obdelave.

Razvlaknjevanje celuloznih vlaken do nanometerskih velikosti zahteva visoko intenzivne mehanske postopke, pri čemer poraba energije lahko doseže tudi 30.000 kW na tono proizvedenega materiala. Če celulozno vlaknino predhodno obdelamo kemično ali encimsko, se nivo porabljene energije pri nadaljnjih mehanskih postopkih zniža tudi za 30-kratno vrednost (1000 kW na tono izdelane surovine) [26]. Z ustrezno izbiro predhodnega postopka obdelave posegamo v spremembe kristalinične urejenosti celulozne komponente. Določene intermolekularne vodikove vezi med fibrilarnimi enotami celuloznih vlaken se prekinejo, s čimer se njihova površinska reaktivnost poveča in omogoča učinkovitejše nadaljnje postopke razvlaknjevanja. Uporaba encimov vodi do degradacije ligninske in hemicelulozne komponente [20], s čimer pridobimo relativno čisto obliko celuloze, ki v končnem prispeva bolj homogeno strukturo nanofibrilarnih entitet (CNC/NFC). Podoben učinek je mogoče doseči tudi



Slika 2: Shematski prikaz zgradbe lesa na mikroskopskem in submikroskopskem nivoju  
Figure 2: A schematic presentation of wood structure on the micron and sub-micron scale





Slika 3: FE-SEM posnetek bakterij *Acetobacter xylinum*, ki proizvajajo bakterijsko nanocelulozo [20]  
 Figure 3: FE-SEM image of *Acetobacter xylinum* cells, producing bacterial nanocellulose [20]

z alkalnimi postopki obdelave celuloznih vlaken [15]. Z impregnacijo vlaken v šibkem alkalnem mediju in nadaljnimi hidroliznimi postopki pri temperaturi območja od 60 do 80 °C izločimo ostanke lignina, hemiceluloze in pektinov. To vpliva na povišan delež pridobljenega materiala in homogenost prečnih dimenzij fibrilarnih enot.

## 4 ZAKLJUČEK

Nanomateriali, pridobljeni iz naravnih surovin, so zanimivi tako z vidika širjenja obstoječih aplikativnih področij kot tudi novih tržnih priložnosti na področju biomedicine, farmacije in kozmetike, prav tako pa tudi v tekstilni, avtomobilski, embalažni, polimerni in papirni industriji. Kljub intenzivnemu razvoju, ki mu lahko sledimo preko številnih znanstvenih študij, patentnih prijav in prototipnih izdelkov, pa ostaja še kar nekaj odprtih raziskovalnih problemov, ki preprečujejo, da bi ti materiali dejansko postali del tržne proizvodnje. Zaradi hidrofilne narave, je proizvodnja nanoceluloze in njena nadaljnja uporaba omejena na vodni medij. Združevanje komponent z različnim površinskim nabojem tako predstavlja pomemben izziv, predvsem z vidika homogene porazdelitve nanostruktur v polimerni matrici in ohranitve izvornih lastnosti nanoceluloze.

## ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za finančno podporo programske skupine »Les in lignocelulozni kompoziti« P4-0015. Zahvala gre prav tako Agenciji Republike Slovenije za spodbujanje podjetništva, inovativnosti, razvoja, investicij in turizma (SPIRIT Slovenija) za delno finančno podporo v okviru Evropskega Socialnega sklada, Evropske unije, v okviru katere je nastal del te raziskave.

## LITERATURA

- [1] Eichhorn, S.J., Dufresne, A., Aranguren, M., Marcovich, N.E., Capadona, J.R., Rowa, in sod. Review: current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *Journal of Material Science*, 2010, vol. 45, št. 1, str. 1–33
- [2] Kamel, S. Nanotechnology and its application in lignocellulosics composites, a mini review. *Express Polymer Letters*, 2007, vol. 1, str. 546–575
- [3] Eichhorn, S.J., Young, R.J. Young's modulus of a microcrystalline cellulose. *Cellulose*, 2003, 8, 197–207
- [4] Šturcova, A., Davies, G.R., Eichhorn, S.J. Elastic modulus of stress-transfer properties of tunicate cellulose whiskers. *Biomacromolecules*, 2005, vol. 6, str. 1055–1061
- [5] Turbak, A.F., Snyder, F.W., Sandberg, K.R. Microfibrillated cellulose, a new cellulose product: properties, uses, and commercial potential. *App Poly Sci. App Poly Symp*, 1983, vol. 37, str. 815–827
- [6] Herrick, F.W., Casebier, R.L., Hamilton, J.K., Sandberg, K.R. Microfibrillated cellulose: morphology and accessibility. *App Poly Sci. App Poly Symp*, 1983, vol. 37, str. 797–813
- [7] Lindström, T., Winter, L. Mikrofibrillär cellulosa som komponent vid papperstill verkning. *STFI-meddelande*, 1988, str. 159
- [8] Turbak, A.F. Recent developments in cellulose solvent systems. *Tappi Journal*, 1984, vol. 67, str. 94–96
- [9] TAPPI. Roadmap for the development of international standards for nanocellulose. Dostopno na spletu: <http://www.tappinano.org/pdf/RoadmapforNanocelluloseStandards.pdf>.
- [10] Klemm, D., Kramer, F., Moritz, S., Lindström, T., Ankerfoss, M., Gray, D., Dorris, A. Nanocelluloses: A new Family of Nature-Based Materials. *Reviews, Green Nanomaterials*: 2011, str. 5438–5466
- [11] Hubbe, M.A., Rojas, O.J., Lucia, L.A., Sain, M. Cellulosic Nanocomposites: A review. *Bioresources*, 2008, vol. 3, str. 929–980
- [12] Okita, Y., Saito, T., Isogai, A. TEMPO-mediated oxidation of softwood thermomechanical pulp. *Holzforschung*, 2009, vol. 63, str. 529–535
- [13] Pääkkö, M., Ankerfors, M., Kosonen, H., Nykänen, A., Ahola, S., Osterberg, M., in sod. Enzymatic hydrolysis combined with mechanical shearing and high-pressure homogenization for nanoscale cellulose fibrils and strong gels. *Biomacromolecules*, 2007, vol. 8, str. 34–41
- [14] Trulove, S. Invention controls weavers of nanoscale biomaterials, Virginia Tech University News. Dostopno na spletu: <http://www.vtnews.vt.edu/articles/2008/11/2008-693.html>
- [15] Bhatnagar, A., Sain, M. Processing of cellulose nanofiber-reinforced composites. *J. Rein Plast Composites*, 2005, vol. 24, str. 1259–1268
- [16] Moon, R.J., Martini, A., Nairn, J., Simonsen, J., Youngblood, J. Cellulose nano-materials review: Structure, properties and nanocomposites. *Chem. Society Review*, 2011, vol. 40, str. 3941–3994
- [17] Habibi, Y., Lucia, L.A., Rojas, O.J. Cellulose nanocrystals: Chemistry, self-assembly, and applications. *Chemical Reviews*, 2010, vol. 110, str. 3479–3500
- [18] Hestrin, S., Schramm, M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. *Bio Chem J*, 1954, 58, 345–352
- [19] Rezaee, A., Solimani, S., Forozandemogadam, M. Role of Plasmid in Production of *Acetobacter Xylinum* Biofilms. *Am. J. Biochem. Biotechnol.* 2005, vol. 1, str. 121–125
- [20] Klemm, D., Schumann, D., Kramer, F., Hessler, N., Hornung, M., Schmauder, H.P., Marsch S. Nanocellulose as innovative polymers in research and application. *Polysaccharides*, 2006, vol. 205, str. 49–96.
- [21] Lee, K.Y., Buldum, G., Mantalaris, A., Bismarck, A. More than meets the eye in bacterial cellulose: biosynthesis, bioprocessing, and applications in advanced fiber composites. *Macromolecular Bioscience*, 2014, vol. 14, str. 10–32
- [22] Abdul Khalil, H.P.S., Davoudpour, Y., Nazrul Islam, Md., Asniza Mustapha, Sudesh, K., Rudi, Dungani, Jawaid M. Production and modification of nanofibrillated cellulose using various mechanical processes: A review. *Carbohydrate Polymers*, 2014, vol. 99, str. 649–665
- [23] Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M.R. Microfibrillated cellulose from the peel of prickly pear fruits. *Food Chemistry*, 2009, vol. 115, str. 423–429
- [24] Lee, S.Y., Chun, S.J., Kang, I.A., Park, J.Y.D. Preparation of cellulose nanofibers by high-pressure homogenizer and cellulose-based composite films. *J Ind Eng Chem*, 2009, vol. 15, str. 50–55
- [25] Wang, T., Drzal, L.T. Cellulose-nanofiber-reinforced poly(lactic acid) composites prepared by a water-based approach. *ACS Appl Mater Inter*, 2012, vol. 4, str. 5079–5085
- [26] Siró, I., Plackett, D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review. *Cellulose*, 2010, vol. 17, str. 459–494
- [27] Chen, W., Yu, H., Liu, Y., in sod. Isolation and characterization of cellulose nano-fibers from four plant cellulose fibers using a chemical-ultrasonic process. *Cellulose*, 2011, vol. 18, str. 433–442

<sup>1</sup>dr. Vesna Žepič,

<sup>2</sup>dr. Ida Poljanšek,

<sup>3</sup>prof. dr. Primož Oven,

<sup>1</sup>TECOS – Razvojni center orodjarstva Slovenije, Kidričeva 25, SI-3000 Celje

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

# POVZETKI IZ TUJE STROKOVNE LITERATURE

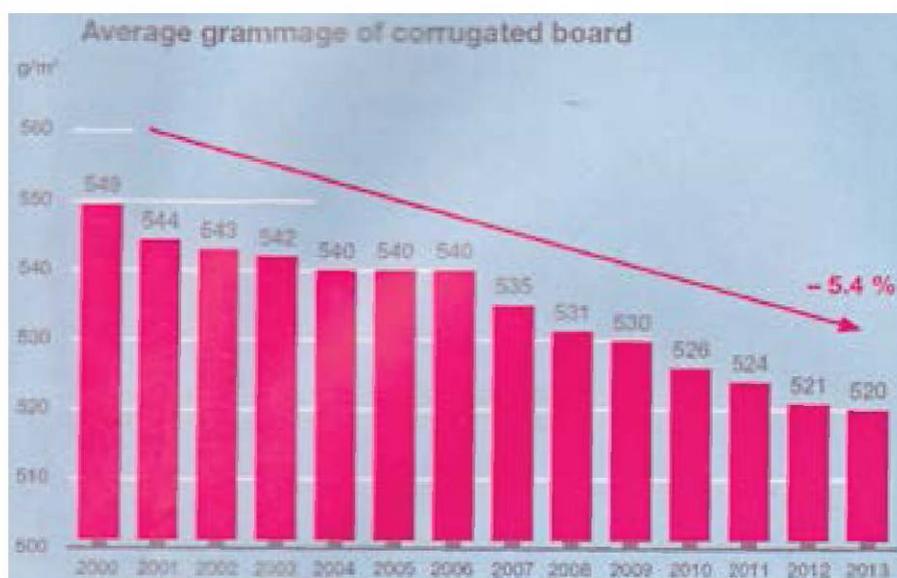
## ABSTRACTS FROM FOREIGN EXPERT LITERATURE

### Raziskave iz tujine

#### Vsak gram šteje

#### Every gram counts

Heindl, J.: Professional Papermaking 12 (2015) 1: 26-29



Vir: Professional Papermaking

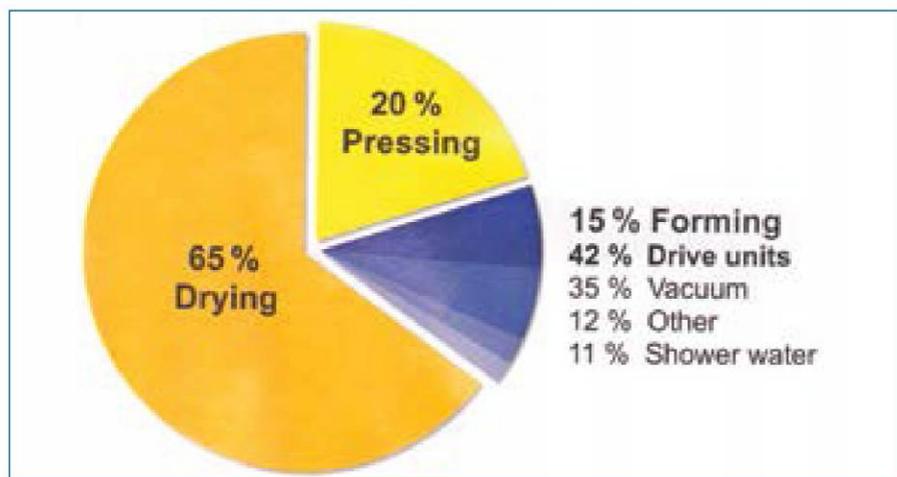
Poraba energije in virov, globalno segrevanje, emisije izpušnih plinov iz industrije so magični pojmi o katerih vsi govorijo. Politične smernice in regulative silijo industrijo, da o tej problematiki intenzivno razmišlja in tudi ustrezno ukrepa. Posebno izpostavljene so energetske intenzivne panoge, kot je npr. papirna, ki morajo prispevati k izboljšanju situacije. V podjetju Progroup, ki proizvaja valoviti karton so se intenzivno lotili varčevalnih ukrepov, ki zadevajo manjšo porabo surovin, energije in znižanje transportnih stroškov, kar vse pripomore k redukciji emisij CO<sub>2</sub>. Podjetje je usmerjeno k trajnostni okoljski politiki in procesnim tehnologijam. Izhodišča so znižana poraba vlaken in energije, kar se odraža s proizvodnjo lažjih in fleksibilnejših embalažnih izdelkov ter ekonomičnejši transport.

Slika 1: Trend znižanja povprečne gramature valovitega kartona  
Figure 1: Average grammage reduction rate for corrugated board

### Povečanje energetske učinkovitosti v mokrem delu – znatne možnosti optimiranja brez dodatnih investicij

#### Increasing the energy efficiency of the wire section – Enormous optimization potential without additional investments

Villforth Siebtechnik, Professional Papermaking 12 (2015) 1: 45-47



Vir: Professional Papermaking

Optimiranje delovnih pogojev in izboljšanje lastnosti formirnih klobučevin pripeljeta do pomembnega prihranka energije, kar se odraža na večjih hitrostih papirnega stroja ob enaki uporabljeni pogonski sili, nižji porabi energije vakuumskih črpalk, višji suhoti papirnega traku za stiskalnicami in s tem povezanim prihrankom pare v sušilni skupini. Boljši sta tudi retencija in struktura papirja, manj je zastojev zaradi obrabe valjev in druge opreme. Največji energetski prihranek v procesu pomeni optimiranje procesa odvodnjavanja v mokrem delu papirnega stroja.

Slika 2: Poraba energije v papirništvu  
Figure 2: Energy consumption in papermaking

Janja Zule,  
Inštitut za celulozo in papir

# BELL | 25let

Ptujška c. 13 › 2204 Miklavž na Dravskem polju › Slovenija



LEŽAJI  
LINARNA VODILA  
JERMENI  
VERIGE  
TESNILA  
SKLOPKE  
MAZALNI SISTEMI  
OLJA IN MAZIVA  
DVIŽNE ENOTE  
LEPILA  
INDUSTRIJSKI SPREJI  
MOTORJI  
KARDANI  
ORODJA  
SVETOVANJA  
IZOBRAŽEVANJA  
SERVIS

NOVO

Mobil



ekskluzivni zastopnik

EagleBurgmann.

VISOKOKVALITETNE KOMPONENTE

ZELENE REŠITVE  
ZA VZDRŽEVANJE



Bell d.o.o. › Telefon: +386 (0)2 629.69.20 › Fax: +386 (0)2 629.21.20 › Http: [www.bell.si](http://www.bell.si) › E-mail: [info@bell.si](mailto:info@bell.si)



## ME-JAN d.o.o.

regalna in mostna dvigala

Ponoviška cesta 11c, 1270 Litija

Tel.: 01 / 898 00 86

Mob.: 051 616 237

E-pošta: [info@me-jan.si](mailto:info@me-jan.si)

[www.me-jan.com](http://www.me-jan.com)



mostna dvigala - regalna dvigala - grabilke -  
konzolna dvigala - bremenske nosilke -  
talni transport - monorail dvigala

PREDSTAVITEV NOVEGA TIPA DVIGALA:

V DECEMBRU 2015

SVETUJEMO in PROJEKTIRAMO,  
IZDELUJEMO in MONTIRAMO,  
SERVISIRAMO in VZDRŽUJEMO,  
REKONSTRUIRAMO in OBNAVLJAMO.



# 43,9 %\*

**Skupina GEN-I je med najhitreje rastočimi družbami na evropskem energetske trgu.**

\* Povprečna medletna rast nakupov in prodaje električne energije med leti 2008 in 2014.



Year	Growth (%)
2006	0
2007	0
2008	0
2009	~5
2010	~10
2011	~15
2012	~20
2013	~25
2014	~30

2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014

**gen-i**

Trgovanje in prodaja električne energije in zemeljskega plina | [www.gen-i.si](http://www.gen-i.si) | [info@gen-i.si](mailto:info@gen-i.si)  
GEN-I d.o.o. | Vrbina 17, SI - 8270 Krško

## Staro ali novo – je to pomembno?

Kar zares šteje, je znanje



© gilarina - Fotolia.com

**Podjetje ANDRITZ ponuja industriji celuloze in papirja rešitve z rabljeno opremo, pri čemer pa zagotavlja tehnično in procesno podporo.** Cilj nove storitve podjetja ANDRITZ je pomoč pri iskanju,

dobavi, namestitvi in celo zagonu rabljene opreme, ne glede na njenega prvotnega proizvajalca. Prednost sodelovanja s podjetjem ANDRITZ pa je v znanju in podpori tehnološkega podjetja, kar papirni-

cam zmanjša tveganje pri nakupu rabljene opreme.

Za več informacij obiščite:

<http://secondhand.andritz.com>



[www.elpro-kriznic.si](http://www.elpro-kriznic.si)

+386 3 757 13 00

Zece 25,  
3210 Slovenske Konjice

CELOSTNE  
**REŠITVE**  
VISOK NIVO  
TEHNOLOGIJE  
RAZVOJ  
FLEKSIBILNOST  
ZADNJE STANJE  
TEHNOLOGIJE  
ZANESLJIVOST

## ELECTRIC

- proizvodnja sestavov nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav
- proizvodnja stikalnih naprav za Ex območja
- distribucija Ex instalacijske opreme
- inženiring storitve in elektroinstalacije
- svetovanje, projektiranje in celostne rešitve
- elektro meritve
- prodaja elektro opreme

## METAL

- laserski razrez pločevine
- izsekovanje pločevine
- upogib pločevine
- varjenje pločevine
- brušenje pločevine
- tesnjenje
- končna sestava



Revija tiskana na 70-gramskem recikliranem papirju

## VIPRINT

- grafični • premazan • strojno gladek • mat papir  
izdelan pretežno iz recikliranih vlaken
- Za tisk periodičnih tiskovin, revij, katalogov in ostalega promocijskega materiala, knjig in slikanic.
- Primeren predvsem za večbarvni in črno-beli ofsetni tisk z vročim sušenjem, digitalni tisk ter za formatni tisk.





**Applied Chemicals International Group**

*Technical Service is our Success*



Choose from our extensive range of highly effective chemicals and minerals, innovative treatment and dosing equipment, and professional services in the field of paper technology.

- Dry Strengths Products
- Fixing Agents and Coagulants
- Bentonites
- Retention Aid Systems
- Flocculants
- Defoamers and Deaerators
- Specialty Products
- Make up and Dosing Systems

***acat.com***

---

Applied Chemicals Handels-GmbH, Wolfgang Pauli-Gasse 3, 1140 Vienna, Austria  
T +43 1 979 3473 0, F +43 1 979 3473 14555, office-wien@acat.com

# REŠITEV ZA VAS



## Spoznajte Solenis. Novo ime za ekipo z več desetletnimi izkušnjami.

Poznali ste nas kot Ashland Water Technologies. Danes smo Solenis. Vodilni v svetu na področju kemije za papirnišvo. Z napredno tehnologijo, več desetletnimi izkušnjami v procesih in 3500 zaposlenimi po celem svetu je Solenis ekipa pripravljena, poiskati rešitev, ki jo potrebujete.

Spoznajte našo ekipo na [solenis.com](https://www.solenis.com)



**Ekskluzivni distributer za Slovenijo in Hrvaško**  
IMS INVEST d. o. o., Planjava 4, SI-1236 Trzin  
00386 1 560 22 06 | email: [info@ims-group.si](mailto:info@ims-group.si)