

# papir

Revija slovenske papirne in papirno predelovalne industrije

Magazine of the Slovenian Paper and Paper Converting Industry

november 2017 | 18 | XLV



22.-23.  
NOVEMBRA.  
ME NI.  
**SEM NA BLEDU.**

22-23  
NOVEMBER  
I'M OUT OF THE OFFICE.  
**HI FROM BLED.**

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

► O PAPIRNI PANOGI / ABOUT PAPER INDUSTRY

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Brez povezovanja v prihodnje ne bo šlo / <i>Integration will be essential in the future</i> .....                                                     | 3  |
| Papirna industrija »v lovu« na vajence*: Postani car, Papirni.Car! / <i>Paper industry in search of apprentices*: Be a maker. A papermaker.</i> ..... | 6  |
| 70 let Inštituta za celulozo in papir / <i>70 years of the pulp and paper institute</i> .....                                                         | 8  |
| Nova generacija udeležencev Papirniške šole ICP / <i>The new generation of participants of the Papermaking School</i> .....                           | 11 |
| Nove priložnosti s programom Cel.Krog / <i>New opportunities with the Cel.Cycle programme</i> .....                                                   | 12 |
| »Pravica do izbire« mora v novi potrošniški zakon / <i>“The right to choose” must be included in the new consumer protection act</i> .....            | 14 |
| Znanstvene ilustracije kot glavni elementi grafičnega izdelka / <i>Scientific illustrations as the main elements of a graphic product</i> .....       | 15 |
| In Memoriam Bogdan Lampič / <i>In Memoriam Bogdan Lampič</i> .....                                                                                    | 16 |
| Nemci potrdili nov zakon o (odpadni) embalaži / <i>Germans approve a new (waste) packaging act</i> .....                                              | 17 |

► NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE / NEWS FROM PAPER MILLS, PRINT AND ABROAD

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Uspešno, z več naročili in novimi partnerji / <i>Successful, with more orders and new partners</i> .....                                   | 18 |
| Nagrajena NIR inovacija iz Radeč / <i>NIR innovation from Radeče receives award</i> .....                                                  | 18 |
| V Muflonu nova rezalnica in zavijalnica / <i>New cutting machine and wrapper at Muflon</i> .....                                           | 19 |
| MM BiB-Liner™ – Premazni karton za Bag-in-Box embalažo / <i>MM BiB-Liner™ – coated cardboard for Bag-in-Box packaging</i> .....            | 21 |
| »Za uspeh je potrebna motivirana ekipa« / <i>»Success requires a motivated team«</i> .....                                                 | 22 |
| Toaletni prostor lahko odišavimo tudi s toaletnim papirjem / <i>Toilets can also be scented with toilet paper</i> .....                    | 23 |
| Papirnica Vevče na sejmu Drinktec / <i>Papirnica Vevče at the Drinktec Fair</i> .....                                                      | 24 |
| Aktivno za zdravje na delovnem mestu / <i>Active for workplace health</i> .....                                                            | 24 |
| Luksuzna embalaža v novih dimenzijah / <i>Luxury packaging in new dimensions</i> .....                                                     | 25 |
| 30 uspešnih let Eurobox / <i>30 years of success of Eurobox</i> .....                                                                      | 26 |
| Testiranje embalaže za živila in drugih vrst embalaže / <i>Testing packaging for food and other packaging testing services</i> .....       | 27 |
| Na ICP-ju odslej tudi laboratorijski flekso tisk / <i>ICP acquires a laboratory printability tester for flexography</i> .....              | 28 |
| Še močnejša ekipa grafike in embalaže / <i>Printing and packaging team even stronger</i> .....                                             | 28 |
| Na konferenci IARIGAI predstavili program Cel.Krog / <i>Presentation of the Cel.Cycle research project at the IARIGAI conference</i> ..... | 29 |
| O aktivni in inteligentni embalaži na poletni šoli Actinpak / <i>Summer school on active and intelligent packaging</i> .....               | 30 |
| WCPC poletna šola za tiskano elektroniko / <i>WCPC summer school on printable electronics</i> .....                                        | 31 |
| Obisk PTS Coating Symposium / <i>PTS Coating Symposium</i> .....                                                                           | 31 |
| Dodana vrednost lesne mase / <i>Added value of biomass</i> .....                                                                           | 32 |
| Novi doktor s področja papirništva / <i>New PhD in Papermaking</i> .....                                                                   | 32 |

► RAZISKAVE IN RAZVOJ / RESEARCH AND DEVELOPMENT

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rastlinska biomasa – Možni alternativni vir papirnih vlaken / <i>Plant biomass – Potential alternative source of paper fibers</i> ..... | 34 |
| Strukturne lastnosti vlaken in papirja / <i>Structural properties of fibres and paper</i> .....                                         | 38 |
| Karakterizacija viskoelastičnih lastnosti papirja / <i>Characterisation of viscoelastic properties of paper</i> .....                   | 42 |
| Povzetki iz tuje strokovne literature / <i>Abstracts from foreign expert literature</i> .....                                           | 46 |

**KOLOFON / CIRCULATION:**

**Izdajatelji in založniki:** / **Prepared and published by:** Društvo inženirjev in tehnikov papirništva Slovenije, Inštitut za celulozo in papir, GZS - Združenje papirne in papirno predelovalne industrije / 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



**Uredništvo revije / Editorial board**

**Glavni Urednik / Editor in chief:** Marko Jagodič  
**Odgovorna urednica / Executive editor:** Petra Prebil Bašin, [petra.prebil.basin@gzs.si](mailto:petra.prebil.basin@gzs.si)

**Uredniki področij / Feature editors:**

**O PAPIRNI PANOGI / ABOUT PAPER INDUSTRY:** mag. Petra Prebil Bašin, Ana Sotlar • **NOVICE IZ PAPIRNIC, TISKA IN TUJINE / NEWS FROM PAPER MILLS, THE PRESS AND ABROAD:** mag. Petra Prebil Bašin, dr. Tea Kapun, Ana Sotlar • **RAZISKAVE IN RAZVOJ / RESEARCH AND DEVELOPMENT:** dr. Janja Zule, dr. Tea Kapun, dr. Marjeta Černič, dr. Tjaša Drnovšek, Alenka Ivanuš

**Drugi člani uredniškega odbora / Other members of the editorial board:**

mag. Mateja Mešl, Metka Ševerkar, dr. Klemen Možina • **Novinarka / Journalist:** Tanja Bricelj, s. p., [www.poslovnekomunikacije.si](http://www.poslovnekomunikacije.si)  
**Lektor / proofreading:** Grega Rihtar s. p. • **Prevodi in lekture / Translations and proofreading:** L Plus, Laura Cuder Turk s. p., [info@prevajanje-plus.si](mailto:info@prevajanje-plus.si)  
**Oblikovanje in grafična priprava / Design and prepress:** Studio U3NEK d. o. o. • **Tisk / Printed by:** Medium, d.o.o.  
**Naklada / Circulation:** 1300 izvodov, Ljubljana, november 2017 / 1300 copies, Ljubljana, November 2017

Navodila avtorjem si lahko ogledate na [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/) Author guidelines are available at [http://icp-lj.si/ditp/revija\\_papir/](http://icp-lj.si/ditp/revija_papir/)  
**Revija Papir je vpisana v razvid medijev pod številko 700. / Papir Magazine is entered in the Slovenian Media Register under no. 700.**



# UVODNIK

## Promotorji povezovanja

Pred tradicionalnim novembrskim srečanjem papirničarjev na Bledu, ki je letos posvečen mreženju in skupnemu sooblikovanju prihodnosti, se je v uredništvu porodila neobičajna ideja: pripraviti uvodnik, ki bi na najboljši možen način promoviral povezovanje. Tokrat se pod uvodnik podpisujemo kar trije avtorji. Vsak med nami je naklonjen sodelovanju tako kot posameznik kot tudi predstavnik organizacije, v kateri deluje.

Zakaj sploh povezovanje? Zavedamo se, da nihče od nas (pri čemer z »nas« mislimo na Društvo inženirjev in tehnikov papirništva, Inštitut za celulozo in papir ter Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS) svojega dela in projektov ne bi mogel izvajati tako uspešno brez podpore drugih dveh stanovskih organizacij. Naj gre za Dneve papirništva, izobraževanje in raziskovalno dejavnost ali podporo industriji, vsaka od teh dejavnosti izhaja iz istega skupnega interesa: krepiti konkurenčnost slovenske papirne industrije.

Avtorji menimo, da pokazatelji močne industrije niso zgolj dobri ekonomski kazalniki, ampak o moči panoge pričajo tudi skupni projekti. V slovenskem papirništvu so to redni letni dogodek, na katerem se povezujejo strokovnjaki, dobavitelji in papirničarji; skupna revija, v kateri drug ob drugem nastopajo raziskovalci, papirnice in predelovalci ter stroka; ne nazadnje pa tudi ohranitev lastnega inštituta, kar je v slovenski industriji edinstven primer. Še več: v okviru programa Cel.Krog se pod okriljem inštituta povezujejo tudi na videz nezdružljive organizacije in panoge, obenem pa povezovanje sega tudi onkraj slovenskih meja.

Sodelovanja, mreženja in povezovanja ni brez ključnih dejavnikov – ljudi! Poglavitni so posamezniki, ki so pripravljeni sodelovati, so dovolj odprti in želijo doprinesiti k skupnemu dobremu. V primeru papirne industrije to sodelovanje poteka na podlagi dolgoletne tradicije, iz katere je zraslo medsebojno zaupanje. Prav zaupanje in navdušenje nad papirno panogo pa sta naslednja dva dejavnika, ki sta pri sodelovanju prav tako nepogrešljiva.

Najboljša ponazoritev vsega naštetega je prav revija, ki jo ravnokar berete. Skozi članke v treh sklopih tudi v tokratni številki opozarjamo na aktualne novice s področja izobraževanja in promocije panoge mladim, predstavljamo napredek v papirnicah in pri predelovalcih ter širimo izsledke strokovnih člankov in raziskav. Na področje povezovanja in digitalizacije sega tokratni intervju z gospo Medejo Lončar, generalno direktorico družbe Siemens Slovenija, v katerem opozarja na prihajajoče izzive in kako pomembno je tehnologije prihodnosti vključevati v strateški razmislek že danes. S tem in s povezovanjem si podjetja lahko izboljšajo konkurenčnost, kajti dandanes je uspešen tisti, ki v množici možnosti izbere najboljšo pot, pri čemer prav mreženje omogoča lažje in preudarnejše sprejemanje odločitev.

Vsi trije akterji slovenske papirne panoge gradimo na različnosti in v njej iščemo sinergijo, stične točke in potencial za sooblikovanje prihodnosti. Že več kot 70 let, o čemer govorimo tudi v strnjenem pregledu ob 70. obletnici delovanja Inštituta za celulozo in papir. Še naprej se bomo s svojim delovanjem trudili sooblikovati okolje in vplivati na državne regulative, s promocijo uporabe papirja sooblikovati konkurenčnost podjetij, tehnološko povezovati znanje in trg ter skozi nove pristope in inovativnost soustvarjati prihodnost slovenske papirne industrije.

*Marko Jagodič, Mateja Mešl, Petra Prebil Bašin*

## Promoters of integration

Before the traditional meeting of papermakers in Bled in November, which will be dedicated to networking and co-creation of the future this year, the editorial board had an unusual idea: to prepare an editorial that will promote integration in the best way possible. Three people are signed under this editorial. Each of us is devoted to cooperation as an individual and also as a representative of the organisation where we work.

Why integration? We are well aware that none of us ("us" refers to the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association, the Pulp and Paper Institute, and the Paper and Paper Converting Industry Association within the CCIS) will be able to work and implement projects successfully without the support of the other two professional organisations. Be it Papermaking Days, training and research or support to the industry, each of these activities arises from the same common interest: to strengthen the competitiveness of the Slovenian paper industry.

The authors believe that indicators of a strong industry are not only good economic indicators but also joint projects. In Slovenian papermaking, these include a regular annual event which integrates experts, suppliers and papermakers; a joint show where researchers, paper mills and converters, and the profession appear side by side; and last but not least, the preservation of our institute, which is a unique example in Slovenian industry. Moreover: the Cel.Cycle programme and the Institute integrate seemingly incompatible organisations and industries, and integration goes beyond the borders of Slovenia.

Cooperation, networking and integration cannot exist without key factors—people. Individuals who are willing to participate, are open and have a desire to contribute to the common good are crucial. In the paper industry, the basis for cooperation is a long-running tradition which resulted in mutual trust. Trust and enthusiasm for the paper industry are two factors which are indispensable in cooperation.

The best illustration of the aforementioned is the magazine you are reading. In this issue, articles in three sets point out novelties in the field of training and the promotion of the industry to young people, present progress in paper mills and of converters, and communicate the results of expert articles and research. Integration and digitalisation are covered by the interview with Mrs Medeja Lončar, CEO of Siemens Slovenia, in which she highlights emerging challenges and how important it is for technologies for the future to be part of strategic considerations today. The aforementioned and integration enable companies to improve their competitiveness, since you can only succeed nowadays if you choose the best path among the multitude of options, whereby networking makes decision-making easier and more prudent.

All three actors in the Slovenian paper industry build on diversity in which we seek synergy, common ground and potential to co-create the future. For over 70 years, which is discussed in the concise overview on the occasion of the 70th anniversary of the operation of the Pulp and Paper Institute. With our work, we will continue our attempts to co-create the environment, influence state regulations, co-create the competitiveness of companies by promoting paper use, technologically connect knowledge and the market, and co-create the future of the Slovenian paper industry with new approaches and innovation.

Marko Jagodič, Mateja Mešl, Petra Prebil Bašin



# BREZ POVEZOVANJA V PRIHODNJE NE BO ŠLO

## INTEGRATION WILL BE ESSENTIAL IN THE FUTURE

Intervju: Medeja Lončar

The main topics of the current issue of the Paper Magazine are cooperation, networking and co-creation in the world of digitalisation. One of the role models in this field is the Siemens company which has been successfully integrating various fields throughout its rich 170-year history. Although the concern is more famous for its high-profile projects in the energy sector and railway transport, one of its key fields is also process industry. Siemens has been present in the paper industry for a century, and in Slovenia, it cooperates with all the main actors in papermaking. Therefore, we invited the CEO of Siemens Slovenia, Medeja Lončar, to an interview, and asked her about digitalisation in papermaking, networking and new business models, energy, and about what lies ahead in these fields.



Medeja Lončar, generalna direktorica Siemens Slovenija  
Medeja Lončar, CEO, Siemens Slovenia

Osrednja tematika tokratne številke revije Papir je sodelovanje, mreženje in sooblikovanje v svetu digitalizacije. Enega izmed zgledov na tem področju predstavlja tudi družba Siemens, ki je v svoji bogati 170-letni zgodovini uspešno povezovala najrazličnejša področja. Čeprav je koncern bolj poznan po odmevnih projektih v energetiki in železniškem prometu, pa je eno od njegovih ključnih področij tudi procesna industrija. V papirni industriji je Siemens prisoten že celo stoletje, v Sloveniji pa sodeluje z vsemi glavnimi igralci s področja papirništva. Zato smo k pogovoru povabili generalno direktorico Siemens Slovenija, Medejo Lončar, in jo povprašali o digitalizaciji v papirništvu, o mreženju in novih poslovnih modelih, energetiki in o tem, kaj nas na teh področjih čaka v prihodnje.

Nekateri papirju napovedujejo temne čase. Kakšen je vaš odnos do papirja? Bo papir obstal ali se bo le preoblikoval njegov namen?

Osebo sem papirju naklonjena, sem velika ljubiteljica knjig in čeprav sem nekaj časa uporabljala e-bralnik, sem se vrnila k papirnatim knjigam. Te mi veliko pomenijo, redno širim družinsko knjižnico, saj menim, da je to del kulture in družbene odgovornosti. Pa tudi zapišem si še kaj na papir. Res pa je, da digitalni svet močno olajša delo. Na ta pogovor sem se denimo pripravljala tudi s pomočjo Siemensovega intraneta, ki obsega informacije iz različnih branž, vključno z najnovejšimi trendi na teh področjih. Ti sicer kažejo, da bo papir obstal tudi zato, ker gre za trajnostno naravnano surovino, saj je tak pristop vedno bolj pomemben. Če smo bili do zdaj na papir kot trajnostni vir pozorni le v Evropi, se zdaj k njemu obračajo tudi na drugih celinah. Drug velik segment, ki je v porastu, pa je pametna embalaža. Če temu dodamo še spremenjene navade potrošnikov tudi v Aziji in Južni Ameriki, se papirni industriji tu odpira veliko novih priložnosti.

**Prihodnost, pravijo, bo temeljila na sodelovanju in skupnem oblikovanju novih produktov, vzpostavljajo se novi poslovni modeli ... Kaj pomeni digitalizacija za papirno industrijo?**

Velike tehnološke spremembe močno vplivajo na pogoje na trgu. V tem času je pomembno, da se vsaka industrija ozre okoli sebe in pogleda najprej k tistim panogam, ki so nekaj korakov naprej. Sama imam veliko izkušenj iz telekomunikacijske panoge in lahko rečem, da je ta doživela ogromno tehnoloških sprememb, ki so vplivale tudi na poslovne procese, nekaj podobnega je opaziti tudi v energetiki. Na področju digitalizacije procesov je papirništvo zaradi svojih specifik in procesno ter energetsko zahtevne proizvodnje šele na začetku. Po drugi strani pa je to ena izmed branž, na katero je imela digitalizacija že do sedaj izjemen vpliv na strani povpraševanja – nove tehnologije so prinesle konkurenčne produkte, storitve in nove poslovne modele. Glede povezovanja je poleg priložnosti za inovativnejše pristope v klasični papirni industriji veliko priložnosti tudi na področju kemije in novih materialov, zelo obetavna

je tudi bio sfera. Eden zanimivih trendov je tudi vertikalna integracija dodane vrednosti v celotni lesni verigi, ki sega vse do izvora. Tu ponuja nekaj lepih zgledov povezovanja na področju surovin skandinavska industrija z novimi poslovnimi modeli.

Tudi sami opažamo, da se spreminja naša vloga: če je bil Siemens v preteklosti »le« dobavitelj produktov, rešitev in storitev, čeprav kompleksnih, sedaj vse bolj postaja partner in konzultant. Uveljavlja se tako imenovani konsultativni selling (posvetovalna prodaja, op. p.) – kjer prodajniki skupaj s kupcem analizirajo njegovo trenutno poslovanje in razmišljajo, kje je optimizacija možna in najbolj smiselna zanj. Drugače več ne gre! Treba je zelo dobro poslušati naročnika, razumeti njegovo strategijo in jo sokreirati. Z digitalizacijo je marsikaj mogoče, a možnosti morata poznati oba – ponudnik in kupec.

**Se slovenski papirničarji dovolj ozirajo okoli, so dovolj odprti in povezovalni?**

Menim, da so slovenski papirničarji dovolj inovativni, zaradi svoje fleksibilnosti so ohranili pomembno vlogo tudi tisti, ki so del mednarodnih sistemov. Podobno se morajo pozicionirati tudi na področju digitalizacije, ko majhnost ni več ovira, nasprotno, lahko je celo prednost. Po navadi smo v Sloveniji manj uspešni na področju povezovanja – a ravno v papirništvu trendi kažejo na velike razvojne možnosti pri vertikalnem in horizontalnem povezovanju z drugimi področji in novimi igralci na trgu. Če se povežemo, lahko postanemo ustvarjalci novih trendov, ne le sledilci.

**Slovensko papirništvo se sooča s perečo problematiko: pomanjkanjem ustreznega kadra in zaposlovanja.**

Pa ne samo slovensko papirništvo, gre za globalni izziv, tudi Siemens se sooča s podobnimi vprašanji. Analitiki ugotavljajo, da papirništvo v raziskave in razvoj doslej ni toliko vlagalo in da se zdaj, v procesih digitalizacije, času tehnoloških sprememb in novih poslovnih modelov, sooča s pomanjkanjem primerne kadra, ki bi bil



sposoben razmišljati bolj raznoliko in gledati v prihodnost. Panoga postaja vse bolj kompleksna, kader, ki bo razmišljal o tem, kam se strateško pozicionirati, bo moral imeti zelo veliko širino. Treba bo torej prestrukturirati tudi kadrovske sestavo in razmišljati o tem, da bomo potrebovali drugačne profile zaposlenih.

Tudi Siemens je glede tega v fazi transformacije. Večina naših zaposlenih na področju industrije je bila do sedaj elektroinženirjev, v CEE regiji pa bomo potrebovali v kratkem 100 IT-strokovnjakov, kompetenčni center ravnokar postavljamo tudi v Sloveniji. To pomeni, da je Slovenija za Siemens zanimiva tudi na digitalizacijskem področju, saj kot pomemben partner zlasti v avtomobilski industriji potrebuje ekipo, ki bo podpirala digitalni razvoj.

**Tradicionalne industrije so pri tem nekoliko bolj konservativne, a pomembno je, da vodstva pripravijo strategije digitalnega razvoja svojih podjetij – to je prvi korak. Vse izvira iz vodstev in iz zavedanja, da je treba nekaj storiti.**

#### Toda, kako se lotiti strategij prihodnosti?

Zatiskati si oči, da se nas digitalizacija ne bo dotaknila, je nevarno. Tudi največji na svetu smo na začetku, a tako kot razmišljajo najnaprednejši, moramo razmišljati tudi v Sloveniji. Enotnega recepta ni. Najprej analizirati stanje pri sebi, ugotoviti, v kakšni fazi digitalizacije se nahajamo, kakšni so trendi na trgih ... Potem se ozreti okoli, k naprednejšim panogam in podjetjem, in preveriti, ali lahko na podoben način uspemo tudi v svoji branži. Morda je v tem trenutku bolj konservativnim industrijam celo lažje, ker ne doživljajo takega pritiska kot vodilni. Tako se lahko učijo iz uspehov, pa tudi napak drugih. K sreči se spremembe ne bodo zgodile čez noč in najprej je modro izbrati tista področja, kjer so vlaganja najbolj smiselna in kjer imamo najšibkejšo točko. Že ob trenutnih investicijah moramo razmišljati o tem, kako jih bomo vpeli v tehnologije prihodnosti. Ne nazadnje tudi trenutno stanje slovenskih papirnic jasno kaže, kdo se je že preoblikoval skladno s trendi – in tam so tudi uspešni.

#### Kakšni so trendi na področju digitalizacije?

Ključni trendi na področju digitalizacije v papirništvu so po mnenju najnaprednejših igralcev trije: novi poslovni modeli in portfeli; v okviru svojih obstoječih kapacitet razmišljati o optimizaciji vseh, ne le proizvodnih, temveč tudi prodajnih in drugih procesov – in tu uporabiti vse možnosti, ki jih nudi digitalizacija; tretje področje pa so novi tehnološki preboji, ki jih omogoča digitalizacija v proizvodnji. Pri tem imamo v mislih robotizacijo, machi-

ne learning (strojno učenje) in druge nove modele obratovanja, ki bodo vključevali rudarjenje s podatki in uporabo umetne inteligence.

Vendar bodo koraki do tega postopni – Siemens ponuja trenutno v papirništvu COMOS inženirsko orodje, ki omogoča podporo notranjim procesom in tudi virtualizacijo proizvodnje, začetki digitalizacije bodo tudi na področju prediktivnega vzdrževanja in prediktivnega modeliranja procesov v tovarni.

Vse to je že na voljo. Tovarne lahko danes vnaprej postavijo virtualne modele svojih procesov, kar omogoča optimizacijo celotnega procesa. Tovrstni inženiring prinaša ogromne prihranke, tudi do 40 odstotkov. To so številke, ki posledično tudi upravičujejo implementacijo nove programske opreme.

V Siemensu vpeljujemo tudi odprto Industrijsko platformo IOT (Industrial Internet of Things) v oblaku. Poudarek bo na povezljivosti naprav, sistemov, spremljanju oddaljenih pogojev, da bi lahko zagotavljali pravočasnost in dosegljivost. Velik poudarek je na varnosti in zanesljivosti zbiranja podatkov in ugotavljanju vrednosti iz množice podatkov. Z razvijalci aplikacij se bomo povezali in vzpostavili pogoje za sodelovanje med različnimi akterji. Že zdaj imamo v Sloveniji ogromno majhnih integratorjev, ki imajo specializirana znanja tudi za papirno industrijo. S povezovanjem bodo lahko delovali tudi mednarodno.

#### Katera podjetja so vodilna pri prilagajanju novim razmeram?

Najnaprednejša in najhitrejša pri uvajanju digitalizacije, mreženju in sodelovanju v industriji je zagotovo avtomobilska panoga in vsa podjetja, ki sodelujejo z njo. Na tem področju je že kar nekaj primerov skupnega razvojnega dela z uspešnimi razvojnimi slovenskimi podjetji. Poleg avtomobilske so naslednji pomemben segment tudi proizvajalci industrijskih strojev in opreme (machine building), ki bodo posredno vplivali tudi na papirno industrijo, ker vpeljujejo zanimive digitalne rešitve. Diskretna industrija je torej v tem trenutku v prednosti. Zelo hitro se razvijajo tudi farmacevtska, živilska in kemijska industrija ... Od teh se bo papirna industrija v prihodnje lahko veliko učila, saj utirajo pot digitalizaciji na področju procesne industrije.

#### Na katerem področju bi se lahko druga podjetja učila od slovenskih papirnic?

Papirna industrija je vsekakor naredila ogromno glede energetske učinkovitosti. Na tem področju so papirničarji lahko zgled, saj poleg optimizacije virov iščejo tudi načine, kako še bolj upoštevati trajnostni vidik, kako reciklirati surovine v procesih ... Ko smo analizirali projekte energetske učinkovitosti v industriji, smo ugotovili, da je ravno papirna industrija tu opravila največji korak in tu se drugi lahko učijo od

papirničarjev. Siemens skuša tudi z nagradami, kot je nagrada za energetske učinkovitost Werner von Siemens opozarjati na teme, ki so v industriji še nekoliko zastavljene. (Nagrado je leta 2014 prejela Papirnica Vevče, op. p.)

#### Slovincem se pogosto očita zavist, metanje polen pod noge ... Znamo Slovenci sodelovati?

Sem večna optimistka. Mislim, da je medsebojno sodelovanje tako velikih kot malih podjetij nujno. Poglejte, na sestankih včasih začutim tesnobo pred veličino Siemens – le kaj hočejo od nas? Pa vendar, v Slovenijo prenašamo znanje in skupaj s partnerji in kupci vzpostavljamo pogoje za konkurenčen razvoj slovenske industrije. Tak prenos mora biti Slovincem v interesu.

Priložnost za Slovenijo v papirništvu vidim v iskanju novih modelov in novih materialov, kjer smo Slovenci že zdaj dobri, a bi tu veljalo narediti še kak korak več in tudi klasične proizvodnje bi morale razmišljati denimo o spin-off podjetjih, ki bi se ukvarjala z novimi možnostmi razvoja, pogledati čez okvirje in se opreti na ideje, drugačne od tistih, ki smo jim sledili doslej. Neka znanja imamo in to je lahko zagon za naprej ali celo osnova za obstanek, za to pa potrebujemo dobre ljudi, potrebujemo vlaganja v to področje, to je pomembno! Tudi z vidika države je treba delati na tem, da se iz že prepoznane vrednosti lesne verige naredijo izvedenke na drugih področjih. Pomembno je povezovanje raziskovalnih institucij, industrije in majhnih podjetij. Obenem mora tudi papirna industrija spodbujati in podpreti povezovanje, poiskati področja izboljšav, potem pa omogočiti manjšim podjetjem, da se posvetijo njihovem problemom, s katerimi se zaposleni morda v tem trenutku nimajo časa ukvarjati. Vsi moramo začeti razmišljati malo širše; znanja imamo veliko, a ga ne znamo pravilno povezati. V Sloveniji obstaja kup mladih inovativnih ljudi z znanjem in podjetniško naravnanoostjo. Pripravljeni so sodelovati, a jih je tudi v papirništvu treba povabiti zraven.

Poleg tega imamo Slovenci problem, saj ne znamo izpostaviti, kaj znamo in kje smo dobri. Nujno se je specializirati in postaviti v nečem najboljši. Ko smo v nečem med najboljšimi, ne bomo imeli problema z globalnim trženjem. In razmišljati je seveda treba o tem, česar še ni, ne o tem, kar delajo naši sosedje in kako bi tudi mi delali isto. Če se vrnemo k papirni industriji: razvoj je na tem področju v taki fazi, da lahko še izredno veliko naredimo. Lahko smo pomembni igralci!

Tanja Bricelj

Papirju podarjamo belino narave.

[www.calcit.com](http://www.calcit.com)



# PAPIRNA INDUSTRIJA »V LOVU« NA VAJENCE\*: POSTANI CAR, PAPIRNI.CAR!

**PAPER INDUSTRY IN SEARCH OF APPRENTICES\*: BE A MAKER. A PAPERMAKER.**

Združenje papirne in papirno predelovalne industrije pri GZS

*In the 2018/2019 school year, Slovenia will reinstate education for papermakers according to the apprenticeship system. This means that students who wish to become papermakers will spend 50 per cent of their schooling getting to know the profession of a papermaker on the job at a paper mill. All this is the result of a strong desire of the paper industry to educate new staff required for its development. In addition to a completely new educational programme, the industry has designed a comprehensive action in recent months to promote professions in the paper industry, which will help young people and their parents to advance their careers in papermaking. »Be a Maker. A PaperMaker.« is one of the slogans of the promotional offer.*



V šolskem letu 2018/2019 se bo v Sloveniji znova možno izobraževati za poklic papirničarja in to po vajeniškem sistemu. To pomeni, da bo dijak, ki bo želel postati papirničar, 50 odstotkov svojega šolanja spoznaval poklic papirničarja na delovnem mestu, v papirnici. Vse to pa ni naključje, temveč rezultat močne namere in želje papirne industrije, da si na ta način vzgoji nove kadre, ki jih potrebuje za svoj razvoj.

## Nov izobraževalni program

Slovenija znova obuja vajeniški način izobraževanja na poklicni stopnji izobrazbe in poklic papirničar bo eden izmed prvih, ki bo vzpostavljen na ta način. Ker v Sloveniji že od leta 2000 ni več poklicne papirniške šole, smo morali »temelje za izobraževanje« postaviti povsem na novo. S predstavniki prav vseh papirnic smo v delovni skupini na Centru za poklicno izobraževanje napisali program izobraževanja. Ta poleg splošnih predmetov vključuje tudi strokovne predmet, in sicer: Papirništvo, Priprava snovi, Papirniška tehnika, Papirni in kartonski stroj, Premazovanje papirja in kartona, Higijenski papir, Dodelava papirja in kartona ali Dodelava higienskega papirja. Splošni predmeti se bodo poučevali na šoli, medtem ko bomo strokovne deloma izvajali na šoli, deloma v papirnicah, pri

podajanju strokovnih predmetov pa bo vključen tudi Inštitut za celulozo in papir. Celoten program je torej pripravljen ter trenutno v fazi potrditev na pristojnih institucijah.

Vendar se papirničarji zavedamo, da z napisanim izobraževalnim programom še nismo dosegli cilja, ki je: pridobiti nove sodelavce, ki se bodo priučili poklica na delovnem mestu. **Vajeništvo ali lepše rečeno, učenje na delovnem mestu, bo mogoče tako za dijake kot tudi za odrasle, ki bi si želeli pridobiti poklic papirničarja.** Čemu zaskrbljenost? Papirništvo in papirnice so v javnosti zelo malo poznane, javnost jih ne prepozna za aktualne in perspektivne, predvsem pa

ima zmotne predstave o tem, kako je videti in kaj zahteva papirniški poklic. Prav ta dejstva so botrovala odločitvi UO Združenja papirništva za skupno promocijsko akcijo, ki je namenjena promociji poklicev v papirništvu, promociji papirnic kot perspektivnih delodajalcev in ima za cilj pridobiti zadostno število vajencev, da uresničimo načrte izvajanja vajeništva in tako pridobimo prepotrebne kadre.

## Promocijska akcija Papirni.Car

Z ekipo vodij kadrovskih služb iz papirnic, ki najbolje poznajo potrebne kompetence ljudi, ki jih želijo zaposlovati v prihod-

nje, ter s predstavniki promocijske skupine Združenja papirništva smo k nalogi resno pristopili. Na pomoč smo povabili strokovnjake s področja promocije in za sodelavce v tem projektu izbrali ekipo Kolibri, ki nas je prepričala z atraktivnimi slogani in spretno oblikovanimi besedili. Projekt smo po njihovem predlogu poimenovali Papirni.Car, vključuje pa vrsto aktivnosti, ki nam bodo v pomoč, da se predstavimo kot perspektivna panoga, ki si želi novega kadra vseh tehničnih strok, kot tudi tistih, ki bi si želeli pridobiti poklic papirničar po vajeniškem načinu.

## Pripravili zloženko

V septembru smo pripravili zloženko, ki nagovarja bodoče vajence in zaposlene s sloganom: »Postani car, Papirni.Car!«, kot tudi starše s sloganom: »Za redno je vredno«. Zloženka na kratek in jednat način predstavi potrebe papirnic po različnih tehničnih profilih kadrov različnih stopenj izobrazbe, delo papirničarja ter možnosti pridobitve poklica papirničarja. Poda tudi nekaj informacij o samem delu v papirnici ter o papirni panogi. Oblikovana je preprosto in mladim prijazno. Več natančnejših informacij mladi in njihovi starši najdejo na spletni strani **www.papirnicar.si** ter na Facebook profilu Papirni.Car. Družbena omrežja so namreč mediji, ki jih danes mladi množično uporabljajo. Na spletni strani

bomo še bolj podrobno predstavili pano-go, poklice v papirništvu, papirnice ter tudi poudarjali pozitivna dejstva o papirju in njegovi proizvodnji. Profila na Instagramu ter Facebooku sta namenjena dodatni vzpodbudi pozornosti ciljne javnosti, k ogledu in sodelovanju pa ste vabljeni tudi vi vsi, papirničarji.

Da bomo dosegli zastavljene cilje, je treba promocijska gradiva, predvsem pa sporočila o naših namerah glede kadrov, aktivno predajati ciljni javnosti. Tako trenutno potekajo aktivnosti papirnic na okoliških osnovnih šolah, kjer se učencem višjih razredov ter njihovim staršem, predvsem pa kariernim svetovalkam, predstavlja poklic papirničar ter možnost, da se do poklica pride z učenjem na delovnem mestu, torej z vajeništvom. Obiskali bomo Zavod za zaposlovanje ter šole, ki so zainteresirane za izvedbo programa vajeništva za papirničarja. Konec januarja se bomo papirničarji, kot zdaj že nekaj let, predstavili na sejmu Informativa, planirani pa so tudi obiski in predstavitve na več regijskih kariernih sejmih. Vse aktivnosti bodo dosegle vrhunec ob informativnih dneh, ki so namenjeni predstavitev izobraževalnih programov bodočim dijakom in potekajo na srednjih šolah pred vpisom osnovnošolcev v nadaljnje izobraževanje. Tam bomo lahko bodoče papirničarje še neposredno nagovorili. Pomembno je, da se promocije papirništva

in prihajajočega vajeništva zavedamo vsi, ki delujemo v panogi. Dejstvo je, da največ ljudi papirnice zaposlujejo iz neposredne okolice papirnic kot tudi preko priporočil že zaposlenih v papirnicah. Vajeništvo je priložnost, da papirnice preko učenja na delovnem mestu vzgojijo nov kader, ki je nujno potreben za naravno pomladitev podjetij, še bolj pa za njihov razvoj.

Za konec mislim, da je pomembno in potrebno, da se v svojem imenu in imenu vse panoge zahvalim tako ekipi strokovnjakov iz papirnic, ki so sooblikovali izobraževalni program, kot tudi ekipi kadrovnikov ter predstavnikom promocijske skupine, ki sodelujejo pri pripravi promocije vajeništva. **Čeprav gre za dodatno in ne malo delo, je potrebno ozvesti, da gre za strateški projekt panoge in da s svojim delom na neki način pišemo zgodovino.**

*Petra Prebil Bašin,  
direktorica Združenja papirništva pri GZS  
in koordinatorka promocijskih aktivnosti  
za vajeništvo v papirnicah*

*\*Zakon o vajeništvu (ZVaj) je bil objavljen v Uradnem listu RS 25/2017, veljati je začel 23. maja 2017 in se začne uporabljati 23. decembra 2017. / The Apprenticeship Act (ZVaj) was published in the Official Gazette of the Republic of Slovenia No. 25/2017 and came into force on 23 May 2017. It will begin to be implemented on 23 December 2017.*



## Vemo katera kolesa obrniti za povečanje dobička



[www.andritz.com/stockpreparation](http://www.andritz.com/stockpreparation)

**ANDRITZ**  
Pulp & Paper

**Dandanes je v papirni in-dustriji izredno tekmovalno okolje, zato so nenehne izboljšave nujne, če želimo ostati na vrhu. ANDRITZ ima znanje, ki vam je lahko v pomoč.** V proizvodnih linijah za predelavo vlaken sta ključnega pomena vprašanja kako znižati porabo energije in zmanjšati izgubo vlaken. ANDRITZ ima strokovnjake, ki vedo, katera kolesa obrniti pri obnovah ali nadgradnjah; cilj je predvsem povečanje dobička in konkurenčnosti.

**DOBIMO SE NA DITP 2017**  
22.-23. Nov. 2017 na Bledu

**We accept the challenge!**



# 70 LET INŠTITUTA ZA CELULOZO IN PAPIR

## 70 YEARS OF THE PULP AND PAPER INSTITUTE

### Inštitut za celulozo in papir

*The Pulp and Paper Institute Ljubljana celebrates an important jubilee this year. 70 years since its establishment have been marked both with ambitious beginnings and enviable growth as well as difficult periods of changed market conditions and regression. Despite everything, the ICP remains one of rare private industry-owned research and development institutions in Slovenia. A young and ambitious team, customers' trust and most importantly, an established wide network of development partners are the basis for an optimistic step into its 80s.*

Inštitut za celulozo in papir obeležuje pomemben jubilej. Preživel je 70 turbulentnih let, od ambicioznih začetkov in zavidljive rasti do težkih obdobjev sprememb in ponovnega iskanja svojega poslanstva. Kljub vsemu je obstal kot ena izmed redkih zasebnih industrijskih razvojnih institucij v Sloveniji. V svoja osemdeseta vstopa z optimizmom, ki ga navdihujejo mlada ambiciozna ekipa, zaupanje strank in še zlasti široka mreža razvojnih povezav v domačem in mednarodnem okolju.

### PRVIH DVAJSET

### Od laboratorija do inštituta

1947

Ustanovitev Centralnega laboratorija generalne direkcije zvezne industrije celuloze, lesovine in papirja s sedežem v Papirnici Vevče.

- ▶ Sedem zaposlenih, prvi tečajji za zaposlene v celulozni in papirni industriji, začetek raziskovalnega dela na področju celulozne industrije.

1957

Odločitev za gradnjo novih prostorov, izbor strateške lokacije ob fakultetah in raziskovalnih inštitutih v Ljubljani, pridobivanje sredstev iz mednarodne tehnične pomoči Jugoslaviji.

- ▶ Preoblikovanje v znanstveni zavod s sedanjim imenom, Inštitut za celulozo in papir Ljubljana.

1963

Zaključek gradnje in preselitev v nove objekte na Bogišičevi ulici, kjer deluje še danes.

- ▶ Na inštitutu deluje devetnajst sodelavcev, od tega šest inženirjev.
- ▶ Ustanoviteljstvo prevzame Zvezna gospodarska zbornica.



Gradnja ICP (inštitut za celulozo in papir)  
Construction of the ICP (Pulp and Paper Institute)

Foto: Arhiv ICP



Novi prostori ICP  
New premises of the ICP

Foto: Arhiv ICP

### NASLEDNJIH TRIDESET

### Rast in širitev

1972

Ustanovi se oddelek za tehnološke vode, začnejo se raziskave na področju površinskega plemenitenja papirja in tiska.

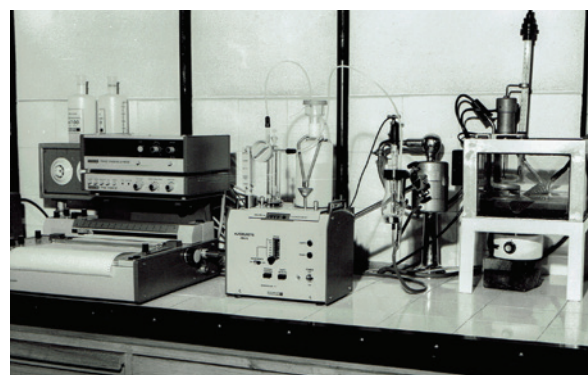
1975

Začetek obratovanja pilotnega papirnega in prema-znega stroja, edinstvene opreme za polindustrijska-testiranja v širšem prostoru. Investicija izvedena s pomočjo razvojne-tehnične pomoči ZDA in prispevkov slovenskih podjetij.

1978

Ustanovitev področja za grafiko..

- ▶ Do 70 zaposlenih na ključnih področjih delovanja inštituta; laboratorijske storitve, raziskave in razvoj, izobraževanje in prenos znanja.
- ▶ Vlaganja v specialistično laboratorijsko opremo ter razvoj trga storitev: širitev ponudbe storitev od pridobivanja celuloznih vlaken, proizvodnje papirja, grafike in embalaže do okoljske in energetske učinkovitosti.



Laboratoriji ICP  
Laboratory of the ICP

Foto: Arhiv ICP



1985

Vključitev v raziskovalni projekt UNIDO, začetek sodelovanja v mednarodnih raziskovalnih projektih, ki postanejo pomemben vir financiranja.

1987

Dograditev prostorov in nakup dodatne polindustrijske opreme. Doseženo največje število zaposlenih, 75.

### OB ABRAHAMU

### Spremembe in prilagajanje

1997

Ob 50. obletnici inštitut zaposluje 38 oseb, zmanjševanje je posledica vse večje poslovne nestabilnosti zaradi spremenjenih tržnih razmer in pogojev financiranja raziskovalne dejavnosti.

- ▶ Pomembne spremembe v okolju: osamosvojitve Slovenije in posledično izguba velikega dela trga nekdanje Jugoslavije, lastninjenje in prestrukturiranje slovenske papirne industrije ter izguba rednega financiranja raziskovalne dejavnosti. Vse to so razlogi za manjši obseg dejavnosti.
- ▶ Inštitut pridobi državno pooblastilo za izvajanje monitoringa odpadnih vod, ki postane najpomembnejši del tržne dejavnosti inštituta; beležimo upad drugih storitev, zlasti polindustrijskega testiranja na pilotnih napravah.
- ▶ Raziskovalna dejavnost se ohranja, ob izgubi rednega vira financiranja se inštitut usmeri v direktne razvojne projekte z industrijo in vključevanje v mednarodne RR projekte v okviru programov COST, CERNICUS, PHARE idr.

1998

Ustanoviteljske pravice prevzame Gospodarska zbornica Slovenije in v njenem okviru Združenje papirne in papirno predelovalne industrije.

2002

Podpisana je pogodba o sofinanciranju Inštituta s strani podjetij (Program SPIRIT: Slovenska Papirna Industrija za Raziskave, Inovacije in Tehnologijo) za tri leta. Sredstva so prednostno namenjena za nabavo laboratorijske opreme in za sofinanciranje raziskovalnih projektov.



Podpis pogodbe s podjetji  
Contract signing with companies

Foto: Arhiv ICP

### OB 60. OBLETNICI

### Čas za novo mladost

2007

Na razširjeni seji Sveta ICP ob 60. obletnici delovanja je z vodstvom ICP in direktorji podjetij izpostavljeno vprašanje ICP – da ali ne?«. Odgovor je DA, podane so ključne usmeritve: ICP se mora razviti kot tržni subjekt in se pokrivati s prihodki od prodaje znanja ter storitev. Pomembno poslanstvo je prenos znanja in izobraževanje za industrijo, osnova je tesno povezovanje z industrijo in z akademskimi ter raziskovalnimi institucijami.

- ▶ Leta 2007 ima Inštitut 30 zaposlenih. Do leta 2012 se trend zmanjševanja zaposlitve nadaljuje, doseženo je najnižje število, 16. V manj kot desetih letih z ICP-ja odide 22 raziskovalcev in izkušenih strokovnjakov, kar povzroči generacijsko vrzel.
- ▶ Izguba pooblastila za monitoring odpadnih vod, upad prodaje storitev laboratorija.

2012

V sodelovanju z Združenjem papirne in papirno predelovalne industrije ter panožnimi podjetji pridobitev javnih sredstev za izobraževanje in razvoj kadrov v industriji (projekt KocPi, Kompetenčni center za razvoj kadrov v papirni industriji).



Razširjena seja Sveta ICP  
Extended session of the ICP Council

2013

Svet ICP sprejme novo Strategijo razvoja ICP s prednostnimi usmeritvami: krepitev raziskovalno-razvojne dejavnosti, razvoj konkurenčnih storitev in širitev trga.

- ▶ ICP znova pridobi obratovalno dovoljenje za pilotni papirni stroj, okrepi se trženje storitev polindustrijskega testiranja in proizvodnja specialnega papirja za trg. Krepijo se sodelovanje z industrijo in akademsko sfero, priprava skupnega raziskovalnega programa na področju uporabe vlaknin, vključitev mednarodne povezave in projekte.
- ▶ Krepijo se sodelovanje z industrijo in akademsko sfero, priprava skupnega raziskovalnega programa na področju uporabe vlaknin, vključitev v mednarodne povezave in projekte.
- ▶ Vzpostavitev Akademije za papirništvo, skupno načrtovanje in organizacija izvajanja izobraževalnih programov za zaposlene ter promocije panoge med mladimi z združenjem in podjetji, pridobitev Nacionalne poklicne kvalifikacije (NPK papirničar/papirniški tehnik) in pooblastila za izvajanje NPK na ICP..

2017/2018

Akademija za papirništvo  
Učno gradivo

Učno gradivo za papirniško šolo  
Teaching material for the Papermaking School



2016

Še eno prelomno leto v delovanju ICP: s širitvijo trga storitev in pridobljenimi viri financiranja raziskav je zaustavljen večletni negativen trend poslovanja in okrepljena strokovna ekipa.

- ▶ Prva izvedba izobraževanja v lastnem, 86-urnem programu Papirniške šole, v katerem sodelujejo vse papirnice. Podelitev diplom prvi generaciji 52 udeležencev s strani direktorjev podjetij. Nova generacija v dveh oddelkih je začela s šolanjem v septembru 2017.
- ▶ Pridobitev Evropskega projekta za področje obnovljivih materialov in okolja (InnoRenew CoE, Center odličnosti za raziskave in inovacije na področju obnovljivih materialov in zdravega bivanjskega okolja). ICP je eden od sedmih partnerjev projekta, ki sodeluje s kompetencami na področju karakterizacije in funkcionalizacije vlakninskih materialov.
- ▶ Pridobitev večletnega raziskovalnega programa na področju pridobivanja in uporabe celuloznih vlaken, financiranega iz javnih virov (Cel.krog, Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov). ICP je nosilec programa, v katerem sodeluje 23 partnerjev, 9 raziskovalnih institucij in 12 podjetij iz papirne, tekstilne, lesne, kemijske, gradbene, avtomobilске industrije ter energetike in inženiringa.



Podelitev diplom Papirniške šole 2016  
Papermaking School graduation ceremony 2016



Predstavitve programa Cel.krog na Dnevu papirništva, november 2016  
Presentation of the Cel.krog programme on Papermaking Day, November 2016

NASLEDNJIH DESET + ...

Optimističen pogled naprej

2017

V letu 2017 je na inštitutu znova 21 zaposlenih, od tega 6 z doktoratom ali znanstvenim magisterijem, 10 z univerzitetno in višješolsko ter 5 s srednješolsko izobrazbo.

- ▶ Začetek investicij v obnovo objektov in nabavo sodobne raziskovalne opreme.
- ▶ Okrepljena ekipa v razvojnih oddelkih Materiali in tehnologije v papirništvu in Grafika in embalaža ter v Laboratoriju za papirništvo.
- ▶ Sklenjene so večletne pogodbe za financiranje raziskav in razvoja, vzpostavljene so povezave in sodelovanje z univerzami ter raziskovalnimi inštituti.
- ▶ Laboratorij ICP se uveljavlja kot specializirana institucija za testiranje materialov v širši regiji in v različnih industrijah.

Mateja Mešl,  
direktorica



INŠTITUT ZA  
CELULOZO IN PAPIR  
Innovative Cellulose Products



**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**

# NOVA GENERACIJA UDELEŽENCEV PAPIRNIŠKE ŠOLE ICP

## THE NEW GENERATION OF PARTICIPANTS OF THE PAPERMAKING SCHOOL

Inštitut za celulozo in papir

The Papermaking School has enrolled a new generation of participants at the Pulp and Paper Institute. Sixteen experienced lecturers from various paper mills and the Institute will introduce all the basic knowledge of papermaking. The knowledge that participants will acquire at the Academy of Papermaking will be the basis for their career advancement, and for obtaining a National Vocational Qualification (NVQ) for papermakers and paper technologists. The ICP is the official NVQ contractor for the next five years.

Septembra smo začeli s ponovnim izvajanjem izobraževanja v okviru Papirniške šole Inštituta za celulozo in papir. Šestnajst izkušenih strokovnjakov iz različnih papirnic in inštituta bo od septembra do maja nazorno predstavilo celoten proces proizvodnje papirja. Znanje, ki ga bodo udeleženci pridobili v Papirniški šoli, je osnova za nadaljevanje kariere in tudi za pridobitev nacionalne poklicne kvalifikacije (NPK), evropsko veljavne listine o usposobljenosti za papirničarja in papirniškega tehnologa. ICP je uradni izvajalec NPK za prihodnjih pet let in bo razpisal izpite za pridobitev kvalifikacije.

V izobraževalni program, ki obsega 86 ur, je vključenih 46 udeležencev iz petih slovenskih papirnic, dobaviteljske verige ter iz inštituta. Izvajanje programa poteka v popoldanskem času na dveh lokacijah: ob četrtkih v prostorih Inštituta za celulozo in papir in ob torkih v prostorih Radeče Papir Nova. Poleg teoretičnega znanja bo udeležencem omogočen tudi praktičen prikaz procesov v proizvodnji različnih izdelkov



Predavanje v Papirniški šoli na ICP, predavatelj David Ravnjak  
Lecture at the Papermaking School at the ICP, lecturer David Ravnjak

v Papirnici Vevče, v VIPAP Videm Krško, v Tovarni papirja Goričane, v Radeče Papir Nova, v Palomi in Količevo Kartonu.

Tako bo udeležencem zagotovljeno pridobivanje specifičnega znanja ter spoznavanje in razumevanje celotnega procesa proizvodnje ter dodelave papirja in kartona.

Janja Juhant Grkman, predavateljica  
in koordinatorka Akademije za papirništvo



Udeleženci Papirniške šole v Radeče papir Nova  
Participants of the Papermaking School at Radeče papir nova

## PROGRAM ŠOLE

| Št. | Modul                      | Vsebine                                                                                                                                                                                                        | Predavatelji        |
|-----|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1   | Uvod v papirništvo         | Zgodovina, Slovenska papirna industrija, papirni izdelki, standardi in kakovost.                                                                                                                               | Janja Juhant Grkman |
| 2   | Fizikalno tehnične osnove  | Kemija, fizika, merilna in regulacijska tehnika, strojeslovje.                                                                                                                                                 | David Ravnjak       |
| 3   | Surovine                   | Les in drugi viri, papirniška osnovna sredstva, pomožna sredstva.                                                                                                                                              | Metod Logar         |
| 4   | Priprava snovi             | Izvršni elementi v pripravi snovi, regulacija in upravljanje, meritve v pripravi snovi.                                                                                                                        | Klemen Bugar        |
| 5   | Papirni in kartonski stroj | Osnovni deli stroja, konstantni sistem, oblikovanje lista, vodenje snovi in voda, stiskanje, strojna vprega, sušenje, postopki v izdelavi.                                                                     | Andrej Šinkovec     |
| 6   | Oplemenitenje              | Premazovanje, sušenje, glajenje.                                                                                                                                                                               | Rok Šuštar          |
| 7   | Dodelava in predelava      | Razrez papirja in kartona, pakiranje, skladiščenje in odprema, strokovno računstvo, tehnologija tiska                                                                                                          | Aleš Knavs          |
| 8   | Higienski papir in izdelki | Izdelava papirja, izdelki iz higienskih papirjev, stroji in naprave za izdelavo okroglega in zloženega programa, izdelava, pakiranje, skladiščenje in odprema izdelkov, kakovost in kontrola končnih izdelkov. | Janez Per           |
| 9   | Spremljajoči procesi       | Testiranje-kontrola kakovosti, on-line kontrola; kakovost delovnih procesov in izdelkov, vzdrževanje – mehanski, hidravlični in pnevmatski sklopi; varstvo pri delu – stroji, kemikalije, požarno varstvo.     | Barbara Sušin       |
|     |                            | varstvo                                                                                                                                                                                                        | Igor Karlovits      |
| 10  | Energija v papirništvu     | Vloga in pomen energije, energenti, simboli, tokokrog para-kondenzat, prenos toplote, gretje sušilnih valjev, hlapanje pokrovi in rekuperacija toplote.                                                        | Kristina Stakne     |
|     |                            |                                                                                                                                                                                                                | Goran Vučkovič      |
| 11  | Ekologija in ekonomija     | Trajnostni vidiki proizvodnje, ekologija procesa, emisije, obdelava odpadne vode, ekonomika proizvodnje papirja                                                                                                | Alojz Cvetko        |
|     |                            |                                                                                                                                                                                                                | Janez Kokalj        |
|     |                            |                                                                                                                                                                                                                | Milan Šetinc        |
|     |                            |                                                                                                                                                                                                                | Jože Kopač          |



# NOVE PRILOŽNOSTI S PROGRAMOM CELKROG

CELKROG  
Završeni potenciali biomase

## NEW OPPORTUNITIES WITH THE CEL.CYCLE PROGRAMME

### Inštitut za celulozo in papir

In September 2016, the Pulp and Paper Institute (ICP) began the implementation of the multiannual research and development programme "Cel.cycle". The programme "The potential of biomass for the development of advanced materials and bio-based products" is one of the nine areas of the Slovenian Smart Specialisation Strategy, which was chosen by the Ministry of Education, Science and Sport (MIZŠ) as the priority subject of the "Network for the Transition to Circular Economy". The programme is worth nine million euros, and is co-financed by the European Union under the European Regional Development Fund in the amount of slightly less than six million euros. The four-year-programme pursues the fundamental goal to efficiently use primary and waste biomass for the development of new, advanced materials and products throughout the cycle. It involves research and industrial development up to the stage of prototypes of new products, processes or technologies.

Inštitut za celulozo in papir je tseptembra 2016 pričel z izvajanjem večletnega raziskovalno razvojnega programa Cel.krog. Program s polnim nazivom »Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio osnovanih produktov« je eden izmed devetih raziskovalnih programov, izbranih na javnem razpisu Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport RS na prednostnih področjih Slovenske Strategije Pametne Specializacije.

Program Cel.krog pokriva prednostno področje »Mreže za prehod v krožno gospodarstvo«. Vrednost programa znaša devet milijonov evrov, od tega je delež sofinanciranja države iz evropskih strukturnih skladov nekaj manj kot šest milijonov evrov. Program je zasnovan za obdobje štirih let in sledi temeljnemu cilju učinkovite izrabe primarne in odpadne biomas za razvoj novih, naprednih materialov in produktov v celotnem

krogotoku. Vključuje raziskave in industrijski razvoj do faze prototipov novih produktov, procesov ali tehnologij.



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD ZA  
REGIONALNI RAZVOJ  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

### KONZORCIJSKI PARTNERJI PROGRAMA CEL.KROG:

Inštitut za celulozo in papir, Kemijski inštitut, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Inštitut Jožef Stefan, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Fakulteta za tehnologijo polimerov, Papirnica Vevče d.o.o., Predilnica Litija d.o.o., Kolektor Sisteh d.o.o., Mitol, tovarna lepil, d.d., Sežana, Melamin, kemična tovarna d.d., Silkem, Proizvodnja zeolitov d.o.o. Petrol, Slovenska energetska družba d.d., Luka Koper, Pristaniški in logistični sistem d.d., Jelovica hiše d.o.o., ZEL-EN razvojni center energetike d.o.o.

### Pridruženi partnerji:

Količevo Karton Proizvodnja kartona d.o.o., Vipap Videm Krško d.d., Belinka Perkemija d.o.o.

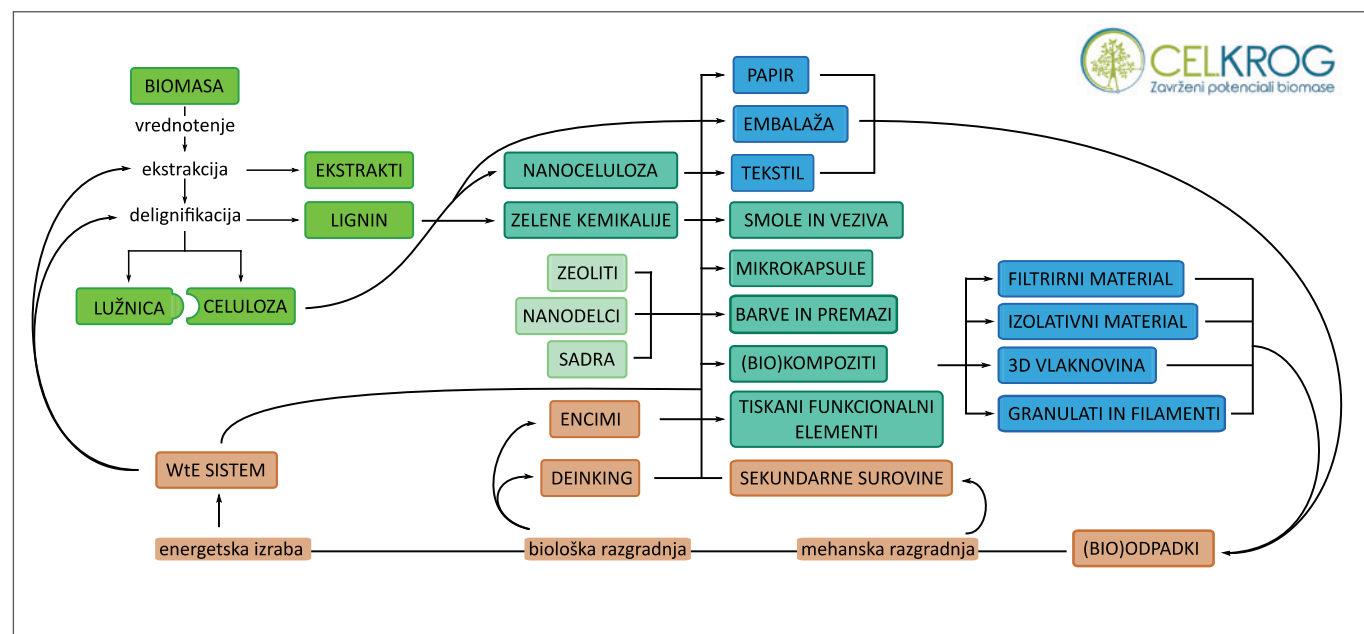


DIAGRAM: Graphic presentation of the Cel.cycle programme  
HEMA: Grafična predstavitev programa Cel.krog

### UČINKI PROGRAMA CEL.KROG PO PRVEM LETU IZVAJANJA

#### Effects of the Cel.cycle programme after one year of implementation

The first year of the implementation of the Cel.cycle research and development programme has passed. After one year, it is difficult to speak about specific research achievements in individual fields, and about the contribution to the development of paper and processing industry. However, the positive effects which facilitated the attainment of the long-term goals to improve the competitiveness of our industry should be pointed out.

Za nami je prvo leto izvajanja raziskovalno razvojnega programa Cel.krog. Po enem letu je o konkretnih dosežkih raziskovanja na posameznem področju in o prispevku k razvoju papirne in predelovalne industrije še težko govoriti, je pa treba izpostaviti pomembne učinke, ki so zagotovili uresničevanje zastavljenih dolgoročnih ciljev povečanja konkurenčnosti naše industrije.

Med slednjimi je na prvem mestu nedvomno **povezovanje z drugimi industrijami in institucijami znanja**. Papirna industrija je že prepoznana kot zgleden primer uveljavljanja krožnega gospodarstva in je tudi prevzela vodilno vlogo v tem programu. S povezovanjem in vzpostavljenem novih verig vrednosti, ki jih združuje temeljni cilj učinkovite kaskadne rabe biomase, pomembno prispeva k razširjanju tega koncepta v Sloveniji. Hkrati povezovanje z drugimi industrijami in institucijami papirni industriji odpira dostop do interdisciplinarnega znanja in nove tržne priložnosti, s tem pa priložnosti za lasten konkurenčen razvoj. V programu se papirna industrija povezuje s podjetji iz tekstilne, kemijske, gradbene, avtomobilске industrije ter s področja inženirstva, logistike in energetike. **Z vstopom novih partnerjev se odpirajo še nove povezave.**

Pomemben dosežek v prvem letu je  **vključevanje novih raziskovalcev**, kar dolgoročno prispeva k ustvarjanju kritične mase znanja na tem področju. Znano je, da je raziskovalna dejavnost na področju gozdno-lesne-papirne verige v Sloveniji z vidika financiranja zapostavljena, kar se odraža tudi v nizkem prilivu raziskovalnega kadra. V okviru programa je bilo v prvem letu izvajanja zaposlenih že 17 novih (mladih)



raziskovalcev, med njimi tudi štirje na ICP. Dodatno smo v okviru programa že **odprli prve teme za diplomska in poddiplomska dela**, kar prav tako prispeva k hkrati znanja in prilivu strokovnega kadra. Raziskovalno razvojno delo poteka v petih vsebinskih sklopih, v katerih znanja in kompetence združujejo raziskovalci iz institucij in iz podjetij, kar je jamstvo za doseganje zastavljenih ciljev programa. **Organiziranih je 25 delovnih skupin, v katerih je vključenih več kot 233 raziskovalcev, razvojnikov in tehničnega osebja.** Rezultati tega dela so predstavljeni partnerjem, ki imajo tudi pravico do intelektualne lastnine. Že po enem letu izvajanja so posamezni partnerji na osnovi rezultatov **registrirali štiri nove tehnološke oz. procesne rešitve**, kar potrjuje aplikativno naravnost programa. **Program in posamezne raziskave so bile predstavljene** že tudi širši strokovni javnosti **na 18 nacionalnih in 19 mednarodnih strokovnih in znanstvenih dogodkih**. To prispeva k promociji programa in partnerjev, s tem pa k razširjanju povezav in vključevanju v mednarodne verige vrednosti.

**Nekaj dosedanjih rezultatov raziskovanja** na področjih, ki so izpostavljena kot prednostna za papirno ter predelovalno industrijo in **bodo predstavljena tudi na Mednarodnem letnem srečanju slovenskega papirništva 2017 na Bledu:**

- **KAVITACIJA – NAPREDNA TEHNOLOGIJA OBVLADOVANJA MIKROBIOLOŠKIH DEJAVNIKOV V PAPIRNI INDUSTRIJI** Matej Šuštaršič<sup>1</sup>, Martin Petkovšek<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana, <sup>2</sup>Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani (SI)
- **KAKOVOST ODTISOV MIKROFIBRILIRANE CELULOZE V TEHNIKI FLEKSO TISKA** Igor Karlovits, Gregor Lavrič, Tanja Pleša; Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana (SI)
- **NANOCELULOZA V PAPIRNIŠTVU** Janja Juhant Grkman<sup>1</sup>, Matjaž Kunaver<sup>2</sup>, Primož Oven<sup>3</sup>, David Ravnjak<sup>4</sup>, Milena Resnik<sup>5</sup>, Andrej Kovič<sup>6</sup>; Inštitut za celulozo in papir, Kemijski inštitut, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Papirnica Vevče, Vipap Videm Krško, Količevo Karton
- **GLIVNI ENCIMI-BIOTEHNOLOŠKI POTENCIAL V PAPIRNIŠTVU** Mija Sežun<sup>1</sup>, Matej Skočaj<sup>1</sup>, Gregor Lavrič<sup>1</sup>, Andrej Gregorič<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Inštitut za celulozo in papir, <sup>2</sup>Mycomedica, d.o.o., Podkoren (SI)

Več informacij o programu, partnerjih in kontaktnih osebah je na voljo na spletni strani programa: [www.celkrog.si](http://www.celkrog.si). Tam je tudi objavljeno povabilo k sodelovanju za vse, ki se želijo vključiti in lahko dodajo novo vrednost k programu.

Janja Juhant Grkman,  
vodja programa Cel.krog

# »PRAVICA DO IZBIRE« MORA V NOVI POTROŠNIŠKI ZAKON

“THE RIGHT TO CHOOSE” MUST BE INCLUDED IN THE NEW CONSUMER PROTECTION ACT

Kampanja Pošlji mi pismo

In mid-September, the competent ministry published the proposal for a reformed Consumer Protection Act (ZVPot). During the drafting of the Act, the “Send me a letter” campaign submitted initiative to the ministry to include “the right to choose the means of communication” in the content of the Act. Unfortunately, the initiative could not be found in the first draft. Therefore, the initiative to include “the right to choose” was resent to the proposers, and it included extensive arguments against the discrimination of consumers by limiting the means of communication or imposing additional charges if traditional means of communication are chosen. We are facing the time when we will have to make an effort on the behalf of the campaign for the “right to choose to be included in the core consumer protection”.



Sredi septembra je pristojno ministrstvo objavilo predlog prenovljenega Zakona o varstvu potrošnikov (ZVPot). Že v času priprave osnutka zakona je kampanja »Pošlji mi pismo« ministrstvu poslala pobudo, da »pravico do izbire načina obveščanja« umesti v vsebino zakona, vendar je v prvem osnutku žal nismo našli. Zato je pobuda za uveljavitev pravice do izbire bila znova poslana predlagateljem z obsežno argumentacijo, naj se potrošnikov ne diskriminira z omejevanjem načinov obveščanja ali dodatnim zara-

čunavanjem ob izbiri klasičnih poti obveščanja. Vsekakor je pred nami čas, ko se bo treba v imenu kampanje potruditi za to, da se »pravica do izbire umesti med osnovno varstvo potrošnika«.

V času hitrih sprememb, z uvajanjem novih tehnologij in načinov komuniciranja, se zdi nujno z zakonom, kot je Zakon o varstvu potrošnikov, ki naj zagotavlja varstvo potrošniških pravic v odnosu do drugih subjektov na trgu, zagotoviti pravico potrošnika do izbire, na kakšen način želi biti obveščen. Gre za vprašanje, ali želi informacije prejemati po pošti, na klasičen način ali po elektronski poti. Izbira klasične poti komunikacije potrošniku nikakor ne sme povzročati dodatnih stroškov.

To je še zlasti pomembno in potrebno zato, ker med nami živijo ljudje, potrošniki, ki ne (z)morejo ali ne znajo poslovati elektronsko (iz finančnih, starostnih, razvojnih ali bolezenskih razlogov) ali pa si tega ne želijo. Po najnovejših statističnih podatkih je trenutno

v Sloveniji 18 odstotkov prebivalcev, ki še nikoli niso uporabljali interneta, sicer pa naj bi bilo v Sloveniji še vedno brez dostopa do interneta kar 23 odstotkov gospodinjstev. Teh skupin potrošnikov nikakor ni pošteno diskriminirati in upamo, da bo to dejstvo uvidel tudi zakonodajalec.

V številnih državah članicah EU so pravico potrošnika do izbire načina komunikacije že uzakonili in sprememba ZVPot-1 se zdi pravo mesto za ohranjanje pravice potrošnikov do izbire načina komunikacije tudi v Sloveniji. Živimo v času, ko se pravice potrošnikov ali zgolj ljudi načeloma širijo in ne krčijo in zato se zdi pravica do izbire načina obveščanja povsem normalna stvar oz. gesta družbene odgovornosti.

Podprite pravico do izbire načina obveščanja tudi vi, osebno ali kot podjetje, ter se pridružite kampanji »Pošlji mi pismo« Več na: [www.posljimipismo.si](http://www.posljimipismo.si).

Petra Prebil Bašin, v imenu kampanje »Pošlji mi pismo«

## Zanimivost

### PAPIRNATA HLADILNA VREČKA KEEP COOL

#### Paper cooler bag Keep Cool

Cooler bag made entirely of paper, fully recyclable, keeps food hot or products frozen for up to an hour.

Ko se boste prihodnjič odpravili na pot in ne boste vedeli, kako vašo malico ohraniti toplo, vašo pijačo pa hladno, lahko pokukate na splet in si naročite papirnate hladilne vrečke. Za okroglih 50 evrov jih boste prejeli kar 125.

Izdelek, ki ga najdete na [www.etivera.com](http://www.etivera.com), je v celoti iz papirja, ki je odporen na vlago in je sestavljen iz dveh slojev; znotraj je nameščen bel 100-gramski povojeni kraft papir, zunaj pa 80-gramski

rjavi povojeni papir. Skrivnost papirnate hladilne vrečke je ravno njena dvoslojna sestava. Potem ko se notranja vrečka zatesni, se med obema stenama ustvari vmesna zračna komora, ki do ene ure ohranja temperaturo notranje vrečke. Vrečka je uporabna za kratkotrajnejše ohranjanje temperature toplih živil ali npr. za prevoz zamrznjenih izdelkov iz trgovine do doma, pri čemer zagotavlja popolno reciklabilnost. (T. B.)



# ZNANSTVENE ILUSTRACIJE KOT GLAVNI ELEMENTI GRAFIČNEGA IZDELKA

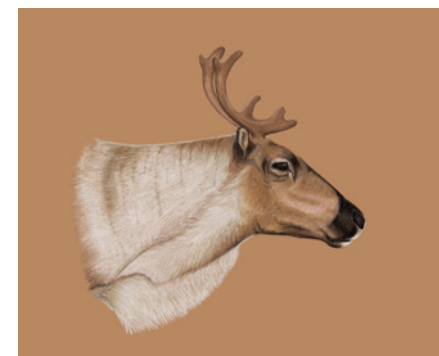
SCIENTIFIC ILLUSTRATIONS AS THE MAIN ELEMENTS OF A GRAPHIC PRODUCT

Naravoslovnotehniška fakulteta, UL

The Ljubljana ZOO is exhibiting a product of Tadej Prezelj, a graduate of the Department of Textiles, Graphic Arts and Design at the Faculty of Natural Sciences and Engineering at the University of Ljubljana, whose realistic illustrations show the growth and development of the antlers of the reindeer.

V ZOO Ljubljana na ogled izdelek Tadeja Prezelja, diplomanta Oddelka za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje na NTF UL, ki z realističnimi ilustracijami prikazuje rast in razvoj rogovja severnega jelena.

V sodelovanju z ZOO Ljubljana je na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje na NTF UL nastala diplomatska naloga, ki je služila kot osnova za izdelavo prototipa interaktivne izobraževalne table. Tabla prikazuje rast rogovja severnega jelena po mesecih v letu, realistične ilustracije zanjo pa je izdelal diplomant Tadej Prezelj pod mentorstvom prof. Urške Vrbič Brodnjak.



Ilustracija rogovja severnega jelena, z najmanjšimi rogovi  
Illustration of the antlers of the reindeer with the smallest antlers

Namen diplomske naloge je bil izdelati znanstvene, realistične ilustracije in prototip izobraževalne table kot interaktivnega grafičnega izdelka. Veliko dela in truda je bilo vložnega pri študiju anatomije živali, njegovih proporcij, s poudarkom na rasti rogovja. Tadej Prezelj je vse ilustracije zrisal sam, prostoročno, s tehniko s polikromnimi barvicami. Sledila je izdelava prototipa izobraževalnointeraktivne table, ki bo obiskovalcem ZOO Ljubljana nudila informativno izobraževanje o severnem jelenu, ki je na ogled v živalskem vrtu.

Ker je ilustracija vrst likovne umetnosti, z vključitvijo realističnih ilustracij izbrane živali, izdelku podaja višjo vrednost. Prezelj je pri konceptu izdelka izhajal iz želja naročnika, predlog v tuji literaturi

in tako izdelal prototipa, kjer grafični elementi dopolnjujejo izdelek, jima dajejo interaktivnost in ilustracijam pripomoč k uporabnosti. Prototipa interaktivnih tabel sta izdelana iz valovitega kartona in kapa plošče, grafična podoba pa je kot nalepka, izdelana z digitalno tehniko tiska, kaširana na podlago. Kot tematsko dopolnjujoč izdelek je v želji naročnika izdelal še prototip table, prav tako iz kapa plošče, ki z ustreznimi ilustracijami predstavi severnega jelena.

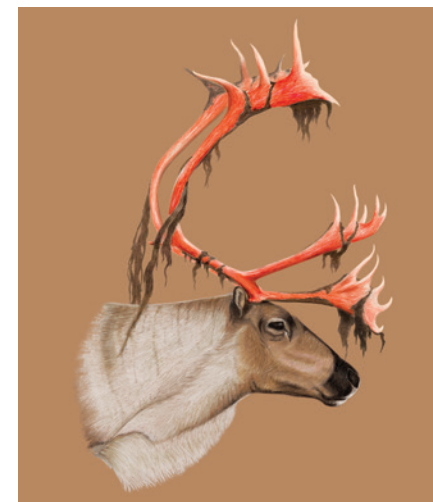
Za prikaz razvoja in sprememb rogovja je kot konstanta na vseh ilustracijah uporabljena ista glava, rogovje pa je spremenljivka velikosti in kontrasta.

Končni rezultat sta tako grafični podobi izdelkov, z vključitvijo realističnih ilustracij izbrane živali ter izdelava interaktivnih prototipov, ki bodo predstavljeni in realizirani v živalskem vrtu. Izdelki, in ilustracije, ki so nastali v sklopu diplomske naloge, izstopajo iz povprečja, saj je zelo dobro rešena vizualna podoba, ki bo obiskovalce tudi pritegnila in jih hkrati izobraževala. Izdelek ima z estetskega vidika dovršeno obliko, saj mu dodaja unikatnost in prepoznavnost.

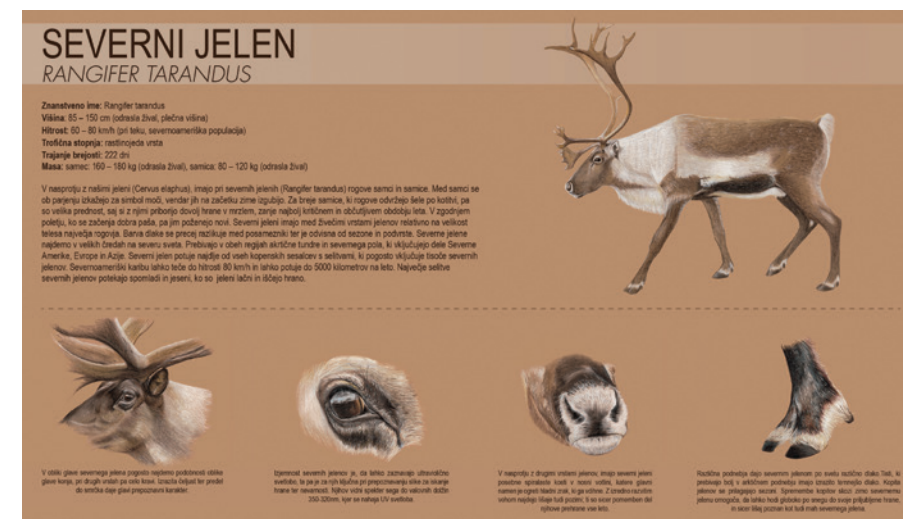
Urška Vrbič Brodnjak, asistentka Naravoslovnotehniške fakultete, UL  
Tadej Prezelj, diplomant, avtor ilustracij in izdelkov



Končna ilustracija študije očesa  
Final illustration of the eye



Ilustracija rogovja severnega jelena, z rogovjem, ko mu odpada žamet  
Illustration of the antlers of the reindeer with antlers shedding velvet



Grafična podoba predstavitevne table celotne živali  
Graphic image of the presentation board of the whole animal



# In Memoriam Bogdan Lampič

In Memoriam Bogdan Lampič

V slovo nestorju slovenskega papirništva



V začetku pomladi se je od nas poslovil gospod Bogdan Lampič, nestor slovenskega papirništva. Kljub upokojitvi in svojim 76. letom je bil med papirničarji dejaven vse do zadnjega. V slovenskih in evropskih strokovnih krogih je užival velik ugled, spoštovan pa je bil tudi zaradi svojih občečloveških lastnosti, saj je svojo integriteto živel in izžareval na vsakem koraku. Pogrešali bomo njegov optimizem in povezovalen odnos, ki ga je vedno znova vnašal med nas.

Članom Društva inženirjev in tehnikov papirništva je bil gospod Bogdan Lampič vedno zgled. V društvu je bil dejaven vse od ustanovitve. Vodenje društva je prevzel leta 2002 in mu predsedoval do leta 2007. S svojim strokovnim delom je pomembno vplival tudi na Mednarodni simpozij DITP, kjer je vedno dejavno sodeloval. Vsakemu prispevku s simpozija se je do potankosti posvetil, vse z namenom prenašanja svetovnih tehnoloških dognanj s področja papirništva na predstavnike slovenske in evropske stroke.

Njegovo slovo je med nami pustilo praznino, ki jo bo težko zapolniti. Ni jih veliko, ki bi slovenskemu papirništvu dali tak prispevek, kot ga je dal gospod Bogdan Lampič. Vse zato, ker je imel papir, papirništvo in papirničarje iskreno rad.

S spoštovanjem se ga bomo spominjali.  
Društvo inženirjev in tehnikov papirništva

*At the beginning of spring, we bid farewell to Bogdan Lampič, the doyen of Slovenian papermaking. Despite retirement and his 76 years of age, he was active among papermakers until his last breath. He had a good reputation among Slovenian and European experts, and was well respected for his common human values, as he lived and radiated his integrity in every step he took. We will miss his optimism and the connection he always brought to us.*

*Mr Bogdan Lampič was always a role model for members of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association. He was active in the Association since its establishment. He took over the management of the Association in 2002, and remained the president until 2007. His professional work made a significant impact on the International Symposium of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association, where he actively participated. He completely dedicated himself to each presentation at the Symposium to transfer global technological discoveries in papermaking to Slovenian and European experts.*

*His passing left a huge gap, which will be difficult to fill. There are not many people who would contribute to Slovenian papermaking as much as Bogdan Lampič did. This was all only because he truly loved paper, papermaking and papermakers.*

*We will remember him with respect.  
Pulp and Paper Engineers  
and Technicians Association*



Novička

## POVABILO V ODPRTO PLATFORMO

Join the open Digital Fiber Ecosystem

Digital Fiber Ecosystem invite company of any size to join and produce software, applications and services for the digitalizing forest industry.

Digital Fiber Ecosystem je odprta platforma s sedežem na Finskem, ustanovljena s sodelovanjem družbe Siemens, finskega tehniškega raziskovalnega centra VTT in vodilne nordijske konzultantske hiše Spinverse. K sodelovanju v odprtem

inovativnem ekosistemu vabijo velike in male partnerske organizacije, s katerimi bodo razvijali programsko opremo, aplikacije in storitve za digitalizacijo lesne industrije. Cilj je dosegati digitalizacijo celotne lesne verige. Platformi se lahko

pridružijo raziskovalne organizacije, ponudniki tehnologij, razvijalci aplikacij in povezljivosti, tržni partnerji, ustvarjalci novih poslovnih in storitvenih konceptov ... Več o platformi na [www.digitalfiberinitiative.com](http://www.digitalfiberinitiative.com). (T. B.)

# NEMCI POTRDILI NOV ZAKON O (ODPADNI) EMBALAŽI

GERMANS APPROVE A NEW (WASTE) PACKAGING ACT

Služba za varstvo okolja pri GZS

*In January 2019, a new (waste) packaging act (Verpackungsgesetz), which will replace the existing legislation used since 1991, will come into force. It includes many requirements from the EU legislation package for transition to a circular economy. In addition to the conditions for the implementation of extended producer responsibility, higher recycling rates, emphasis on reusable packaging, a clearing house is also being introduced, which will make sure that all packaging management companies will operate under the same competitive conditions.*

*Amending the Slovenian Environmental Protection Act which is being discussed will bring changes to Slovenia regarding the implementation of extended producer responsibility, and packaging and waste packaging management.*



**V Nemčiji bo januarja 2019 stopil v veljavo nov zakon o embalaži (Verpackungsgesetz), ki bo nadomestil obstoječo zakonodajo, ki je v uporabi že od leta 1991. Ta že vključuje veliko zahtev iz svežnja EU zakonodaje za prehod v krožno gospodarstvo; poleg pogojev izvajanja razširjene odgovornosti proizvajalcev, večjih deležev reciklaže, poudarka na embalaži za večkratno uporabo, se uvaja tudi osrednja ustanova (clearing house), ki bo skrbela, da bodo vse družbe za ravnanje z embalažo delovale pod istimi konkurenčnimi pogoji.**

**S spremembo slovenskega zakona o varstvu okolja, ki je v obravnavi, se tudi v Sloveniji obetajo spremembe na področju izvajanja razširjene odgovornosti proizvajalcev ter ravnanja z embalažo in odpadno embalažo.**

V Nemčiji bo januarja 2019 stopil v veljavo nov zakon o embalaži (Verpackungsgesetz), ki bo nadomestil obstoječo uredbo (Verpackungsverordnung) iz leta 1991 o izogibanju nastajanja odpadne embalaže in njeni predelavi. S to uredbo je Nemčija na področju odpadkov med prvimi uveljavila strategijo razširjene odgovornosti proizvajalcev, ki določa, da je proizvajalec odgovoren za ustrezno ravnanje z izdelkom tudi po koncu njegove življenjske dobe, ko ga potrošnik zavrže. S tem so želeli izboljšati ravnanje z odpadno embalažo in zmanjšati količino in vpliv odpadne embalaže, ki konča med gospodinjskimi odpadki ter obremenjuje javne sisteme zbiranja komunalnih odpadkov. Večina proizvajalcev, zakonskih zavezancev, prenaša svoje

obveznosti na t. i. embalažne družbe, ki so v imenu proizvajalcev embalaže in embalaranih proizvodov prevzele skrb za zbiranje, razvrščanje in reciklažo odpadne embalaže. V četrstoletnem izvajanju je uredba doživela več sprememb in dopolnitev; zadnje leta 2015.

## Zakaj v nove spremembe?

Svežen zakonodaje EU za prehod v krožno gospodarstvo, ki je še v sprejemanju, terja večjo transparentnost pri izvajanju obveznosti razširjene odgovornosti proizvajalcev, kar je spodbudilo Nemčijo, da je uredbo zamenjala z novim zakonom. Zakon med drugim prinaša naslednje novosti in spremembe:

- ▶ Imenovanje osrednje ustanove (clearing house), ki bo skrbela, da bodo vse družbe za ravnanje z embalažo delovale pod istimi konkurenčnimi pogoji
- ▶ Proizvajalci, ki dajejo embalažo na trg, se bodo morali pri na novo ustanovljeni osrednji ustanovi za embalažo registrirati. S tem bodo pridobili izjavo o članstvu, ki jo bodo morali predati izbrani družbi za ravnanje z embalažo. Proizvajalci bodo morali osrednji ustanovi redno poročati o količinah embalaže, ki jo dajejo na trg. **Prve registracije naj bi bile možne že sredi 2018 za leto 2019.**
- ▶ Družbe za **embalaže bodo morale uvesti finančne spodbude** za proizvajalce, ki bodo uporabljali lažje reciklabilno embalažo oziroma embalažo iz recikliranih materialov.
- ▶ Večji poudarek bo na embalaži, ki je primerna za večkratno uporabo. Prodajne police bodo morale biti opremljene z informacijami, ki bodo potrošnike obveščale, ali je embalaža primerna za večkratno ali le za enkratno uporabo.
- ▶ Družbe za embalažo bodo morale zagotoviti večje deleže reciklaže, ki bodo za papirno embalažo znašali

**od 70 % v letu 2017 do 90 % v letu 2022.** Delež reciklirane embalaže za kovino in steklo je do leta 2022 prav tako določen z 90 %, za plastiko pa naj bi dosegel 63 %.

Javne komunalne službe bodo lahko same določale pogostnost in način zbiranja odpadne embalaže od gospodinjstev.

## Ali tudi v Sloveniji lahko pričakujemo spremembe?

Z napovedano spremembo slovenskega zakona o varstvu okolja se bomo tudi pri nas začeli prilagajati novim zahtevam, ki jih napoveduje sveženj zakonodaje za prehod v krožno gospodarstvo ter določili pogoje izvajanja razširjene odgovornosti proizvajalcev.

**Vabimo vas, da s svojimi mnenji in izkušnjami sodelujete pri definiranju teh pogojev na dogodkih in aktivnostih, ki jih bomo izvajali v okviru projekta MOVECO, ki je bil odobren v okviru programa Interreg za Podonavje. O dogodkih vas bomo obveščali preko spletne strani službe za varstvo okolja GZS in mesečnih okoljskih novic, ki jih pripravljamo.**

Več informacij o projektu je na voljo na spletni strani: <http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/moveco>.

*Antonija Božič Cerar, samostojna svetovalka, služba za varstvo okolja GZS*



# USPEŠNO, Z VEČ NAROČILI IN NOVIMI PARTNERJI

SUCCESSFUL WITH MORE ORDERS AND NEW PARTNERS



Radeče papir nova, d. o. o.

Following turbulent times after 2014 when the occupancy rate of the paper machine was only 20 per cent, Radeče papir nova has achieved an 80-per cent occupancy rate of the machine which produces banknote paper programme. In recent months, the machine has mainly been producing banknote paper, which is our main goal.

V letu 2016 smo proizvedli prvo količino papirja za bankovce, pri čemer smo ne le dosegli, temveč tudi presegli pričakovano kakovost. Velik korak smo v zadnjem letu naredili pri doseganju števila dvojnih prepogibov, ki je eden izmed najpomembnejših parametrov pri banknotnih papirjih. Za ta namen smo kupili tudi nov aparat za merjenje dvojnih prepogibov, kar se je odrazilo tudi pri novih naročilih, kupcih in novih partnerjih.

V okviru zmožnosti smo optimizirali papirni stroj, optimizirali postopek proizvodnje, iskali nove rešitve in počasi dograjevali ekipo in posadke na stroju. Ker gre za zelo specifično proizvodnjo, smo izbrali tudi drugačen pristop z dobavitelji ključnih in specialnih komponent, kot so PVA, CMC, biocidi, polnila itd., kjer nismo več le kupec, temveč tudi partner pri razvoju in servisu v obojestransko korist.

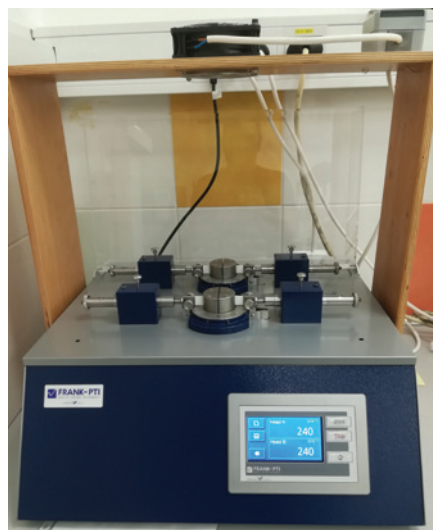
Veliko vlagamo v izobraževanje in razvoj zaposlenih, tako smo pridobili kar nekaj mladih, perspektivnih kadrov tako v vodstvu kot v tehnologiji. To nam daje še dodaten izizz dokazati, da lahko Radeče Papir Nova uspešno konkurira na trgu vrednostnih papirjev. Želimo povrniti zaupanje starih naročnikov in si pridobiti nove.

Trenutno delamo na razvoju nove aplikacije za površinsko obdelavo banknotnih papirjev s področja HDBP (High Durability Banknote Paper), kar naj bi bistveno podaljšalo življenjsko dobo bankovcev. Čeprav konkurenca vlaga veliko več časa in denarja v to področje, nam je že v drugem poskusu uspelo proizvesti testno količino papirja primerne za tisk. Izvedli smo poskusni tisk v dveh tiskarnah. Odziv je bil zelo dober in obe tiskarni sta že pokazali interes za prva naročila. V začetku oktobra načrtujemo zaključno fazo tega projekta in registracijo patenta do konca leta. Razvoj postopka in nadgradnja opreme je v celoti rezultat domačega znanja.

Vzporedno se delajo tudi raziskave in testiranja o uporabi nanoceluloze v zaščitnih papirjih. Rezultati so za zdaj zelo vzpodbudni, vendar bodo tu potrebna dodatna finančna sredstva za nadaljnji razvoj.

Razvijamo tudi postopek za lastno proizvodnjo zaščitnih papirnih vlaken, ki so na trgu zelo draga. Uvedli smo nekaj izboljšav pri izdelavi formirnih sit z vodnim znakom, kar nam je podaljšalo njihovo življenjsko dobo in kakovost vodnega znaka.

Za leto 2018 pričakujemo povečano sodelovanje z obstoječimi partnerji iz Francije in Švice, prodor na južnoameriški trg ter obnove in povečanje azijskega trga.



Ob ponovnem zagonu proizvodnje leta 2014 smo se v papirnici Radeče Papir Nova soočili s številnimi specifičnimi okoliščinami: pomanjkanjem naročil zaradi zahtevnega vračanja na trg vrednostnih papirjev (tenderji, ki terjajo čas), rekonstrukcijo stroja, izgubo izkušenih kadrov ... Rast naročil in priznanja za inovacije v zadnjem času kažejo, da smo najpomembnejše težave uspešno rešili.

Maks Pregrad,  
tehnolog PS 5

## NAGRAJENA NIR INOVACIJA IZ RADEČ NIR innovation from Radeče receives award

Radeče papir nova received a national award for its innovative NIR (Near Infrared Reflectance) fluorescent protection in paper on Innovation Day 2017.

Podjetje Radeče Papir Nova je za inovativno NIR (Near Infrared) fluorescentno zaščito v papirju prejelo nacionalno srebrno priznanje na Dnevu inovativnosti 2017, ki ga je konec septembra na Brdu pri Kranju priredila Gospodarska zbornica Slovenije. Pred tem je na regionalnem tekmovanju inovacij prejela zlato priznanje Območne zbornice Posavje.

Gre za novo zaščito z uporabo NIR fluorescentnih barvil in/ali pigmentov pri barvanju zaščitnih vlaken, papirne mase in pri

tisku zaščitne nitke, »blanšet«, in drugih dodatkov, ki se dodajajo v papirno maso. S tem se bistveno izboljša zaščita papirja, kar rešuje problem ponarejanja, ki se je v zadnjih letih razmahnilo zaradi dostopnosti barv in materialov.

Za zaščitne elemente se v papirju z zaščitami uporabljajo vidna in/ali nevidna barvila oz. pigmenti, ki osvetljeni z UV-svetlobo postanejo vidni oz. fluorescirajo v vidnem delu spektra. NIR fluorescentne barve lahko osvetljujemo z vidno svetlobo ali z

UV-svetlobo, fluorescenten odziv pa dobimo le v NIR (Near Infrared) delu spektra.

Zaščita NIR je namenjena preverjanju na vseh ravneh, tudi za množično, javno preverjanje. Predviden je razvoj nastavka za mobilni telefon in aplikacije, ki bo omogočala preverjanje zaščite s pomočjo pametnih telefonov, medtem ko je preverjanje na ravni forenzičnih preiskav mogoče že zdaj. Radeče Papir Nova vodi razvoj skupaj s priznanimi slovenskimi inštituti.

Barbara Sušin, Kristina Bašnec

# V MUFLONU NOVA REZALNICA IN ZAVIJALNICA

NEW CUTTING MACHINE AND WRAPPER AT MUFLON

Muflon, d. o. o.

Muflon has recently set two new machines in motion. The Apollo cutting machine improved the quality and capacity of the cutting of rolls of self-adhesive materials into sheets, while the Grec wrapper was a large step forward in the packing of sheets into packages.

V Muflonu so pred kratkim zagnali dva nova stroja. Z rezalnico Apollo smo dvignili kakovost in kapaciteto razreza samolepilnih materialov iz zvitkov v pole, z zavijalnico Grec pa smo naredili velik korak naprej na področju zavijanja pol v pakete.

Novi rezalni stroj Apollo je nadomestil 52 let starega in iztrošenega Fischer & Cracke, s polavtomatskim zavijalnim strojem Grec pa smo zaposlenim olajšali težko fizično delo, s čimer je produktivnost narasla za več kot polovico. Montaža in zagon stroja sta bila povezana z veliko dodatnimi aktiv-

nostmi, ki so morale biti natančno planirane, saj so vsa gradbena dela za Apollo (in Grec) potekala ob neprekinjeni proizvodnji. Ključna razloga za montažo Apolla sta dvig kakovosti in kapacitete razreza samolepilnih materialov iz zvitkov v pole.

Stroje smo po novem namestili tako, da je logistično pretok materialov bolj funkcionalen, v sklopu projekta pa je bilo izvedeno tudi odsesavanje odrezkov iz vseh treh rezalnih strojev. Odrezki se stiskajo avtomatsko v novi kontejnerski stiskalnici. S tem smo bistveno zmanjšali prašenje v rezalnici in optimizirali odvoz odrezkov.



Letos planiramo še sanacijo tal, izvedbo zagotavljanja konstantne vlage v prostoru in nabavo novega vzdolžnega rezalne stroja. S tem bo nova rezalnica postala zaključena celota, od katere pričakujemo dvig kakovosti in še večjo produktivnost.

Investicija v oddelek SLM je znašala približno milijon evrov, s čimer je izpolnjen predpogoj za zagotavljanje višje kakovosti in višjega plana prodaje za leto 2017, v prihodnje pa bo strateškega pomena za uspešno poslovanje usmeritev v impregnacijo.

Matjaž Verdev,  
vodja proizvodnje SLM



## Konferenca informacijskih in grafičnih tehnologij

Naravoslovnotehniška fakulteta vas vljudno vabi k udeležbi na 8. mednarodni Konferenci informacijskih in grafičnih tehnologij, ki bo organizirana v Ljubljani, 7. in 8. junija 2018. Dvodnevna znanstvena konferenca predstavlja priložnost delitve znanja in dognanj, hkrati pa bo omogočila možnost razprave in postavitve izhodišč za nadaljnji razvoj področij, ki jih pokrivajo tematike dogodka.

Vljudno vabljeni!

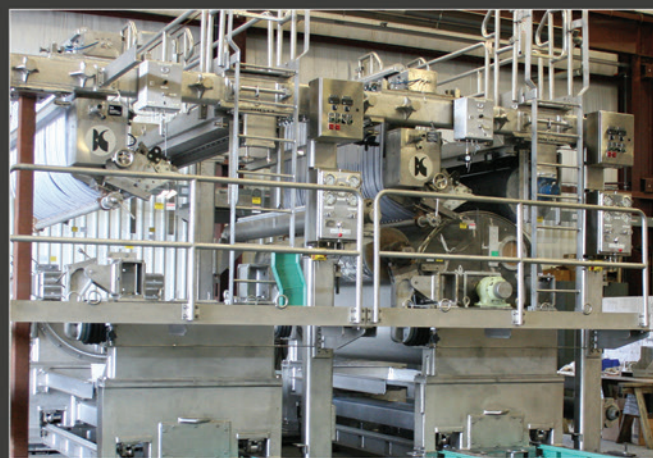
cigt

8. Konferenca  
informacijskih in  
grafičnih tehnologij



Univerza v Ljubljani  
Naravoslovnotehniška fakulteta

Več o dogodku  
conference.grafika.si



## BLACK CLAWSON LIMITED

Unit 2, Usk Side Business Park, Church Street, Newport, South Wales NP 20 2TX U K  
Telephone No. : + 44 (0) 1633463050. Fax No : + 44 (0) 1633463052  
www.blackclawsonlimited.co.uk

Registered Office: Unit 2 Usk Side Business Park, Church Street, Newport, South Wales NP 20 2TX

Mr. David Stone, International Director Sales,  
e-mail: dstone@blackclawson.co.uk

Mr. Sachin Thomas, Regional Director, India  
Mobile No. +91- (0) 9225321201 • email - sachinbcp@gmail.com

# MM BiB-LINER™ – PREMAZNI KARTON ZA BAG-IN-BOX EMBALAŽO

MM BIB-LINER™—COATED CARDBOARD FOR BAG-IN-BOX PACKAGING

Količevo Karton, d. o. o.

Since October 2017, MM BiB-Liner™ has been available at Količevo Karton in the grammage of 230 gsm, and in any width or dimensions of the roll. It is an effective solution not only for Bag-in-Box packaging but for all applications where the key role is held by the dimensional stability of cardboard.



V prejšnji številki revije Papir smo že napovedali novosti med premaznimi kartoni, ki v letošnjem letu prihajajo iz Količevo Kartona, po Excellent Kraftu EXKR, ki je že dobrodu našel svoje mesto na trgu, je tokrat na vrsti MM BiB-Liner™- premazni karton za Bag-in-Box embalažo.

Pobuda za razvoj novega izdelka, ki bi bil prilagojen zahtevam aplikacij, namenjenih varnemu pakiranju tekočin ali pastoznih živil, je prišla s tržišč Skandinavije ter anglosaksonskih dežel, kjer embalaranje Bag-in-Box predstavlja večinski delež med embalažo za vina.

## Odlične potiskovne lastnosti in visoka stabilnost

Vse pogosteje je bila izražena potreba po premaznem kartonu, ki bi združeval tako odlične potiskovne lastnosti kot visoko stabilnost v vseh fazah proizvodnega in logističnega procesa, obenem pa bi bil primeren tudi za kaširanje, zato smo se v Količevo Kartonu odločili poiskati ustrezno rešitev.

Embalaža Bag-in-Box (BiB, dobesedno prevedeno kot 'vreča v škatli') je sestavljena iz notranje enote (vreče) ter zunanje ovojnine, ki vrečo ščiti pred mehanskimi poškodbami ter ji hkrati zagotavlja stabilnost. Običajno je izdelana iz večslojnega valovitega kartona, na katerega je kaširan premazni karton. Ta premazni karton mora odigrati vlogo učinkovitega marketinško komunikacijskega orodja in omogočati odličen potisk, oplemenitenje s folijami in UV lakom, obenem pa ustrezati zahtevam po visoki BCT-vrednosti (Box Compression Test).

Izhodišča za razvoj novega izdelka oz. tehnični parametri, ki smo jih želeli doseči z MM BiB-Liner™, so bili: ustreznost specifičnim pogojem polnilnih linij, kjer se kaširana embalaža napolni z vrečami s tekočino, ustreznost za transportiranje napolnjene embalaže, skladiščenje in različne možnosti uporabe.

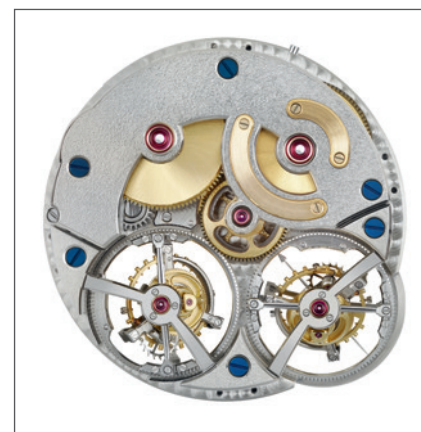
MM BiB-Liner™ je naš odgovor na rastoči trg embalaže Bag-in-Box. Zasnovan je s posebej prilagojeno vlakninsko sestavo in izdelan iz izbranih dolgih svežih vlaken ter recikliranih vlaken, saj s standardno recepturo zahtevanih parametrov ni bilo mogoče doseči.

## Lastnosti MM BiB-Liner™:

- ▶ Prilagojena vlakninska sestava, izdelan iz izbranih dolgih svežih vlaken ter recikliranih vlaken;
- ▶ Najvišja izmerjena BCT-vrednost med vsemi belimi premaznimi recikliranimi Liner kartoni;
- ▶ Odlične potiskovne lastnosti ter kakovost predelave;
- ▶ Bela zgornja stran, kraft spodnja stran;
- ▶ Preverjena ustreznost za polnilne linije;
- ▶ Primeren za nanašanje folij ter UV lakiranje;
- ▶ Certifikat PTS za lasersko kodiranje.

MM BiB-Liner™ je od oktobra 2017 na voljo v Količevo Kartonu v gramaturi 230 gsm, v poljubnih širinah zvitkov oz. dimenzijskih formatih. Predstavlja ne le učinkovito rešitev za embalažo Bag-in-Box, temveč za vse aplikacije, kjer igra ključno vlogo dimenzijska stabilnost kartona.

Since October 2017, MM BiB-Liner™ has been available at Količevo Karton with the grammage of 230 gsm in standard dimensions of the roll. It is an effective solution not only for Bag-in-Box packaging, but for all applications where the key role is held by the dimensional stability of cardboard.



Izdelki podjetja MM Količevo Karton so odlična izbira za visoko kakovostno tiskanje in branding: so natančni, delujejo odlično in so točni kot ura. Urni mehanizem kot simbol trajnosti predstavlja kakovost in tehniko.

Products of MM Količevo Karton are an excellent choice for high-quality printing and branding: they are precise, provide excellent performance, and work like clockwork. As a symbol representing durability, the clock mechanism stands for quality and technique.

Irena Rupnik,  
vodja servisa kupcev / Mill Service Manager



# »ZA USPEH JE POTREBNA MOTIVIRANA EKIPIA«

“SUCCESS REQUIRES A MOTIVATED TEAM”

Intervju: Nataša Iršič Bedenik

*The effectiveness and efficiency of market participation largely depends on the organisation of the complete supply chain of a company. In Paloma, this field includes the entire production, from the production of paper to the production of finished products, and activities in the fields of product development, quality control and business system management. In Paloma, this sector is headed by Nataša Iršič Bedenik who was interviewed about priorities, current activities, and future goals and plans.*



dr. Nataša Iršič Bedenik, vodja kontrole kakovosti  
Dr Nataša Iršič Bedenik, Quality Control Manager

**Uspešnost in učinkovitost nastopa na trgih je v veliki meri odvisna od organiziranosti celotne oskrbne verige podjetja. V podjetju Paloma spada pod to področje celotna proizvodnja, od proizvodnje papirja do proizvodnje gotovih izdelkov, prav tako pa aktivnosti na področjih razvoja izdelkov, kontrole kakovosti in upravljanja poslovnih sistemov. Področje v družbi Paloma vodi Nataša Iršič Bedenik, ki smo jo povprašali o prednostnih nalogah, aktualnih aktivnostih ter o ciljih in načrtih v prihodnje.**

**Vodite področje upravljanja oskrbne verige, ki jo v razširjeni definiciji sestavljajo ponavljajoči se procesi, katerih namen je zadovoljiti potrebe kupcev s proizvodi in storitvami in zajemajo aktivnosti od pridobivanja surovin do prodaje končnih izdelkov kupcem. Kakšna je organizacija oskrbne verige v Palomi?**

Oskrbo verigo v Palomi sestavlja ožji del procesov, povezanih z razvojem izdelkov in tehnologije, proizvodnjo papirja in gotovih izdelkov, kontrolo kakovosti, vzdrževanje in energetiko. Delo naše skupine 400 zaposlenih se prične s prenosom idej iz marketinga v razvoj, kjer iz teh idej pripravimo predloge za nove izdelke ali izboljšamo obstoječe. Vse te ideje s pomočjo tehnologov proi-

zvodnje nato prenesemo na proizvodne stroje/linije, kjer v sodelovanju z zaposlenimi na strojih/linijah v okviru testnih serij izdelamo nove kvalitete papirjev ali končnih izdelkov. Skupaj s kontrolo kakovosti pripravimo kvalitetne zahteve, ki jih morajo izdelki zagotavljati in nato se lahko začne redna proizvodnja. Da pa leta teče po načrtovanih planih, nam pomagajo sodelavci iz podpornega procesa vzdrževanja in energetike, ki skrbijo za primerno oskrbo z energijo in odpravljajo vse napake na strojih/linijah.

Naš največji izziv je zagotavljanje kakovostnih proizvodov v planiranih količinah in v planiranem času, saj je to osnova za ustrezen servis naših kupcev. Pri tem pa nam pomagajo tudi sodelavci drugih procesov v Palomi – logistika, nabava, prodaja, finance.

**Oskrba veriga je torej odgovor na naše dnevno soočanje z vse zahtevnejšimi pričakovanji trga oz. kupcev na eni in potrebami po učinkoviti proizvodnji na drugi strani. Kakšni izzivi se vam ob tem porajajo?**

Izzivov v Palomi ne zmanjka, saj je zaradi starejše opreme, na kateri proizvajamo naše izdelke, potrebno veliko časa posvetiti ustreznemu planiranju vseh aktivnosti proizvodnje in vzdrževanja. Največji izziv pa je, kako povečati produktivnost na raven, kot jo imajo konkurenti v panogi higienskih papirjev. Konkurenca dosega tudi do 50 odstotkov višjo produktivnost, kot jo imamo v Palomi. Da bomo lahko dosegli primerljivo produktivnost, bomo morali še bolj intenzivno delati na optimiranju naših procesov: krajšanje časov predelav, povečevanje hitrosti obratovanja strojev, učinkovitejše izvajanje preventivnih vzdrževalnih del, je le nekaj korakov, ki nam bodo pri tem pomagali. Z investiranjem v nove stroje/linije pa bomo dosegli povečanje produktivnosti še hitreje.

**Na vašem področju je tudi veliko projektne vodjenja. S katerimi projekti ste se s sodelavci ukvarjali v preteklem letu in kateri so trenutno aktualni?**

V preteklem letu je bil najpomembnejši investicijski projekt prenova papirnega stroja 5. Hkrati pa smo se lotili tudi projekta dnevnega prenosa informacij znotraj procesov oskrbne verige in povezava z drugimi mejnimi procesi, predvsem s planiranjem proizvodnje in interno logistiko, kar smo podprli tudi s programsko opremo QiS. V letošnjem letu se bomo največ ukvarjali z implementacijo modela 5S za izboljšanje kakovosti delovnega okolja in modela za celovito produktivno vzdrževanje. Metoda v ospredje postavlja vzdrževanje, kot potreben in zelo pomemben del poslovanja in je danes nepogrešljiv del celovite kulture, praktično v vsej industriji.

**S kapitalsko okrepitevijo Palome se obetajo nove investicije. Na katerih področjih ima Paloma največje potrebe oz. kje so prioritete?**

Z novim lastnikom se res lahko veselimo razvoja podjetja tudi na področju tehnologije, posebej v proizvodnji. Prvi korak k temu je bil izveden tehnični pregled naše tehnologije v januarju in februarju. Poročila, ki so bila pripravljena, so pomembna informacija stanja naše tehnologije, in bodo tudi osnova za investiranje v prihodnjih letih.

**Za konec morda še osebno vprašanje. Kakšen je vaš osebni moto, ki vam omogoča, da dosegate uspeh na vašem, izredno razgibanem in širokem področju dela?**

Za uspeh je potrebna motivirana ekipa in ekipa, ki jo vodim v Palomi trenutno šteje 400 sodelavcev. Velikokrat se nam v življenju dogodki obrnejo drugače, kot smo planirali in si želeli. Najpomembnejše je, da nas v takšnih trenutkih ne prevzame strah. Pomembno je proučiti novo situacijo in se osredotočiti na nadaljnje aktivnosti in ne iskati izgovorov, zakaj nečesa ne moremo narediti, saj smo se s tem odločili, da si uspeha ne želimo.

Kristina Stakne, razvojnica  
Aleksandra Muster, skrbnica blagovnih znamk

paloma<sup>®</sup>  
since 1873

# TOALETNI PROSTOR LAHKO ODIŠAVIMO TUDI S TOALETNIM PAPIRJEM

TOILETS CAN ALSO BE SCENTED WITH TOILET PAPER



Paloma d. d.

*Scented or unscented paper? In Paloma, we leave that up to our consumers.*

**Glede na to, da v medijih velikokrat zasledimo razmišljanja, tudi takšna, ki so podkrepljena z izsledki raziskav, kakšen toaletni papir je varen in kakšen škodljiv, v Palomi vse toaletne papirje, ne glede na barvo, potisk, dišavo ter surovinski vnos, pošljemo inštitutu, ki izvede dermatološki test. Vse to, da lahko naši potrošniki toaletni papir uporabljajo brezskrbno ne glede na njihov najljubši izbor.**

Zgodovina mamljivih dišav, ki nikogar ne pustijo ravnodušnega, sega vse do prazgodovine, ko je človek odkril ogenj in ugotovil, da nekatere vrste lesa med gorenjem prijetno prežemajo nosnice, oblačila, živež, okolje. Zato so ljudje isti hip, ko so začeli častiti božanstva v nedostopnih višavah, vrgli v plamene blago dišeče snovi in poslali z vonjavami plamenov dima proti nebu svoje izraze spoštovanja, želja in prošnje. Vse do antične Grčije so se tako dišeče vonjave uporabljale izključno za verske obrede. Stari Grki pa so skrivnostnim dišavam dodali olja,

odišavljena s cvetjem in jim tako začrtali popolnoma drugačno vlogo. Kozmetiko so Grki prevzeli od Egipčanov, vendar gre Grkom zasluga, da so lepotilnim dišavam, ki so bile doma z bregov Nila, dodali olja, odišavljena s cvetjem. To je bil prvi pomemben mejnik v zgodovini parfumerije.<sup>1</sup>

## Zakaj in kako dišavimo?

Znano je, da dišave vplivajo na počutje ljudi. Učinki na človeka so lahko blagodejni, tako da ga poživijo, mu izboljšajo razpoloženje, delujejo protidepresivno, odpravljajo nemir, nespečnost, tesnobo ... En delček tega smo želeli v Palomi prenesti tudi v naše toaletne prostore. Ker se zavedamo, da ima toaletni papir funkcijo brisanja, smo za nanos dišave uporabili drug medij, to je kartonski tulec, na katerega dišavo dejansko nanašamo. Dišava tako ne pride v stik s papirjem, iz kartonskega tulca pa se širi prijeten vonj v prostor.

Palomini družini odišavljenih toaletnih papirjev Paloma Deluxe Care se je tako letos pridružil toaletni papir z vonjem po divji češnji, Wild cherry. Cvetovi divje češnje imajo nežen cvetlični vonj, ki osvežuje in izboljšuje razpoloženje. Prijeten vonj nas popelje v pomladni čas prebujanja in brstenja ter tako poživlja organizem in duha. Že dlje časa napolnjujemo trgovske police še z enim od najbolj priljubljenih toaletnih papirjev, to je toaletni papir Paloma Deluxe Care Green tea. Osvežujoč vonj zelenega čaja napolni naše prostore in telo z energijo in ga revitalizira. Zeleni čaj zagotavlja svežino, v zgornjih notah mu pri tem pomagajo citrusi, v srednjih notah ga podprejo vonji dišečega lesa, v spodnjih, ki ohranjajo največjo obstojnost, pa vonj cvetov zelenega čaja.

Priporočamo, da tudi v prihajajočih mrzlih zimskih dneh svoj toaletni prostor opremite z odišavljenimi toaletnimi papirji Paloma Deluxe Care.

Aleksandra Muster,  
skrbnica blagovnih znamk  
"Ognjemet dišav" V. Novak-Čipčič, 1999

Omya Printing & Writing  
Omya Packaging

**Increasing efficiency**  
& ADDING NEW FUNCTIONALITIES  
TO YOUR PAPER & BOARD

- Tailor-made pigment concepts
- Innovative MFC solutions
- Ready-to-use barrier solutions

**Contact & information:** paper@omya.com

**OMYA**  
THINKING OF TOMORROW



## NA SEJMU DRINKTEC AT THE DRINKTEC FAIR

Papirnica Vevče d. o. o.

*The Vevče Paper Mill attended the fair together with its parent company Brigl & Bergmeister. We presented our production programme, the significance of circular economy and new discoveries which enhance our position within the scope of measures of the European Commission to attain higher environmental goals.*

Drinktec je vodilni sejem za industrijo pijač, ki poteka vsaka štiri leta v Münchnu. Tokrat je na sejmu razstavljalo 1.749 razstavljalcev iz 80 držav, obiskalo pa ga je 76.000 obiskovalcev iz 170 držav, v primerjavi z letom 2013 kar 10.000 obiskovalcev več.

Papirnica Vevče je na sejmu nastopila skupaj z matičnim podjetjem Brigl & Bergmeister. Predstavljali smo naš proizvodni program, pomen krožnega gospodarjenja ter nova odkritja, ki izboljšujejo položaj podjetja B&B v okviru ukrepov Evropske komisije za doseganje višjih okoljskih ciljev.

Kot po navadi smo ob robu dogodka organizirali tudi večer s kupci, ki je bil deležen velike pozornosti in je bil dobro obiskan.

Sejem je bil prav tako priložnost za napoved **12. Mednarodne etiketne konference**, ki bo marca 2018 v Salzburgu. Več informacij na <https://labelconference.co>.

Ana Sotlar,  
marketing



Foto: Marko Jagodič



## AKTIVNO ZA ZDRAVJE NA DELOVNEM MESTU Active for workplace health

*Active breaks have been introduced at the Vevče Paper Mill to prevent the consequences of sitting for long periods of time and repetitive movements.*

Z namenom preprečevanja posledic dolgotrajnega sedenja in ponavljajočih se gibov, smo v Papirnici Vevče uvedli aktivne odmore. Na ta način želimo opozoriti na pomen gibanja in na to,

kako lahko vsak posameznik sam prispeva k svojemu zdravju in dobremu počutju. Na vodenem aktivnem odmoru trener pokaže vaje, ki so primerne za sedeča dela in jih lahko izvajamo večkrat tudi sami,

tako doma kot tudi v službi. Aktivne odmore vodi strokovnjak s področja športa in rekreacije.

Štefi Šobak,  
poslovna sekretarka



Foto: Ana Sotlar



## LUKSUZNA EMBALAŽA V NOVIH DIMENZIJAH LUXURY PACKAGING IN NEW DIMENSIONS

SLOKART d. o. o.

*The Slokart company is successfully concluding its second financial year in the manufacture of luxury packaging made of laminated cardboard. New knowledge, foreign market penetration and new business partners enable us to proceed with development and production for the most recognisable brands and large groupings. We have upgraded a successful start-up in 2016 with new business and production premises measuring a total of 2,000 m2. We currently employ 16 people, and have our own design studio and a partnership agreement with a development institute from Paris. Our slogan is: "Take The Box Side". We are committed to environmentally friendly and economically responsible use of resources. All the elements that compose our packaging are produced in the EU.*

Razvoj embalaže na področju luksuza smo postavili na nov nivo. Na letošnjem sejmu LuxePack v Monacu smo pridobili pomembne naročnike, s katerimi smo že začeli z razvojem embalaž, ki bodo večji poudarek namenile tudi trajnostnemu vidiku. Na slovenskem trgu smo uspešno zaključili kar nekaj medijsko bolj izpostavljenih projektov, ki jih s ponosom lahko predstavimo. Izdelali smo embalažo za Radgonske gorice, ob njihovem lansiranju penine za znano slovensko pevko Alyo. Naša embalaža za Piranske soline je pravkar odpotovala na pot do Japonske. Zadnji odmevnejši projekt pa je luksuzna embalaža za brandy znanega košarkarja, Vladimirja Boiso.

Želimo si, da bi uspešni projekti in zelo lepe embalaže povečali prepoznavnost slovenskih izdelkov tudi na trgovskih policah. Prav tako pričakujemo, da bodo uspešni projekti vzbudili uspešne slovenske blagovne znamke, da bodo večjo



pozornost namenile končnemu videzu izdelkov in bomo lahko ponudili nove trajnostne rešitve. Embalaže podjetja Slokart so namreč tako ljubke, da jih kupci z veseljem znova uporabijo.

Slokart je svojo blagovno znamko BoxSide uspešno predstavil vsem prepoznavnim blagovnim znamkam, zato v letu 2017 pričakujemo še uspešnejše poslovne rezultate in nove zgodbe. Slokart je postalo podjetje, ki je sinonim za embalažo najvišje kakovosti. Naši kupci pa se z veseljem vračajo in si želijo novih uspešnih zgodb in še bolj prepoznavnih embalaž.

Bernarda Brezec Kraj,  
vodja razvojnih projektov



BOX | SIDE®



# 30 USPEŠNIH LET

## 30 YEARS OF SUCCESS



EUROBOX d. o. o.

The Eurobox, d. o. o. company has been thriving for thirty years. Throughout these years, our main principles have been the quality of products, good relationships with, and support to, customers, and the development of new forms of packaging. Our slogan "New dimensions of packaging" suitably describes the current position of cardboard packaging, and challenges we deal with and master.

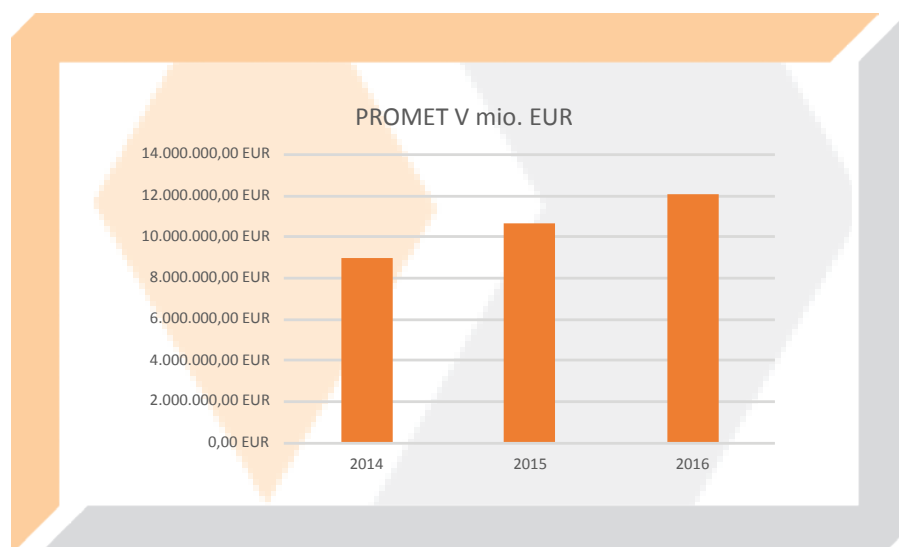
In the past three years, our turnover has increased by 35 per cent. In 2016, value added per employee amounted to 43,002 EUR, i.e. it has grown by 180 per cent. In 2017, we are on track to exceed all indicators from 2016, which is consistent with the plan. We have two business units and 96 employees.

V podjetju Eurobox imamo več kot 1750 kupcev, s katerimi imamo korekten in spoštljiv odnos. Nekateri naši kupci so z nami že trideset let, z drugimi smo šele začeli sodelovati. Vsem kupcem nudimo možnost razvoja novih embalaž, optimizacijo nabora materialov, podporo pri iskanju novih rešitev in ustrezne rešitve za njihovo problematiko pakiranja.

Skoraj 40 odstotkov našega prometa predstavlja izvoz, večinoma v EU. Smo akreditiran dobavitelj embalaže za grupacijo IKEA za območje JV Evrope in za Italijo. Imamo laboratorij za merjenje materialov in smo partnersko podjetje z inštitutom, ki je akreditiran za izvajanje testov ISTA, ki zagotavljajo ustreznost embalaže na njenih transportnih poteh.

V vseh letih smo vodili aktivno politiko investicij, ki se nadaljuje tudi vnaprej. Pravkar smo zaključili postavitev popolnoma avtomatske roto linije, s 3-barvno flexo tiskarsko enoto. Trenutno smo v fazi izgradnje novih proizvodno-skladiščnih prostorov, v skupni izmeri 2.500 m<sup>2</sup>. Uspešno smo položili temelje in pričakujemo, da bomo dodatne prostore začeli uporabljati v januarju 2018.

Podjetje Eurobox aktivno sooblikuje podo-bo naše bližnje okolice, sodelujemo v do-



brodelnih projektih, imamo aktivno politiko zaposlovanja in presegamo kvoto zaposlenih invalidov. Smo podporniki različnih slovenskih prireditvev za otroke in redno namenjamo sredstva za športne prireditve in lokalna društva. Smo proizvajalec zelene elektrike, naši sončni paneli so proizvod slovenskega znanja in proizvodnje.

Sodelujemo. Mrežimo. Sooblikujemo. Sedanjost in prihodnost v bolj ozaveščeni družbi,

v optimalnejših rešitvah, v boljših odnosih do zaposlenih. Imamo velike cilje in energijo, znanje in podlago za njihove izpeljave.

Več na [www.eurobox.si](http://www.eurobox.si),  
po e-pošti [info@eurobox.si](mailto:info@eurobox.si)  
in na FB profilu Eurobox Slovenia.

Bernarda Brezec Krajc,  
vodja razvojnih projektov



# TESTIRANJE EMBALAŽE ZA ŽIVILA

## IN DRUGIH VRST EMBALAŽE

### TESTING PACKAGING FOR FOOD AND OTHER PACKAGING TESTING SERVICES

Inštitut za celulozo in papir

Legislation on products intended for food contact is complex and different in different regions of the world. The differences in national requirements for various markets put additional strain on manufacturers of paper and cardboard packaging when preparing a declaration of conformity for food contact. In practice, packaging manufacturers must also meet other requirements defined by environmental legislation and specific customer requirements.

**Zakonodaja za izdelke, ki prihajajo v stik z živili, je kompleksna in različna za različne regije v svetu. Razlike v nacionalnih zakonskih zahtevah za različne trge povzročajo dodatne težave za proizvajalce embalaže iz papirja in kartona pri pripravi izjave o skladnosti za stik z živili. V praksi morajo proizvajalci embalaže zadostiti še drugim zahtevam definiranim s strani okoljske zakonodaje in specifičnim zahtevam kupcev.**

Skladno z Uredbo Evropskega parlamenta in Sveta (ES) št. 1935/2004 z dne 27. oktobra 2004 mora biti vsak material ali izdelek, ki prihaja v neposreden ali posreden stik z živili, dovolj inerten, da njegove sestavine ne prehajajo v živila v takih količinah, ki bi lahko ogrožale zdravje ljudi ali povzročale nesprejemljive spremembe v sestavi živil oziroma bi lahko poslabšale njihove organoleptične lastnosti. Za razliko od polimerne embalaže, za katero so zahteve in kontrolni parametri definirani z zakonodajo, za embalažo iz papirja in kartona zakonodaja ni harmonizirana. Da bi dokazali skladnost izdelkov z zahtevami okvirne direktive, so potrebni dodatni ukrepi, ki izhajajo ne samo iz nacionalne zakonodaje posameznih držav, temveč tudi iz priporočil in smernic izdanih s strani industrijskih združenj.

Na območju evropskega trga so prepoznani: na Nizozemskem The Dutch Commodities Act (Packaging and Consumer articles) Regulation, chapter II; v Franciji – The French information note

2006-156 of DGCCRF section on paper and cardboard; v Italiji – The Italian Ministerial Decree and amendments in v Nemčiji – The BfR recommendations XXXVI on paper and board for food contact. Pri prepoznavanju in oceni tveganja si lahko pomagamo tudi z navodili CEPI-ja, v katerih lahko najdemo dodatne informacije povezane z materiali, ki se uporabljajo v proizvodnji papirja, ter kontrolne parametre v proizvodnem procesu in končnih izdelkih, vključno z izdelki proizvedenimi iz recikliranega papirja.

**V sodelovanju z več različnimi laboratoriji širimo partnerstvo in ponujamo širok obseg analiznih tehnik za testiranje skladnosti, ki vključuje naslednje parametre: težke kovine (kadmij, svinec, živo srebro, krom), toksične spojine (formaldehid, glioksal, PCP, PCB) ter substance, ki lahko migrirajo v živila, kot so fotoiniciatorji in mineralna olja.**

Naš multidisciplinarni strokovni tim ima specifična znanja iz proizvodne tehnologije, analitike in tiskarstva in je na voljo našim strankam tudi za potrebe različnih ekspertiz, ocenjevanje tveganja in potrjevanje skladnosti izdelkov, ki prihajajo v stik z živili. S širitvijo obsega akreditacije prispevamo k prepoznavnosti Inštituta za celulozo in papir na tem področju in hkrati zagotavljamo enakovrednost in primerljivost naših rezultatov z drugimi konkurenčnimi laboratoriji.

Pričakovanja in zahteve naših strank prepoznavamo in izpolnjujemo tudi na drugih področjih testiranja embalaže, kot so skladnost s tehničnimi specifikacijami ali specifičnimi zahtevami kupcev. Septembra 2017 smo na trg dali naš nov izdelek – potrdilo o skladnosti s specifičnimi zahtevami kupca za transportne škatle.

Posebne pomena je tudi vpliv embalaže na okolje. To področje ureja Direktiva 94/62/ES z namenom zagotoviti visoko raven varstva okolja in delovanja notranjega trga brez ovir za trgovanje in omejevanje konkurence, tako da omejuje prisotnost nekaterih težkih kovin v embalaži in drugih nevarnih spojin. Na ICP izvajamo tudi ustrezno analitiko skladno s SIST CR 13695-1:2001 – Zahteve za merjenje in overjanje štirih težkih kovin in drugih nevarnih snovi v embalaži in SIST EN 13432:2001 – Zahteve za embalažo, primerno za kompostiranje in biorazgradnjo – preizkusna shema in ovrednotenje meril za sprejemljivost embalaže.

Maja Frelj,  
vodja laboratorija za papirništvo

# NA ICP-JU ODSLEJ TUDI LABORATORIJSKI FLEKSO TISK

ICP ACQUIRES A LABORATORY PRINTABILITY TESTER FOR FLEXOGRAPHY

Inštitut za celulozo in papir

ICP equipped with a laboratory printability tester for flexographic and gravure printing

Kot odziv na spremembe trga embalažnih izdelkov so se na Inštitutu za celulozo in papir opremili z laboratorijskim tiskarskim strojem za flekso in globoki tisk IGT F1. Stroj je prilagojen za tisk z vodnimi barvami in barvami na podlagi topil za materiale papir, karton, fleksibilni polimeri, tekstil (do višine 4 mm).

Maksimalna širina tiskanja je 40 mm, dolžina 2 x 190 mm in hitrost tiskanja od 0,2



do 1,5 m/s. Pritiski aniloks valja in tiska se lahko spreminjajo med 100 in 500 N. Omogočena je uporaba več vrst aniloks valjev za nanos različnih količin barv (linije/črte, polni toni), kar ob možnosti izdelave kupcu prilagojenih tiskovnih form visoke ločljivosti (HD Flexo) omogoča tudi preverjanje potiskljivosti mikrolinij, majhnih črk, črtastih in QR kod ter vseh drugih zelenih tiskovnih parametrov (tiskovni sijaj, mottling, adhezija, odpornost na kemične dejavnike pri preverjanju stika z živili, barvni odtenki, hitrost sušenja).

Z uporabo testnih strojev proizvajalci in uporabniki grafičnih materialov (papirja, kartona, barve) lahko preverjajo kakovost odtisov in preprečijo zastoje, in s tem povezane stroške zaradi neustrezne kombinacije podlaga/tiskarska barva. Meritve dinamične spremembe kontaktnega kota, površinske energije in hitrosti penetracije (Penetration Dynamics Analyser) skupaj z naprednimi tehnikami digitalne obdelave slike omogočajo preverjanje potiskljivosti

in kakovosti odtisov na skoraj vseh materialih. Možno je tudi testiranje različnih fotopolimernih tiskovnih form in barve na določenih tiskovnih podlagah. Mladi tim oddelka grafike in embalaže je vedno na voljo za vsa dodatna ali tehnična vprašanja. (I. K.)

## ŠE MOČNEJŠA EKIPI GRAFIKE IN EMBALAŽE

PRINTING AND PACKAGING TEAM EVEN STRONGER

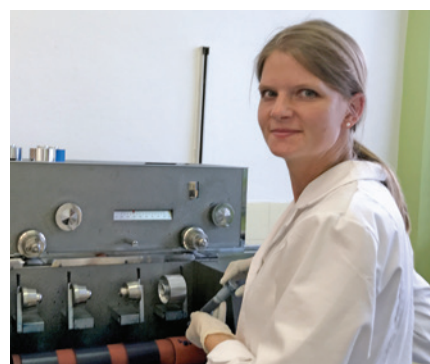
Inštitut za celulozo in papir

Dr. Urška Kavčič, an expert in printed electronics and smart packaging, joined the printing and packaging team at the Pulp and Paper Institute.

Ekipi za grafiko in embalažo na Inštitutu za celulozo in papir se je pridružila strokovnjakinja za tiskano pametno embalažo, dr. Urška Kavčič.

Dr. Kavčičeva je doktorirala s temo Tiskana pametna embalaža z vključitvijo funkcionalnih elementov na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani pod mentorstvom prof. dr. Deje Muck. Dr. Urška Kavčič je avtorica in soavtorica številnih člankov s področja tiskane elektronike, uporabe tiskane elektronike na celulo-

znih izdelkih in patenta, ter predstavlja novo moč na področju nadgrajevanja tiska s funkcionalnimi elementi. Pred tem je bila zaposlena v podjetju DS Smith Slovenija, kar predstavlja dodatni vpogled v značilnosti izdelave embalažnih izdelkov. Dr. Kavčičeva bo aktivno sodelovala na projektih Cel.Krog in InnoReNew in bo kot raziskovalka zadolžena za sodelovanje s podjetji, ki želijo pospešiti prodajo svojih izdelkov z inovativnimi rešitvami. (I. K.)



# NA KONFERENCI IARIGAI PREDSTAVILI PROGRAM CEL.KROG

PRESENTATION OF THE CEL.CYCLE RESEARCH PROJECT  
AT THE IARIGAI CONFERENCE

Inštitut za celulozo in papir

In mid-September, the Swiss city of Fribourg was the host of the 44th IARIGAI (The International Association of Research Organizations for the Information, Media and Graphic Arts Industries) conference which was intended for researchers in the field of information, media and graphics. After a long absence, researchers from the Pulp and Paper Institute also attended the conference.



Sredi septembra je švicarski Freiburg gostil že 44. konferenco IARIGAI (The International Association of Research Organizations for the Information, Media and Graphic Arts Industries), namenjeno raziskovalcem s področja informacij, medijev in grafike. Letos so se konference po daljšem premoru udeležili tudi predstavniki Inštituta za celulozo in papir.

Štiričlanska ekipa raziskovalcev z Inštituta za celulozo in papir in Papirnice Vevče (Igor Karlovits, Janja Juhant Grkman, David Ravnjak in Gregor Lavrič) je sodelovala s prispevkom The evaluation of biobased binders influence on offset print mottle using GLCM – Raziskava vpliva bio veziva na mottling v offsetnem tisku pomočjo GLCM analize. Predstavitve je bila narejena iz aktualnih rezultatov raziskav projekta Cel.Krog in predstavlja prvi prispevek omenjenega projekta s področja grafike, ki je predstavljen širšemu občinstvu. Raziskava je pokazala razliko pri uporabi lateksnih in t. i. bio veziva s pomočjo tehnike GLCM, ki uporablja slikovno analizo za določanje površinske neenakomernosti.

Konference se je udeležilo več kot 40 udeležencev s treh kontinentov (Evropa, Amerika in Azija), z več kot 30 ustnimi predstavitvami s področja analogno/digitalnega tiska, tiskane elektronike in direktne izdelave izdelkov s pomočjo tiska, barv in preizkušanja materialov v predelovalni verigi. Ker je bil gostitelj inštitut, ki se večinoma ukvarja z digitalnim kapljičnim tiskom, je bil to tudi glavni poudarek in povezovalna nit konference. Predstavljeni so bili izjemni dosežki od popolno digitalno tiskane kapljične tiskane glave podjetja Mouvent, ki se je predstavljala skupaj s skupino Bobst tudi na sejmu Label Expo konec septembra, in nanotiska (kapljice pod 100 nm!) zagonskega podjetja Scrona, ki veliko obeta na področju



tiskane elektronike in zaščitnega tiska. Pri tem je bila hkrati tudi poudarjena potencialna težava s strani INGEDE-a glede odstranitve digitalnih barv iz papirnih izdelkov.

**Združenje IARIGAI je dobilo tudi novega predsednika. To je prof. dr. ing. Günter Hübner s višje šole za medije v Stuttgartu v Nemčiji, ki ve-  
lja za vodilno izobraževalno/raziskovalno institucijo v Evropi.**

**The IARIGAI Association has a new president, namely Prof. Dr.-Ing. Günter Hübner from the Media University in Stuttgart, Germany, which is deemed the leading educational/research institution**

Na koncu konference je bil organiziran obisk Gutenbergovega muzeja v Fribourgu/Freiburgu, ki ima razkošno predstavitve zgodovine reprodukcije in tiska na območju Evrope, edinstven prikaz spremembe paloge čez ves proces in razstave še delujo-

čih strojev. Obisk se je potem nadaljeval na Univerzo v Fribourgu, kjer je bil predstavljen oddelek iPrint (Inštitut za tisk). Inštitut je v le štirih letih prišel do pozicije vodilnega inštituta za področje kapljičnega tiska. iPrint je nastavljen v prejšnjem raziskovalnem centru podjetja Ilford Imaging, kar je odlična rešitev. Inštitut 90 odstotkov prihodkov zasluži z industrijskimi projekti in s sodelovanjem z največjimi proizvajalci opreme iz Švice. Pokriva vsa področja kapljičnega tiska od tiska na papir, do tiska z živimi celicami in 4D-tiska (večbarvna grafična oplemenitev že narejenih 3D-izdelkov). Ogled muzeja, ki se začne s svinčnimi črkami in predelano vinsko prešo ter se konča z digitalnim tiskom živih celic (zdravljenje poškodovane človeške kože), pokaže izjemno pot, ki so jo tiskarske tehnologije naredile v zadnjih letih. Več o trendih v digitalnem tisku, ki so bile predstavljene na konferenci, lahko preberete na blogu Inštituta za celulozo in papir.

Igor Karlovits,  
vodja oddelka grafika in embalaže



# O AKTIVNI IN INTELIGENTNI EMBALAŽI NA POLETNI ŠOLI ACTINPAK

SUMMER SCHOOL ON ACTIVE AND INTELLIGENT PACKAGING

Inštitut za celulozo in papir

*In mid-June, the "ActInPak Active and Intelligent Packaging Solutions" Summer School took place in Finland. The Summer School was attended by two researchers from the Pulp and Paper Institute*



Sredi junija je na Finskem potekala poletna šola »Aktivne in inteligentne embalažne rešitve«, ki smo se je udeležili raziskovalci in podiplomski študentje iz več kot desetih držav, med njimi tudi dva predstavnika Inštituta za celulozo in papir. Poletna šola je potekala v okviru COST akcije ActInPak (Aktivna in inteligentna embalaža iz vlaknin – inovacija in trženje) na univerzi za tehnologije v finskem mestu Tampere. Namen udeležbe dr. Igorja Karlovitsa in Gregorja Lavriča, ki na ICP-ju delujeta predvsem na področju tiska in naprednih embalažnih materialov ter tehnologij, je bil stopiti v stik z najnovejšimi znanji in trendi s tega področja.

Predavatelji, ki so prihajali tako iz akademsko-raziskovalnih smeri kot tudi iz industrije, so postregli z izjemno zanimivimi predavanji na temo embalažnih materialov in njihove proizvodnje, aktivnih in inteligentnih rešitev s področja embalaže, nanoceluloze, zahtev in zakonodaje za izdelke namenjene za stik z živili, veliko pozornosti pa je vzbudila tudi področje trajnosti izdelkov in LCJA (Life-cycle assessment).



dilo tudi področje trajnosti izdelkov in LCJA (Life-cycle assessment). Skupni zaključek večine predstavitev je, da tehnologije za aktivno in inteligentno embalažo v različnih oblikah obstajajo že vrsto let, trg pa jih enostavno ne sprejme v dovolj veliki meri, da bi te v celoti zaživele. Težave na tem področju povzročata tudi zastarela zakonodaja, saj na področju specifikacije dovoljenih snovi in vprašanj zaščite osebnih podatkov pri embalaži, ki uporablja podatkovne nize iz mobilnih telefonov, še ni ustreznih zakonov.

V praktičnem delu programa poletne šole smo si udeleženci lahko ogledali delovanje pol- industrijske pilotne laminacijske linije z dodatnimi možnostmi

površinske obdelave materialov (plazemska obdelava in obdelava s korono), ki deluje v sklopu tamkajšnje univerze, predstavili pa so nam tudi svoje preostale laboratorije. Predstavljen oddelk se večinoma osredotoča na raziskave laminatov in njihovih bariernih lastnosti. Zelo zanimiv teden smo zaključili z ogledom papirnice TAKO (Metsä Board), ki se nahaja v samem centru mesta Tampere in velja za papirnico, ki proizvede največ kartona za potrebe pakiranja tobačnih izdelkov na svetu. Ustanovljena je bila leta 1865 in trenutno zaposluje okoli dvesto ljudi. Predstavljeni so bili njihovi izdelki, proizvodni procesi in najnovejša investicija v bližnjo papirnico, kjer bodo izdelovali PE laminiran karton za embalažne izdelke.

Inštitut bo tudi v prihodnje spremljal novosti s področja razvoja novih rešitev in se vključeval v COST akcije FP1405, Active and intelligent fibre-based packaging – innovation and market introduction (ActInPak), s tem pa tudi slovenskim proizvajalcem ponudil stik z najnovejšimi znanji.

Gregor Lavrič,  
raziskovalec za celulozo in papir



# WCPC POLETNA ŠOLA ZA TISKANO ELEKTRONIKO

WCPC SUMMER SCHOOL ON PRINTABLE ELECTRONICS

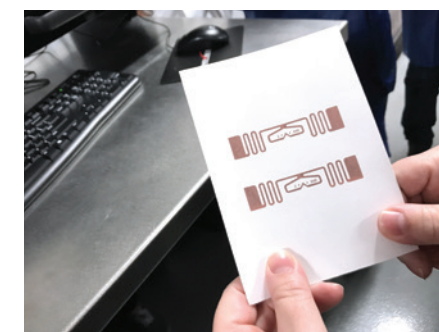
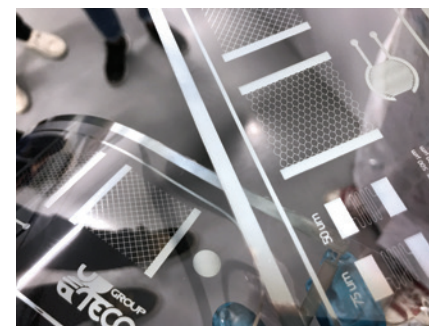
Inštitut za celulozo in papir

*The Printing for Functional Applications Summer School took place between 10 and 14 July at the Welsh Center for Printing and Coating in Swansea. The course brought together leading speakers from academia and industry across Europe to deliver an introduction to printable electronics.*

Od 10. do 14. julija je na Valižanskem centru za tisk in premazovanje v mestu Swansea potekala poletna šola za tiskano elektroniko WCPC summer school Printing for Functional Applications. Izobraževanje so soustvarili vodilni govorniki iz akademskih in industrijskih krogov v Evropi. Udeležencem so predstavili uvod v tiskano elektroniko, njeno uporabno vrednost in tehnološke novosti na tem področju.

Udeleženci poletne šole so prihajali iz celotne Evrope. Šole se je udeležilo kar osem doktorskih študentov iz Imperial Collage iz

Londona. Drugi udeleženci iz Združenega kraljestva, Nizozemske, Švedske, Italije in Tajske so prihajali iz podjetij, ki že izdelujejo tiskano elektroniko, barve za njen tisk ali pa to še načrtujejo. Poletne šole se je iz Slovenije udeležila Tanja Pleša iz Inštituta za celulozo in papir v okviru projekta Cel.krog. Svoje znanje in izkušnje na področju tiskane elektronike so predstavili vodilni govorniki iz akademskih in industrijskih krogov v Evropi. Govorniki so prihajali iz univerz: University of Pardubice, Stuttgart Media University, Tampere University of Technology, Abo Akademi University in Swansea University; in industrije: Novacentrix – sponzor poletne šole, Asahi Photoproducts Ltd in Edale Ltd. V času tridnevnih predavanj so povzeli celoten proizvodni proces tiskane elektronike. Predstavljene so bile tehnike tiska, tiskarske barve, premazovanje, sušenje, barvno upravljanje, reologija in električna karakterizacija. Zadnja dva dneva šole sta bila namenjena delavnicam. Potekale so v Bay Campusu, novem kampusu za inženiring in proizvodnjo z napredno opremo, ki ga je zgradila Valižanska univerza s finančno



pomočjo iz Evropskega sklada za regionalni razvoj (ERDF) in Evropske investicijske banke (EIB). V kampusu, ki se nahaja tik ob obali Atlantskega oceana, od leta 2015 deluje tudi Center za tisk in premazovanje. Na delavnicah so v moderno opremljenih laboratorijih demonstrirali sitotisk, fleksotisk, reologijo, meroslovje, izdelavo tiskarskih barv in fotonsko utrjevanje z opremo podjetja Novacentrix. Več o novostih, ki so bile predstavljene na konferenci, lahko preberete na blogu Inštituta za celulozo in papir.

Tanja Pleša,  
raziskovalka

## OBISK PTS COATING SYMPOSIUM PTS COATING SYMPOSIUM

*The traditional 28th PTS Coating Symposium was held this year on 5 and 6 September in Munich. This symposium is well attended by representatives of paper mills, and suppliers and manufacturers of paper equipment. It is a place where you can upgrade your knowledge on coatings and find new contacts. Janja Juhant Grkman from the Pulp and Paper Institute attended the PTS Coating Symposium.*

Tradicionalni, že 28. PTS Coating symposium je letos potekal 5. in 6. septembra v Münchnu. Simpozij je vselej dobro obiskan, saj se ga udeležijo predstavniki papirnic, dobavitelji in proizvajalci papirniške opreme. Je kraj, kjer lahko strokovnjaki nadgradijo znanje o premazovanju, vzpostavijo nove kontakte in osvežijo stare. Dvodnevnega simpozija se je tudi letos udeležila Janja Juhant Grkman iz Inštituta za celulozo in papir.

V prvem dnevu so bili predstavljeni trendi razvoja v premazovanju, kot so barierni premazi na papirju in kartonu ter izzivi in priložnosti za v prihodnje. Udeleženci so

spoznali, zakaj je vlažnost papirja in penetriranje vode pri sušenju premazanega papirja pomembna za flekso tisk; kakšne so povezave kvalitete papirja s tiskarskimi parametri pri ofsetnem tisku; kako doseči barierne lastnosti na papirju in kartonu z novimi samostojnimi produkti oziroma dodatki v premazni mešanici od različnih ponudnikov (Kuraray, Dow Chemical Company, EcoSynthetix itd.) Govora je bilo o uporabi mikroceluloze z dodatkom pigmenta kot vezivnega sredstva za izboljšanje površinskih in tiskovnih lastnosti na papirju in kartonu.

Drugi dan je bil poudarek na tehnologiji procesa in inovativnih izdelkih. Na primer, kako doseči dobro reologijo premazne mešanice in na koga se obrniti, če želimo uvesti oziroma nagraditi zavesno premazovanje (curtain coating) v proizvodnjo za doseganje dobre pokrivnosti na papirju in kartonu. Ena od tematik je bilo tudi vprašanje, kako narediti premaz za lončke, ki bi bil primeren za vročo pijačo in bi ga bilo mogoče reciklirati.

Teme, ki so bile predstavljene na simpoziju, se v veliki meri skladajo z razvojnimi aktivnostmi, ki jih ICP s partnerji izvaja v programu Cel.krog, [www.celkrog.si](http://www.celkrog.si). (J. J. G.)



# DODANA VREDNOST LESNE MASE

## ADDED VALUE OF BIOMASS

Društvo inženirjev in tehnikov papirništva

*In spring, members of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association (DITP) attended an expert excursion to an Austrian pulp and paper mill Heinzl Pulp Zellstoff Pöls AG. The company produces primary bleached pulp which is also used in large quantities in Slovenian paper mills.*

Društvo inženirjev in tehnikov papirništva (DITP) se je tudi letos, kot je v navadi, 18. maja, podalo na enodnevno strokovno ekskurzijo. Cilj je bila tovarna celuloze in papirja Heinzl Pulp Zellstoff Pöls AG, Avstrija, ki je proizvajalka primarne beljene celuloze, ki se jo v precejšnjih količinah uporablja tudi v slovenskih papirnicah. Strokovne ekskurzije so se udeležili člani, ki izhajajo iz proizvodnje papirja, visokošolske izobraževalne ustanove in Inštituta za celulozo in papir.

Tovarna celuloze in papirja Heinzl Pulp, v kraju Pöls, nam je ob prihodu nemudoma odvzela dihanje in nas prevzela predvsem z obsegom skladiščnega prostora lesnih debel (hlodovine). Navedeno morda zveni izpeto in klišejsko, pa vendar, ko imaš pred seboj skladišni prostor, v katerem je shranjena dnevna količina lesa 12.500 m<sup>3</sup>, tj. debel dreves ali lesnih sekancev, kar pomeni 270 tovornih vozil in 115 železniških vagonov, človeka ne pusti ravnodušnega. In vse skupaj ne izhaja iz enormnih navedenih števil, temveč posameznik nemudoma pomisli na gospodarski, na žalost premalo izkoriščen slovenski potencial dodane vrednosti lesne mase, saj nemalo od navedene količine lesa, prihaja tudi iz Slovenije.

Tovarna celuloze in papirja Heinzl Pulp je v letu 2016 proizvedla 430.000 t primarne beljene celuloze in 80.000 t papirja, za kar je potrebovala 2.000.000 m<sup>3</sup> surovega lesa. Do leta 2021 imajo v načrtu zvišati proizvodnjo celuloze na 500.000 t in papirja na 100.000 t. Tovarna Heinzl Pulp bi lahko bila šolski primer izrabe slovenske lesne mase, sožitja med proizvodnjo in lokalno skupnostjo ter učinka, ki ga ima investicija v najsodobnejše tehnične rešitve obvladovanja proizvodnje, tako na uresničevanje ambiciozno zastavljenih ciljev rasti proizvodnje kot posredno tudi na okolje. Tovrstne tovarne veljajo na splošno za okolje zelo obremenjujoče in so v lokalnih skupnostih zato posledično nezaželeni. Videno v tovarni Heinzl Pulp, nas je udeležence DITP

ekskurzije obenem tako razveseljevalo kot tudi žalostilo. Razveseljevalo z vidika učinkovitosti zaprtih krogotokov, tudi v proizvodnji celuloze, čistosti proizvodnega okolja, hrupnosti ipd. Po drugi strani žalostilo, saj je Slovenija več kot 50-odstotno pokrita z gozdovi, ima tovarne papirja, a nima lastne proizvodnje beljene primarne celulozne vlaknine. Vse skupaj zveni ironično, a je še kako resnično. Kljub mešanim občutkom smo se polni pozitivnih občutkov in videnege v proizvodnem procesu, odpravili nazaj v Slovenijo, kjer je vsak pri sebi razmišljal o še eni zgodbi o uspehu iz senčne strani Alp, ki bi jo z malo politične volje, lahko znova oživili tudi na sončni strani Alp.

Klemen Možina,  
asistent, UL, NTF



# NOVI DOKTOR S PODROČJA PAPIRNIŠTVA

## NEW PHD IN PAPERMAKING

Naravoslovnotehniška fakulteta, UL

*In June, Klemen Možina successfully defended his doctoral dissertation entitled "Highly elastic graphic paper".*

Klemen Možina je junija uspešno zagovarjal doktorsko nalogo z naslovom Viskoelastične lastnosti grafičnih papirjev, ki jo je izdelal pod mentorstvom izr. prof. dr. Stanislava Pračka in somentorstvom prof. dr. Vilija Bukoška, zaslužnega profesorja UL. V nalogo so bili zajeti vzorci papirjev iz primarnih in sekundarnih celuloznih vlaken, dveh slovenskih proizvajalcev, tj. papirnice Vevče in VIPAP Videm Krško. Osnova vsem, v raziskavo vključenim vzorcem papirjev, je bil rotacijski tisk z zvitek na zvitek oz. polo. S pomočjo konvencionalnih in sodobnih

analitskih tehnik merjenja je kandidat prišel do zanimivih rezultatov, ki odgovorijo na številna vprašanja o vplivu proizvodnih parametrov na končne lastnosti papirja, izpostavljenega nenehnemu obremenjevanju (sito papirnega stroja, sušilna skupina, navijanje, previjanje, kalandriranje, premazovanje in ne nazadnje tiskanje). Pomemben del doktorske naloge je tudi vpeljava oz. poskus nadomestitve zamudnih klasičnih tehnik proučevanja lastnosti papirjev z največjimi analiznimi metodami. (K. M.)



# VODOTOPNI TRAKOVI ZA ODLIČNOST V PROIZVODNJI PAPIRJA

## Zanesljiv partner v celotnem procesu izdelave papirja

Zaradi izjemnih vodotopnih samolepilnih trakov in rešitev, smo zanesljiv partner papirni industriji že več kot 40 let. Naše inovativne rešitve, kot so trakovi za leteče menjave, permanentne spoje, začetek in zaključevanje rol, zagotavljajo zanesljivost, merljiv napredek in strokovno uravnoteženost v vsakem postopku proizvodnega procesa.

Za več informacij o naših vodotopnih trakovih, se lahko kadarkoli obrnete na nas.





# RASTLINSKA BIOMASA – Možni alternativni vir papirnih vlaken

## PLANT BIOMASS – POTENTIAL ALTERNATIVE SOURCE OF PAPER FIBERS

Janja ZULE<sup>1</sup>, Maja FRELIH<sup>1</sup>, Lorna FLAJŠMAN<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

Določili smo kemično sestavo stebelne biomase invazivnih in avtohtonih rastlinskih vrst, in sicer japonskega dresnika, velikega pajesna, deljenolistne rudbekije, kanele, navadnega pelina in navadnega trsta. Vpeljali smo analizni postopek separacije in kvantitativne določitve posameznih komponent biomase, in sicer celuloze, hemiceluloze, lignina, pepela ter heksanskega in etanolnega ekstrakta. Pri delu smo uporabili standardne gravimetrične metode. Analize so pokazale, da gre za tipične nelesne materiale, z vsebnostjo pepela (2,7–3,7 %), ekstraktov (1–11 %), celuloze (31–40 %), hemiceluloze (30–42 %) in lignina (17–26 %). Glede na kemično sestavo sklepamo, da je analizirana rastlinska biomasa potencialni vir celuloznih vlaken in drugih dragocenih naravnih spojin.

Ključne besede: invazivne in avtohtone rastline, kemična sestava, celulozna vlakna, zelene kemikalije

### ABSTRACT

Stem biomass of the following invasive and native plants was chemically characterised: Japanese knotweed, tree of heaven, cutleaf coneflower, giant cane, common wormwood and reed. The analytical procedure for the separation and quantitative determination of individual biomass components, such as cellulose, hemicelluloses, lignin, ash, hexane as well as ethanol extract, was introduced. Standard gravimetric methods were applied for determinations. The analyses indicated that samples were typical non-wood materials with the content of ash (2.7–3.7 per cent), extracts (1–11 per cent), cellulose (31–40 per cent), hemicellulose (30–42 per cent) and lignin (17–26 per cent). In view of the chemical composition, it can be concluded that the analysed plant biomass represented a potential source of cellulose fibres and other valuable natural compounds.

Keywords: invasive and native plants, chemical composition, cellulose fibres, green chemicals

## 1 UVOD

Obnovljiva lignocelulozna biomasa rastlinskega izvora predstavlja izredno bogat surovinski vir, ki pa ni (dovolj) izkoriščen. Naravni materiali so alternativa fosilnim surovinam, in sicer predvsem premogu, nafti in zemeljskemu plinu, katerih zaloge so omejene, njihov vpliv na globalno segrevanje pa velik zaradi visokih emisij CO<sub>2</sub> in drugih toplogrednih plinov, ki se sproščajo pri njihovi predelavi. Med potencialno tehnološko pomembne lignocelulozne materiale prištevamo tujerodne invazivne rastline in hitrorastoče avtohtone enoletnice, drevesa in grmovnice, ostanke iz kmetijske predelave, zeleni odrez ter odpadno biomaso iz industrije in komunale. Zanimiva je predvsem presežna biomasa, torej material, ki ni porabljen pri industrijski predelavi in v kmetijstvu za prehranske namene. V lesno predelovalni panogi ostajajo lesna skorja, žaganje, odrezki in poškodovan les, medtem ko se v živilski industriji kopičijo tropine, otrobi, lušine in peške. V kmetijstvu nastaja stebelna biomasa žitaric in drugih kulturnih rastlin, ki pa ostaja na poljih ali pa se v najboljšem primeru uporablja za steljo, krmo za živali ali za kompostiranje. Pri urejanju zelenih površin in vzdrževanju vinogradov, oljčnikov ter sadovnjakov nastaja t. i. zeleni odrez, katerega količine so zelo velike. Večina lesnih ostankov in ze-

lenega odreza se predela v brikete in pelete ter se tako izkoristi za kurjavo ali pokrivanje energetskih potreb predelovalnih obratov.

Poseben izziv predstavljajo tujerodne rastlinske vrste, ki jih je v naravi v izobilju in so problematične zaradi hitrega zaraščanja ali invazivnega širjenja, s čimer izpodrivajo domače vrste in vplivajo na ekosistem. Povzročajo gospodarsko škodo, ker se zmanjšuje količina pridelkov, hkrati pa se višajo stroški vzdrževanja javnih površin. Invazivne rastline je treba sistematično odstranjevati, pri čemer se odpadno biomaso trenutno uničuje s sežigom. Zanimivi so tudi travniki in močvirja, ki zavzemajo velike površine. Na njih uspevajo različne vrste travnatih rastlin, vendar pa pokošena biomasa ni optimalno izrabljena oz. ni izrabljena kot material za tehnološke namene, čeprav gre za zajetne količine obnovljivih naravnih surovin.

Rastlinsko lignocelulozo sestavljajo predvsem strukturni polimeri, in sicer celuloza, hemiceluloze in lignin, v manjši meri pa tudi nizko-molekularni ekstraktivi in anorganske spojine. Celuloza je najbolj razširjena snov v naravi, je komponenta celičnih sten, sestavljena iz velikega števila gluko-znih enot, ki se povezujejo v ravne verige, te pa preko vodikovih vezi v večje strukturne enote, imenovane fibrile, ki tvorijo vlakna. Hemiceluloze so komponente ce-

ličnih sten, v kemičnem smislu pa kompleksni, razvejani polisaharidi, ki jih sestavljajo pentozni (ksiloza, arabinoza) in heksozni (glukoza, manoza, galaktoza) monomeri. Lignin je tridimenzionalni, aromatski polimer, ki povezuje posamezna vlakna v trdno strukturo. Sestavljajo ga fenil-propanske enote, ki se med sabo povezujejo preko različnih kemijskih vezi. Lignocelulozna biomasa nastaja v naravi kot sestavina rastlinskih tkiv. Komplicirane naravne strukture je velikokrat težko ali celo nemogoče sintetizirati, lahko jih pa izoliramo iz rastlinskih tkiv, po potrebi modificiramo, fragmentiramo in/ali predelamo v produkte z visoko dodano vrednostjo, kot so npr. termoplastični kompoziti, nanokristalinična in nanofibrilirana celuloza ter številne »zelene« kemikalije, ki so neposredno uporabne ali pa predstavljajo osnovne gradnike pri sintezah v kemični industriji.

Različne vrste lignocelulozne biomase vsebujejo različne vsebnosti posameznih strukturnih komponent. Običajno prevladuje celuloza, in sicer znaša njena vsebnost od 25 do 55 %, koncentracija hemiceluloz se giblje od 25 do 50 % in lignina od 15 do 40 % v suhi masi snovi. Sestava in kemične lastnosti posameznih vrst biomase narokujejo njeno potencialno uporabnost, pri čemer je treba izpostaviti, da so tehnološko uporabne vse tri komponente (1,2,3,4).

Znano je, da je celuloza osnovna surovina v papirni industriji, kjer se uporablja predvsem lesna vlakna, vendar pa so drugi viri vlaknin, npr. slama in enoletne rastline pomembne predvsem v krajih, kjer primanjkuje lesa. Potencialni viri vlaknin so tudi invazivne in travnate rastline, vendar njihova morfologija, kemična zgradba, fizikalne in mehanske lastnosti še niso raziskane (5,6).

Namen naše raziskave je bil kemična karakterizacija nekaterih zelo razširjenih invazivnih in avtohtonih rastlinskih vrst, in sicer predvsem zaradi možne uporabe njihove biomase v papirništvu in za proizvodnjo zelenih kemikalij.

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 Vzorci

V sodelovanju z Botaničnim vrtom v Ljubljani in Notranjskim regijskim parkom Cerknisko jezero smo pridobili vzorce stebelne biomase šestih tujerodnih invazivnih in avtohtonih rastlin, ki so v Sloveniji zelo razširjene. Opis je podan v Preglednici 1.

Preglednica 1. Izbrane rastline in njihove osnovne značilnosti  
Table 1. Selected plants and their properties

| Rastlina                                      | Vrsta     | Nahajališče                          | Značilnosti          | Hektarski donos t/ha |
|-----------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Japonski dresnik (Fallopia japonica)          | invazivna | celotna Slovenija                    | grmičasta trajnica   | 40                   |
| Veliki pajesen (Ailanthus altissima)          | invazivna | ob cestah in na opuščenih zemljiščih | srednje veliko drevo | 54                   |
| Deljenolistna rudbekija (Rudbeckia laciniata) | invazivna | Dravska dolina                       | zelnata trajnica     | 37                   |
| Kanela (Arundo donax)                         | invazivna | ob Dragonji, Strunjanska dolina      | travnata trajnica    | 59                   |
| Navadni pelin (Artemisia vulgaris)            | avtohtona | celotna Slovenija                    | zelnata trajnica     | 39                   |
| Navadni trst (Phragmites australis)           | avtohtona | Cerkniško jezero, Ljubljansko barje  | travnata trajnica    | 54                   |

Rastlinska biomasa za kemične analize je bila nabrana v okolici Ljubljane v mesecu septembru 2016, z izjemo kanele (Strunjan) in navadnega trsta (Cerkniško jezero).

### 2.2 Priprava vzorcev

Vzorci smo posušili na zraku pri sobni temperaturi. Pred analizo smo stebelno biomaso razrezali na fragmente velikosti približno 1 cm. Tako pripravljeno biomaso smo pomleli na laboratorijskem mlinu RETSCH ZM 200 do velikosti delcev 0,5 mm.

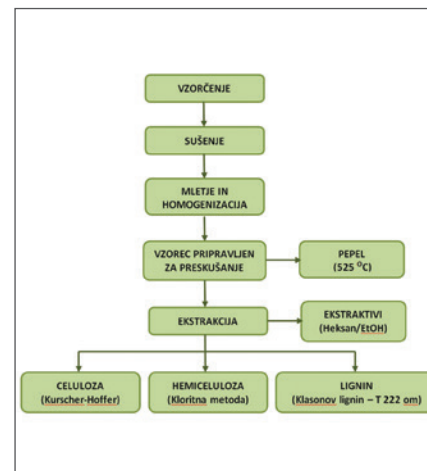
### 2.3 Kemična analiza biomase

V vzorcih biomase smo ovrednotili vse najpomembnejše komponente, in sicer celulozo, hemicelulozo, lignin, ekstraktive in pepel. Analize smo izvajali v

skladu s standardnimi ali uveljavljenimi gravimetričnimi metodami. Celoten analizni postopek je prikazan na sliki 1.

### Suhota

Suhoto smo določili v skladu s SIST EN 14346 s sušenjem zmletih vzorcev pri 105 °C do konstantne mase.



Slika 1. Predpriprava in kemična analiza biomase  
Figure 1. Pretreatment and chemical analysis of biomass

### Pepel

Pepel smo določili s sežigom suhih vzorcev pri 525 °C v skladu s TAPPI T211 om-12. Vsebnost pepela (anorganske snovi) smo podali kot % v suhi masi

### Ekstraktivna snov (heksanski in etanolni ekstrakt)

Vsebnost ekstraktivov smo določili v skladu s standardom TAPPI T204.

5 g vzorca smo 8 ur ekstrahirali s heksanom na aparatu Soxhlet. Dobljeni ekstrakt smo posušili na rotavaporju in nato še pri 105 °C in stehali. Ekstrakcijo smo nadaljevali z etanolom pri enakih eksperimentalnih pogojih. Vsebnost heksanskega ekstrakta (lipo-filni ekstraktivi) in etanolnega ekstrakta (hidrofilni ekstraktivi) smo podali kot % v suhi masi.



### Celuloza

Vsebnost celuloze smo določili s Kirschner–Hofferjevo metodo. 1 g vzorca, ki smo ga predhodno ekstrahirali z etanolom, smo zmešali s 25 ml nitracijske zmesi (20 ml 65 % HNO<sub>3</sub> in 80 ml etanola) in 1 uro segrevali na vodni kopeli pod refluxom. Postopek smo ponovili trikrat z enakim volumnom nitracijske zmesi, nato pa zmes odstranili in dodali 100 ml destilirane vode in pustili vreti 30 minut. Potem smo vzorec prefiltrirali skozi steklen filterni lonček srednje gostote, trden preostanek pa temeljito sprali z etanolom in vročo vodo, posušili pri 105 °C in stehali. Vsebnost celuloze izrazili kot % v suhi masi vzorca.

### Hemiceluloza

Hemicelulozo smo določili v skladu s TAPPI 149-75 metodo (kloritna metoda). 0,5 g predhodno ekstrahiranega vzorca smo dodali 60 ml vode, 100 µl ledocetne kisline in 0,5 g natrijevega klorita in stresali 1 uro pri 70 °C. Po tem času smo dodali 100 µl ledocetne kisline in 0,5 g natrijevega klorita ter ponovno segrevali pri enakih pogojih z občasnim mešanjem. Po treh zaporednih ponovitvah smo zmes ohladili in trden preostanek (holoceluloza) prefiltrirali skozi steklen filterni lonček srednje gostote. Izolirano holocelulozo (celuloza + hemiceluloza) smo sprali z vročo vodo, posušili pri 105 °C in stehali. Vsebnost hemiceluloze smo izračunali tako, da smo od vsebnosti holoceluloze odšteli predhodno določeno celulozo. Vrednost smo izrazili kot % v suhi masi.

### Lignin

Lignin smo določili kot Klasonov lignin po predhodni ekstrakciji z etanolom, v skladu s TAPPI T222-om11. 1 g vzorca smo dodali 15 ml 72 % žveplene kisline, ki pri sobni temperaturi hidrolizira celulozo in hemicelulozo do enostavnih sladkorjev. Po 2 urah smo vzorcu dodali toliko vode, da se je koncentracija kisline znižala na 3 %. Zmes smo pustili vreti 4 ure, nakar smo jo prefiltrirali skozi steklen filterni lonček srednje gostote. Filterni preostanek smo sprali z vročo vodo, posušili pri 105 °C in stehali. Vsebnost lignina smo podali kot % v suhi masi.

Vse analize smo izvedli v najmanj 2 paralelkah. Dobljeni rezultati so povprečne vrednosti vseh meritev.

## 3 REZULTATI Z RAZPRAVO

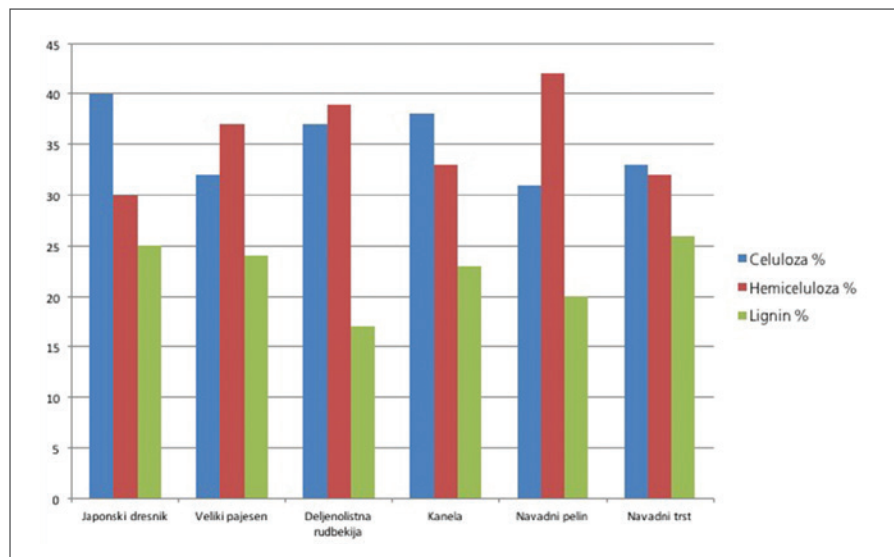
Rezultati analiz pepela in obeh ekstraktov so prikazani na sliki 2. Vsebnosti pepela so se gibale med 2,7 in 3,8 % in ni zaznati bistvenih razlik med invazivnimi in avtohtonimi vrstami. Vrednosti so višje kot pri lesnih vzorcih, npr. bukvi ali smreki, kjer se gibljejo med 0,5 in 1 %.



Vse vrednosti za heksanski ekstrakt se gibljejo pod 1 %, izjema je pajesen (drevo), kjer vrednost doseže celo 1,7 %. Rastlinske hidrofobne ekstraktive običajno sestavljajo maščobne komponente in voski. Dobljene vrednosti (0,33–0,83 %) so dokaj primerljive z listavci, npr. z bukvijo.

Vsebnosti etanolnega ekstrakta sta relativno nizki, in ne presegata 1 % le pri japonskem dresniku in rudbekiji. Največ hidrofilnih ekstraktivov smo izmerili pri pajesni in navadnem trstu, kjer so vrednosti dosegle skoraj 10 %. Hidrofilne ekstraktive v rastlinskih tkivih običajno sestavljajo fenolne spojine in nizkomolekularni sladkorji.

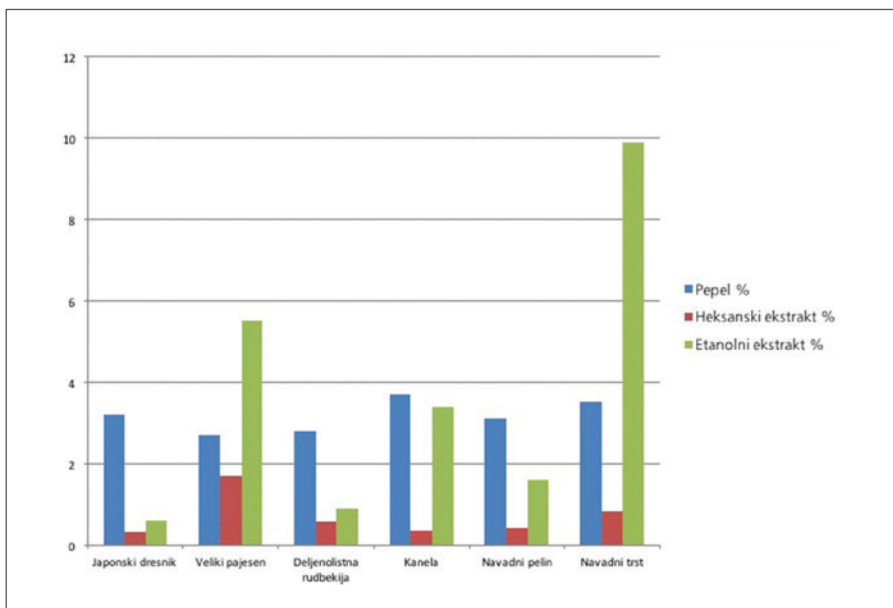
Rezultati določitve celuloze, hemiceluloze in lignina v vzorcih so prikazani na sliki 3. Pri japonskem dresniku in kaneli je bila celuloza prevladujoča komponenta (40 in 38 %), v drugih rastlinah je bilo nekoliko več hemiceluloze, npr. v steblih navadnega pelina celo 42 %. V primeru navadnega trsta so bile koncentracije obeh ogljikovih hidratov skoraj enake. Vrednosti lignina so se gibale med 17 % (deljenolistna rudbekija) in 26 % (navadni trst).



Slika 3. Vsebnost strukturnih komponent celuloze, hemiceluloze in lignina  
Figure 3. Content of the structural components of cellulose, hemicellulose and lignin

Če primerjamo dobljene vrednosti za vsebnost celuloze z lesom, ki je osnovna surovina v papirni industriji, ugotovimo, da je v lesu v povprečju več celuloze, in sicer med 40 in 50 % in nekoliko manj hemiceluloze (25 do 35 %). Vsebnosti lignina so podobne kot pri listavcih (20 do 25 %) in nekoliko nižje kot v primeru iglavcev (25 do 30 %).

Ker za omenjene rastline v literaturi nismo našli podatkov o njihovi kemični sestavi, smo za primerjavo vzeli nelesni material, in sicer pšenično slamo, ki se ponekod uporablja kot vir celuloze v papirništvu. Slednja je vsebovala kar 7,5 % pepela, 2,3 % ekstrakta, 35 % celuloze in 18 % lignina (7,8).



Slika 2. Vsebnost pepela, heksanskega in etanolnega ekstrakta  
Figure 2. Content of ash, hexane and ethanol extract

Za celulozno in papirno industrijo je pomembno, da ima potencialni oz. alternativni vir celuloznih vlaken čim nižjo vsebnost ekstrakta in lignina. Ugodna kemična sestava pripomore k lažji delig-

zadostnih količinah, lahko dostopen in primeren za skladiščenje. Postopek delignifikacije mora biti ekološko primeren in ekonomsko učinkovit, kar pomeni, da so uporabne vse glavne komponente biomase, torej tudi preostali ogljikovi hidrati in ligninska frakcija, in sicer za pridobivanje tržno zanimivih stranskih produktov in zelenih kemikalij, saj vlakna predstavljajo v povprečju le eno tretjino biomase.

V sklopu nadaljnjih raziskav bomo podrobneje okarakterizirali tudi morfološke in papirniške lastnosti predstavljenih invazivnih in avtohtonih rastlinskih vrst ter na osnovi poglobljene kemične analize ocenili različne možnosti za njihovo tehnološko predelavo v produkte z visoko dodano vrednostjo.

## 4 SKLEPI

Kemična analiza stebelne biomase šestih v Sloveniji zelo razširjenih vrst invazivnih (japonski dresnik, veliki pajesen, deljenolistna rudbekija, kanela) in avtohtonih (navadni pelin, navadni trst) rastlin je pokazala, da je njihova kemična struktura zelo podobna, vendar pa se razlikuje od tipičnih lesnih vrst, ki se uporabljajo za proizvodnjo papirja. Značilna je nekoliko nižja vsebnost celuloze in lignina ter višja koncentracija pepela, v nekaterih primerih pa tudi ekstraktivnih snovi. Z vidika kemične sestave so vse omenjene rastline možen vir celuloznih vlaken, vendar pa bodo njihove papirniške lastnosti še predmet nadaljnjih raziskav. Omenjena biomasa ima dokaj visok hektarski donos, njeno odstranjevanje pa je nujno zaradi invazivnosti in preraščanja površin. Izraba velikih količin za namene tehnološke predelave v produkte z dodano vrednostjo, kamor sodi tudi papir, bi bila smotrnejša od sežiga. Dodatne analize in ekonomske študije bodo pripomogle

k učinkovitejši tehnološki izrabi obnovljivih virov, kot so invazivne in avtohtone rastlinske vrste.

## ZAHVALA

Delo je bilo opravljeno znotraj razvojno-raziskovalnega programa CEL.KROG »Izkoriščanje potenciala biomase za razvoj naprednih materialov in bio-osnovanih produktov«, ki je sofinanciran s strani Republike Slovenije, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport in Evropske unije, Evropski sklad za regionalni razvoj 2016–2020. Zahvaljujemo se kolegom iz Botaničnega vrta Ljubljana za sodelovanje pri izbiri in pridobitvi vzorcev, ter kolegom iz Biotehniške fakultete – oddelek za lesarstvo za pomoč pri pripravi vzorcev.

## 5. LITERATURA

- [1.] ALEN, R. (Ed.). *Biorefining of Forest Resources, Book 20 (Papermaking Science and Technology)*, Paperi ja Puu Oy, Porvoo, Finland, 2011
- [2.] MAITY, S.K.. *Opportunities, recent trends and challenges of integrated biorefinery: Part I. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2015, vol. 43, str. 1427–1445
- [3.] WETTSTEIN, S.G., ALONSO, D.M., GÜRBÜS, E.I., DUMESIC, J.A. *A roadmap for conversion of lignocellulosic biomass to chemicals and fuels. Current Option in Chemical Engineering*, 2012, vol. 1, str. 218–224
- [4.] OGGIANO, N., ANGELINI, L.G., CAPPEPETTO, P. *Pulping and paper properties of some fibre crops. Industrial Crops and Products*, 1997, vol. 7, št. 1, str. 59–67
- [5.] PAHKALA, K., PIHALA, M.. *Different plant parts as raw material for fuel and pulp production. Industrial Crops and Products*, 2000, vol. 11, št. 2–3, str. 119–128
- [6.] VERVERIS, C., GEORGHIOU, K., CHRISTODOULAKIS, N., SANTAS, P., SANTAS, R. *Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. Industrial Crops and Products*, 2004, vol. 19, št. 3, str. 245–254
- [7.] DANIELEWICZ, D., SURMA-SLUSARSKA, B., ŽUREK, G., MARTYNIK, D. *Selected grass plants as biomass fuels and raw materials for papermaking. Part I. Calorific value and chemical composition. BioResources*, 2015, vol. 10, št. 4, str. 8539–8551
- [8.] DANIELEWICZ, D., SURMA-SLUSARSKA, B., ŽUREK, G., MARTYNIK, D., KMIOTEK, M., DYBKA, K. *Selected grass plants as biomass fuels and raw materials for papermaking. Part II. Pulp and paper properties BioResources*, 2015, vol. 10, št. 4, str. 8552–8564

<sup>1</sup>Janja ZULE, <sup>1</sup>Maja FRELIH, <sup>1</sup>Lorna FLAJŠMAN  
<sup>1</sup>Inštitut za celulozo in papir,  
Bogišičeva 8, 1000 Ljubljana



Podjetje **DIMAS d.o.o.** zastopa vodilnega svetovnega proizvajalca sistemov za **centralno mazanje strojev in naprav** podjetje SKF, ki je v zadnjih letih prevzelo nemško podjetje WILLY VOGEL, finsko podjetje SAFEMATIC, argentinsko podjetje CIRVAL in ameriški LINCOLN.



Vsa ta podjetja so **specializirana** izključno za **mazalne sisteme**, integrirana v SKF pa predstavljajo eno izmed SKF petih platform: Mazalni sistemi.

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

Izbira 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.

Še posebej smo usposobljeni za projektiranje, izvedbe, zagone in vzdrževanje vseh vrst mazalnih sistemov v papirništvu.

Sodelujemo z vsemi slovenskimi papirnicami, prevzemamo in izvajamo večje in velike projekte na ključ tudi izven Slovenije (Nemčija, Avstrija, Hrvaška).



**DIMAS, d.o.o.**

Cesta na Svetje 2, 1215 Medvode

Tel: +386 (0)59 101 884 | E-mail: [info@dimas.si](mailto:info@dimas.si) | [www.dimas.si](http://www.dimas.si)



# STRUKTURNE LASTNOSTI VLAKEN IN PAPIRJA

## STRUCTURAL PROPERTIES OF FIBRES AND PAPER

Marjeta ČERNIČ<sup>1</sup>

### IZVLEČEK

Papir je ploščat, porozen material, sestavljen iz naključno porazdeljenih in med seboj prepletenih vlaken rastlinskega izvora. Vlaknine v proizvodnji papirja razvrščamo po izvoru, kemični sestavi, lastnostih in namenu uporabe. Les je danes najpomembnejša surovina za proizvodnjo celuloznih vlaken, pridobljenih s kemično, mehansko in termično obdelavo ali s kombinacijo le-teh. Morfologija celuloznih vlaken se nanaša na obliko, strukturo, površinske značilnosti in prečni prerez. Glede na namen in značilnosti papirja so vlaknom dodani pigmenti, polnila, klejiva in druga kemična pomožna sredstva. Mehanske, fizikalne in kemične lastnosti papirja so določene s kemično sestavo, strukturo, morfologijo in tehnološkimi postopki pridobivanja vlaken. Naloga papirničarja je, da celulozna vlakna v postopku priprave in mletja obdela tako, da so sposobna tvoriti vodikove in medvlakenske vezi, in da z mešanjem vlaken različnega izvora in morfoloških lastnosti izdela papir zelene kakovosti. Izdelava papirja je kompleksen kemični in fizikalni proces. Lastnosti in uporabnost končnega izdelka – papirja je odvisna od uporabe osnovnih surovin in tehnološkega postopka izdelave in predelave.

Ključne besede: morfološke lastnosti vlaken in papirja, molekulska in nadmolekulska struktura vlaken in papirja, kemične vezi, fizikalno-kemične lastnosti papirja, merilne tehnike

### ABSTRACT

Paper can be defined as a flat porous material composed of random stochastic networks of plant fibres. Cellulose fibres for paper production differ in raw material, chemical structure, properties and end use. Nowadays, wood is the most important raw material for the production of cellulose fibres, which are produced by chemical, mechanical and thermo-mechanical processes, or a combination of those processes. The fibre morphology includes shape, structure, surface characteristics and cross-section properties. Various agents are added to paper stock to enhance or to modify the bonding and coherence between fibres. The mechanical, physical and chemical properties of paper are determined by its chemical and physical structure, the morphology of fibres and the technological process of pulping. Paper production is a very complex chemical and physical process. By choosing a good cellulose pulp, papermaker can produce paper products of desired quality. Today, a wide range of products can be made from paper, which are used for very different purposes: communication, culture, education, art, health and safety, as well as storage and transport of all kinds of goods. In this way, it is almost impossible to imagine a life without paper. The properties and usefulness depend on basic raw materials, and technological conditions of production and converting.

Keywords: morphology of fibres and paper, molecular and supramolecular structure of fibres and paper, chemical bonds, physical and chemical properties of paper, measurement techniques

## 1 UVOD

Papir je ploščat, porozen material, sestavljen iz naključno porazdeljenih in med seboj prepletenih vlaken rastlinskega izvora. Je splet bolj ali manj čistih celuloznih vlaken, pridobljenih iz vlaken lesa ali enoletnih rastlin. Z razvojem kemijske in celulozne industrije so se za pridobivanje celuloznih vlaken razvijale vedno nove tehnologije. Danes je les najpomembnejša surovina za proizvodnjo celuloznih vlaken, pridobljenih s kemično, mehansko in termično obdelavo ali s kombinacijo le-teh. Glede na namen in značilnosti papirja so vlaknom dodani pigmenti, polnila, klejiva in druga kemična pomožna sredstva. V papirju so vlakna med seboj povezana s kemičnimi vezmi. Naloga papirničarja je, da vlakna v postopku priprave in mletja obdela tako, da so sposobna tvoriti vodikove in medvlakenske vezi, in da z mešanjem vlaken različnega izvora in morfoloških lastnosti izdela papir zelene kakovosti. Izdelava papirja je kompleksen kemični in fizikalni proces. Lastnosti in uporabnost končnega izdelka – papirja je odvisna od

uporabe osnovnih surovin in tehnološkega postopka izdelave in predelave [1]. Kakovost lesnih vlaken je odvisna od vrste in kakovosti lesa. Zaradi ustrezne sestave in dolžine celuloznih vlaken je najboljši les iglavcev, vendar se zaradi pomanjkanja in cene le-teh uporablja tudi les listavcev in vlakna enoletnih rastlin. Vedno bolj pomembna je tudi uporaba recikliranih vlaken različnega izvora. Znano je, da vsebuje list papirja velikosti formata A4 z maso 5 g povprečno  $16 \times 10^6$  vlaken, ki so med seboj povezana s približno  $16 \times 10^7$  vezmi [1, 2, 3].

Glede na surovinsko sestavo, proizvodni postopek in dodelavo ima papir zelo različne lastnosti. Osnovne značilnosti vseh papirjev so *higroskopnost*, *anizotropija* in *viskoelastičnost*, *nehomogenost* in *dvostranost*. Papir je *higroskopičen* material, njegove lastnosti se spreminjajo s spremembo klimatskih razmer v okolju. Papir je *nehomogen material*, sestavljen iz homogenih sestavin, kot so vlaknine, polnila in z zrakom napolnjene pore. Papir je *dvostran material*, in sicer predvsem zaradi

tehnološkega postopka izdelave. Papir je lahko *elastičen* kot trdna snov ali plastičen kot zelo viskozna tekočina, zato ima *viskoelastične lastnosti*. Ker ima v različnih smereh različne fizikalne lastnosti, je *anizotropen*, kar je posledica anizotropije posameznih vlaken in vzdolžne naravnosti vlaken v papirnem traku pri izdelavi na papirnem stroju [1, 2, 3, 4].

## 2 MORFOLOŠKA STRUKTURA VLAKEN IN PAPIRJA

Papir je izjemno občutljiv in zapleten sistem zamreženja, ki ga opredeljujejo surovine za pripravo papirne snovi (vlakna, delci vlaken in polnil) in postopek izdelave na papirnem stroju. Najpomembnejša surovina so vlaknine, ki jih razvrščamo po izvoru, kemični sestavi, lastnostih in namenu uporabe. Morfologija vlaken se nanaša na obliko, strukturo in površinske značilnosti. Mehanske, fizikalne in kemične lastnosti papirja so določene s kemično sestavo, strukturo, morfologijo in tehnološkimi postopki pridobivanja vlaken [1, 3, 4, 5].

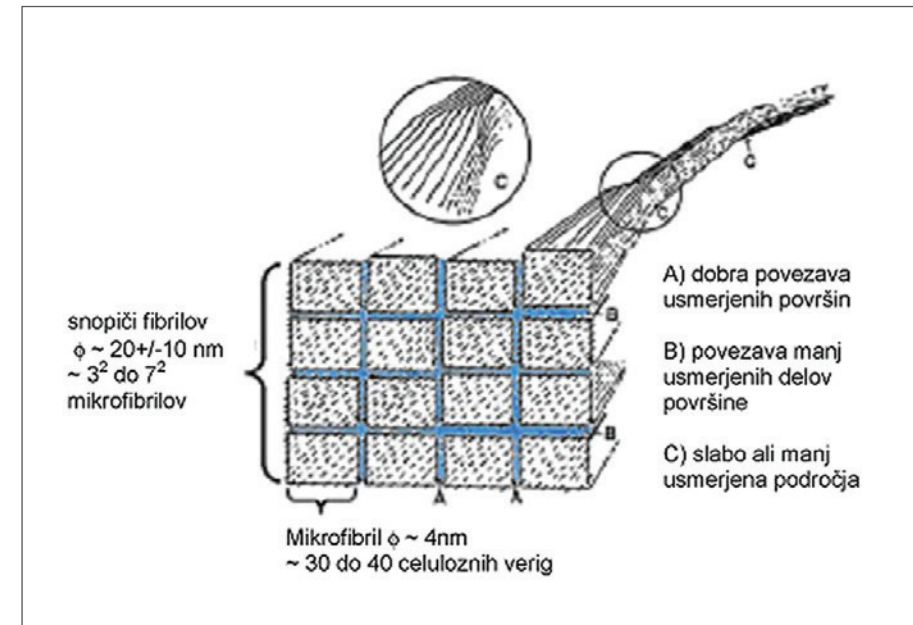
Rastlinska vlakna lesa in enoletnih rastlin nastanejo v naravi pri procesu fotosinteze. Celuloza, ki je v naravi najbolj razširjena organska spojina, predstavlja v rastlinah skeletno substanco, ki je sestavljena iz monosaharida  $\beta$ -D-glukoze, v katerega pri hidrolizi tudi razpade. Je naravni linearni polimer (polisaharid), sestavljen iz D-glukoznih enot. Iz  $\beta$ -glukoze nastane škrob, medtem ko iz  $\beta$ -glukozne enote celuloza. Ta se v lesu in enoletnih rastlinah ne nahaja v čistem stanju, ampak jo spremljajo predvsem lignin in strukturno podobne hemiceluloze, ki jih moramo v postopku pridobivanja celuloznih vlaken odstraniti [1-4].

Naravna in kemična vlakna so po zgradbi polimeri, sestavljeni iz majhnih ponavljajočih se enot, monomerov. Primarna struktura polimerov je določena z vrsto in vrstnim redom monomerov. Polimeri v celuloznih vlaknih so organskega izvora, zato se kot osnovna atoma pojavljata ogljik in vodik, lahko pa se pojavljajo še kisik, dušik, žveplo in nekateri halogeni elementi. V molekuli organskih spojin so atomi povezani z močnimi kovalentnimi vezmi, ki so primarne; med molekulami atome ali atomske skupine povezujejo šibke medmolekulske vezi, ki so sekundarne. Vezi se tvorijo med atomi ali atomskimi skupinami v isti molekuli (intramolekulske sekundarne vezi) ali med različnimi molekulami (intermolekulske sekundarne vezi). Medmolekulske reakcije vključujejo privlačno in odbojno delovanje znotraj makromolekule in med molekulami, ki so Van der Waalove, vodikove, ionske in kovalentne vezi. Vrsta in jakost medmolekulske reakcije je odvisna od kemične narave ponavljajoče se enote, kot prikazano v preglednici 1 [5, 6].

celuloze z dvema vrstama kemičnih vezi. Osnovna močna vez je *kovalentna* vez, ki povezuje molekule glukoze v celulozno verigo, medtem ko slabšo ponazarja *vodikova* vez, ki je pomembna pri povezovanju celuloznih verig pri oblikovanju papirnega lista. V mehanizmu vezave so vključene tudi Van der Waalove sile, ker pa je privlačnost med molekulami majhna, učinkujejo le na kratkih razdaljah. Verigo celuloznih molekul, ki sestoji iz 3000 do 5000 glukoznih enot in se oblikuje prek vodikovih vezi, pri povezovanju v plasti prek Van der Waalovih sil imenujemo *mikrofibrili*. Geometrija kratkih vezi C-H zmanjša razdaljo med plastmi,



prostorsko razporeditev in značaj sil medsebojnega učinkovanja strukturnih elementov, ki oblikujejo makroskopsko polimerno snov. Mehanske in druge fizikalne lastnosti polimerov so odvisne od molekulske strukture in se prenašajo na makroskopsko telo prek nadmolekulske organiziranosti. Že zgodnje raziskave orientiranih naravnih polimerov so pokazale predstavo o njihovi amorfnosti – kristalini sestavi, ki vsebuje urejena (kristalita) in neurejena (amorfnost) področja. Elektronsko-mikroskopske raziskave naravne celuloze so odkrile njihovo mikrofibrilno naravo in omogočile pojasnitev nadmolekulske strukture celuloze [8, 1].



Slika 1: Shema polikristalne strukture celuloznega vlakna [7, Wathen, 2006].  
Figure 1: Scheme of the polycrystalline structure of cellulose fibres

Preglednica 1: Razlika v energiji in velikosti kovalentne in medmolekulskih vezi  
Table 1: Differences in energy and dimensions between covalent and intermolecular bonding

| Vrsta vezi    | Energija (KJmol <sup>-1</sup> ) | Dolžina (nm)                                                |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| kovalentna    | 300 - 500                       | 0,15 (C – C, C – N, C – O)<br>0,11 (C – H)<br>0,135 (C = C) |
| vodikova      | 10 - 50                         | 0,34                                                        |
| dipol – dipol | >10                             | 0,4                                                         |
| Van der Waals | 10                              | 0,4                                                         |

Van der Waalove sile nastajajo med segmenti makromolekul in so prostorsko nesmerjene; delujejo na razdaljah do 0,4 nm, jakost je obratno sorazmerna z razdaljo. *Vodikove vezi* nastanejo med makromolekulami, ki vsebujejo skupine –OH, =NH, –NH<sub>2</sub>, –C≡N, učinkujejo na razdalji, ki ni večja od 0,34 nm, in imajo vedno določeno smer. *Kovalentne in ionske vezi* so primarne kemične vezi, ki povezujejo atome v makromolekule in vplivajo na zamreženje makromolekulskih snovi [3-6].

Atomi ogljika, vodika in kisika pri povezovanju oblikujejo enote  $\beta$ -D-glukoze, ki se povezujejo v dolge neskončne verige molekule

zato se jakost Van der Waalovih sil močno poveča in je obratno sorazmerna 6-kratni jakosti medmolekulske razdalje. Mikrofibrili imajo dobro povezavo med seboj in med plastmi, vsaka nenatančnost v stopnji povezave oziroma kristaliniteti (slika 1) vpliva na slabšo sposobnost povezovanja pri oblikovanju lista papirja [1, 4, 6, 7].

### Nadmolekulska – mikrofibrilna struktura celuloznih vlaken

Nadmolekulska struktura papirniških vlaken je tesno povezana s predstavo o fibrilni sestavi naravnih celuloznih materialov. Opisuje notranjo strukturo, medsebojno

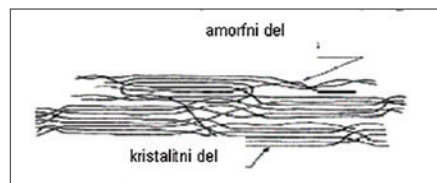
Za razumevanje lastnosti celuloznih vlaken in njihovega odziva pri različnih vplivih moramo poznati strukturo na različnih ravneh. Strukturo na molekularni ravni pojmuje kot kemično sestavo makromolekule ali nanometrijske strukture z dimenzijami, ki so manjše od 1 nm, o mikrofibrilni ali nadmolekularni strukturi govorimo pri dimenzijah okrog 10 nm, v območju okrog 100 nm pa se nadmolekulska struktura zlija z mikrotopografijo vlakna pri dimenzijah okoli 1000 nm (optični mikroskop). Pojem strukture obsega mikrotopografijo površine in videz vlakna (reže, brazde, pore) in jo imenujemo makromorfologija ali makromorfološka struktura vlakna (videz, površina, prerez). Neodvisno od tehnike merjenja je najmanjši vlaknu podoben del, mikrofibril. [8].

Mikrofibrili se združujejo v snopčaste morfološke strukture. Združevanje poteka s silami privlaka med ploskvami sosednjih fibrilov, predvsem z vodikovimi vezmi, ki uredijo kristalite sosednjih fibrilov podobno kot okolica. Pojav združevanja je odvisen od mehanizma sočasnega nastajanja mikrofibrilov pri rasti celuloznih vlaken. V preseku mikrofibrila je več sto makromolekul in prav



tako makrofibril sestavlja več sto mikrofibrilov. Mikrofibril je osnovni morfološki gradnik nadmolekulske strukture celuloznih vlaknotvornih polimerov s tremi osnovnimi značilnostmi, ki ponazarjajo geometrijo, dvofaznost in anizotropijo.

Rast celuloznega vlakna je povezana s počasnim, vendar neprekinjenim sestavljanjem gradnikov na nadmolekulski ravni. V naravnih celuloznih vlaknih obstaja neprekinjen prehod med skrajnima oblikama, urejeno in neurejeno strukturo. Združeni mikrofibrili tvorijo fibrilno strukturo nizke entropije, ker se združujejo, ko so še urejeni in preden dosežejo visoko entropijo, ki se kaže v večji ali manjši neurejenosti. Urejenost molekul označujemo s pojmom kristalinitet, ki ponazarja delež kristalinitetne oblike glede na celotno vlakno [slika 2].



Slika 2: Shematični prikaz dvofazne molekulske urejenosti znotraj mikrofibrila celuloze  
Figure 2: Schematic presentation of two-phase molecular orientations within the cellulose microfibril

Poenostavitev se uporablja v strukturnih modelih, ki so prikaz kvantitativnih rezultatov strukturnih preiskav. Za opazovanje so primerne raznolike fizikalne metode, kot so TEM, SEM ali presevna rastrska elektronska mikroskopija (TSEM). Popolnejša opredelitev kristalinitetne oblike snovi je mogoča predvsem z rentgenskimi metodami. S širokokotnim rentgenskim sipanjem (WAXS) so možne raziskave nanometrijske strukture, z ozkokotnim rentgenskim sipanjem (SAXS, SALS) pa raziskave mikrofibrilne in nadmolekulske strukture. Amorfnost oblike polimerov karakterizirajo širokopasovna jedrska magnetna resonanca (JMR), polarizirana fluorescenca in dinamična mehanska spektroskopija [8, 1].

### 3 STRUKTURNE LASTNOSTI PAPIRJA

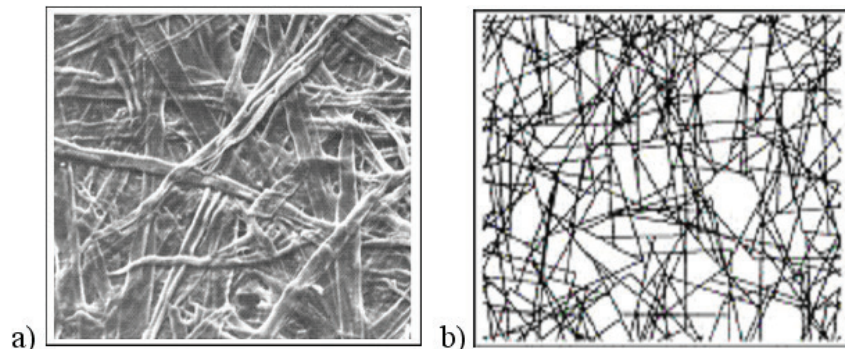
Papir je izjemno občutljiv in zapleten sistem zamreženja, ki ga opredeljujejo surovine za pripravo papirne snovi (vlakna, delci vlaken in polnil) in postopek izdelave na papirnem stroju. Vlakninske surovine, ki se v največji meri uporabljajo v proizvodnji papirja, kartona in lepenke, imenujemo primarne vlaknine. Vse vrste odpadnega papirja, ki se večkrat ponovno vračajo v postopek izdelave papirja, kartona in lepenke, tudi postopek recikliranja, imenujemo sekundarne vlaknine. Papirna industrija danes uporablja vlakna, ki jih pridobiva iz lesa in enoletnih rastlin. Les je naraven kompozitni material in fizi-

kalno-kemični kompleks celuloze, lignina, hemiceluloze in ekstraktivnih snovi. Vlakna v rastlinah in lesu niso homogena, ločijo se po strukturi in funkciji. S predelavo lesa in enoletnih rastlin po mehanskem, termomehanskem in kemičnem postopku dobimo različne vrste celuloznih vlaken, ki se uporabljajo za izdelavo različnih vrst papirja. Lesna vlakna vsebujejo okrog 40 do 50 % celuloze, 20 do 30 % lignina, 25 do 35 % hemiceluloze in 2 do 8 % ekstraktivnih snovi [4, 5].

Morfološke lastnosti celuloznih vlaken so zelo pomembne. Cilj papirničarja je, da pripravi vlaknine tako, da tvorijo čim večjo vezno površino med vlakni. Za medvlakensko povezavo je potrebna minimalna dolžina vlaken, ki je sorazmerna z utržno jakostjo papirja. Debelejša vlakna so primarna za voluminozen, absorptiven papir z nizko razpočno in natezno trdnostjo, vendar visoko raztržno odpornostjo. Zaradi fibrilne strukture celuloza slabo nabreka z vodo, zato je povezanost med vlakni slaba. Hemiceluloze zaradi nizke SP dobro navzemajo vodo in nabrekajo in so zato pomemben dejavnik pri oblikovanju vezi med vlakni. Jakost medvlakenskih vezi je odvisna od površinske kemije vlakna, vendar le na ravni nadmolekulske in mikroskopske strukture. Lastnosti mehanskih povezav med vlakni in delci vlaken (fine snovi) so odvisne od tehnološkega postopku izdelave papirja [1, 9, 10, 11].

Papir je naključna mrežna povezava celuloznih vlaken, kot je prikazano na sliki 3. Če je dolžina vlaken bistveno večja od debeline papirnega lista, poteka zamreženje v ravnini dvodimenzionalno, zato je dvodimenzionalna struktura značilna za vse lastnosti papirja in je pomembna tudi za tridimenzionalno porozno strukturo [10, 11].

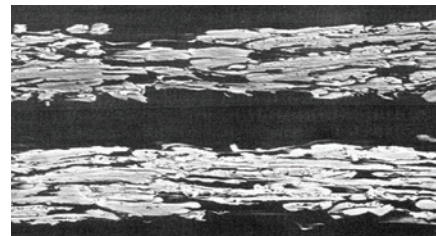
V enostavni dvodimenzionalni strukturi so vlakna linearna in konstantne dolžine, medtem ko je tridimenzionalna porozna struktura odvisna od debeline in sposobnosti preoblikovanja vlaken. V dvodimenzionalni strukturi so pore izključene, kar vpliva na neprosojnost (opaciteto) papirja, voluminoznost in togo strukturo,



Slika 3: a) mikroskopski posnetek površja papirja velikosti 1 mm<sup>2</sup>, b) dvodimenzionalna mreža prepletenih celuloznih vlaken, ki izključuje proste konce vlaken  
Figure 3: a) microscopic image of 1 mm<sup>2</sup> of paper surface, b) two-dimensional random cellulose fibre network approximation excluding free fibre ends

porazdelitev por pa opredeljuje pretok tekočine skozi list papirja [10, 11].

Uporaben koncept za vrednotenje naključnega dvodimenzionalnega sistema je nastanek plasti celuloznih vlaken, ki določa lastnosti dvodimenzionalne mreže, če so lastnosti vlaken nespremenjene, medtem ko število vlakninskih plasti izmerimo v prečnem prerezu papirnega lista. Povezana površina vlaken v plasti glede na celotno površino vlaken je relativna povezana površina (RPP). V tridimenzionalnem sistemu zamreženja je povečanje RPP pri naraščajoči osnovni masi omejeno s številom por. Pore neposredno opredeljujejo gostoto papirja in optične lastnosti, posredno prek RPP pa mehanske lastnosti in dimenzionalno stabilnost. Na stopnjo povezave vplivata organizacija mrežne povezave in sposobnost upogibanja vlaken, ki skupaj določata lastnosti papirja v Z-smeri. Na sliki 4 je prikazan primer porazdelitve por v papirnem listu v Z-smeri [9-11].



Slika 4: Prečni presek papirnega lista gramature 60 g/m<sup>2</sup> – vsebuje mesta z višjo in nižjo gramaturo na zgornji in spodnji strani papirja  
Figure 4: Cross-section of a 60 g/m<sup>2</sup> hand-sheet comparing regions of low and high basis weight (top and bottom)

Še danes s razpoložljivimi tehnikami merjenja ne moremo natančno določiti tridimenzionalne strukture (3D) papirja [9, 10, 11]. Med boljšimi je tehnika določanja 3D-strukture papirja z mikrotomografijo faznega kontrasta rentgenskih žarkov s slikovno analizo v kombinaciji z metodami modeliranja strukture papirja. Za karakterizacijo se uporabljajo številne mikroskopske metode, kot so: SEM (scanning electron microscopy),

EDS (energy dispersive x-ray spectroscopy), BSE (back scattering electron), SE (secondary electron image) in CLMS (confocal laser scanning microscopy) [8, 9-11].

### 4 ZAKLJUČEK – PAPIR IN PRIHODNOST

Papir ima veliko konkurenco v drugih materialih, predvsem na področju izdelave embalaže, ravno tako v računalniški opremi in zlasti v medijih, vendar ima pred njimi tudi prednosti. Papir je izdelan iz obnovljivih surovin in ga je mogoče po uporabi reciklirati. Postopki recikliranja različnih vrst papirja so dobro razviti, saj se danes v evropskem prostoru uporablja za proizvodnjo novih vrst papirja že več kot 70 odstotkov recikliranih vlaken. V razvitih deželah se zavedajo pomena tradicionalne industrije izdelave vlaknin in papirja, zato vlagajo velika sredstva za raziskave in razvoj na področju papirništva in interdisciplinarnih področij. V prihodnosti bo konkurenca med proizvodi potekala predvsem na osnovi kakovosti, izboljšanju ekoloških vplivov in znižanju porabe energije [1].

Na vsak proizvod iz papirja je treba gledati celostno, to je stalno zasledovati kakovost surovin, tehnološke razmere izdelave in vpliv končnega izdelka na okolje. »Eco-label« je evropski znak za kakovost okolja in je namenjen izdelkom splošne uporabnosti, med katere so vključeni tudi izdelki iz tissue-papirja za

higienske namene, časopisni, grafični in kopirni papirji [1, 12]. Uporaba EU ekološkega znaka pomeni nove možnosti za zaščito potrošnika v skupnem evropskem prostoru.

### 5 LITERATURA IN VIRI

- [1] ČERNIČ, M. Morfološke lastnosti vlaken in papirja, V: HUMAR, Miha (ur.), KRAIGHER, Hojka (ur.). Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica. 2009, str. 149–164.
- [2] KIVIRANTA, A., 2000. Paperboard grades. Chapter 2. (ed. H. Paulapuro), Book 18 in Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, Jyväskylä, Finland, 54–72.
- [3] RETULAINEN, E., NISKANEN, K. in NILSEN, N., 1998. Fiber and bonds. Chapter 2 (ed. Niskanen, K.), Book 16 in Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, Jyväskylä, Finland, 54–87.
- [4] HAKKILA, P., 1998. Structure and properties of woody biomass. Chapter 4 (ed. Kellomäki, S.), Book 2 in Papermaking Science and Technology, Fapet Oy, Jyväskylä, Finland, 116–185.
- [5] CASEY, J. P., 1988. Pulp and Paper; Chemistry and Chemical Technology, Volume I: Chapter 1-3. Cellulose and Hemicellulose, Lignin, New York, 1–152.
- [6] ALÉN, R., 2000. Structure and chemical composition of wood. Book 3 in Papermaking Science and Technology (ed. Stenius, P.), Fapet oy, Jyväskylä, Finland, 11–57.
- [7] WATHEN, R., 2006. Studies on fiber strength and its effect on paper properties. Dissertation. Helsinki University of Technology (Finland), KCL Communication, 97 str.



[8] BUKOŠEK, V., 1998. Mikrofibrilna narava vlaken-osnovne zakonitosti mikrofibrilne morfologije, Tekstilec 41, 7-8, 207-215; Pomen strukturnega modela v morfologiji vlaken, Tekstilec, 41, 5-6, 127–133.

[9] Handbook of Physical Testing of Paper, 2002, Chapter 14 (ed. Mark, R.E., Habeger, C.C. Jr., Borch, J., Lyne, M.B.), 2nd Ed., Revised and expanded, Marcel Dekker, NY, Vol. 1, 792 str.

[10] HOLMSTAD, R., ANTOINE, R. C., NYGARD, P., HELLE, T., 1999-2001. Quantification of the three-dimensional paper structure – methods and potential, COST E 11, 12 str.

[11] PAAVILAINEN, L., MARK, R. E., UESAKA, T., RETULAINEN, E., KELLER, D. S., NAITO, T., 2002. Part 3. Structural Parameters – Fibers, Bonds and Paper in: Handbook of Physical Testing of paper, Volume 1 (Ed. by Mark, R.E., Habeger, C.C., Borch, Jr., J., Lyne, M.B.), Marcel Dekker, Inc., New York-Base, 699–901.

[12] Europa. European Commission. Environment. Eco-label. Products group. Paper Product. 2017. Dostopno: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html>.

<sup>1</sup> dr. Marjeta Černič, univ. dipl. ing.,  
DITP Ljubljana  
e-pošta: meta.cernic@gmail.com

# TINEX

Tinex je vodilno trgovsko podjetje na področju ležajne, linearne, tesnilne in pogonske tehnike na trgih JV Evrope.

Odlikujejo nas strokovnost, kakovost, natančnost, inovativnost, predanost, celovitost ter prilagodljivost.

TINEX, d.o.o. | Poslovna cona B 20, 4208 Šenčur | SLO  
T: +386 (0)4 279 22 22 | E: [info@tinex.si](mailto:info@tinex.si) | [www.tinex.si](http://www.tinex.si) | Tinex





# KARAKTERIZACIJA VISKOELASTIČNIH LASTNOSTI PAPIRJA

## CHARACTERISATION OF VISCOELASTIC PROPERTIES OF PAPER

Klemen MOŽINA<sup>1</sup>, Stanislav PRAČEK<sup>1</sup>, Vilibald BUKOŠEK<sup>1</sup> in Marjeta ČERNIČ<sup>2</sup>

### IZVLEČEK

Viskoelastičnost je lastnost materiala, ki se na deformacijo odzove viskozno in elastično. Elastičnost je običajno posledica sposobnosti raztezanja medmolekulskih vezi vzdolž kristalinične strukture polimera, medtem ko je viskoznost posledica razpršenosti atomov ali molekul znotraj amorfne materiala. Oblike deformacij, zajete v viskoelastičnem odzivu polimerov na zunanjo obremenitev so opredeljene kot povratne oz. elastične deformacije, nepovratne oz. plastične deformacije, viskoelastično tečenje in metastabilno stanje. Obseg elastičnega odziva papirja na zunanjo deformacijo je v izrazito ozkem področju, nekje 0,4–0,6 %, kar nakazuje nezmožnost proučevanja zgolj v linearnem viskoelastičnem območju, tj. v območju deformacij manjšega reda in se je treba poslužiti nelinearne viskoelastičnosti oz. v področju deformacij večjega obsega napetosti. Obilica podatkov zahteva pri karakterizaciji viskoelastičnih lastnosti papirjev tako od proizvajalcev kot tudi od raziskovalcev uporabo novejših analitskih tehnik merjenja, med katerimi je na industrijskem nivoju najbolj razširjena metoda ultrazvočnega merjenja anizotropije papirja – TSO in na laboratorijskem, dinamična mehanska analiza – DMA.

Ključne besede: viskoelastičnost, papir, elastično, viskozno, plastično, TSO, DMA

### ABSTRACT

*Viscoelasticity is the property of a material, which responds to deformation as a viscous and as an elastic material. Elasticity is usually a consequence of the ability of intermolecular bonds to expand along the crystalline structure of a polymer, while viscosity is the result of scattered atoms or molecules within the amorphous stage of a polymer. Shapes of deformations captured in viscoelastic response of polymer to external load are defined as a reverse or elastic deformation, irreversible or plastic deformation, viscoelastic flow and metastable state. The area of the elastic response of paper to an external deformation is distinctly narrow, i.e. 0.4–0.6 per cent, which indicates its inability to be studied merely in the linear viscoelastic region, i.e. in the region of small-scale deformation, which is why it is necessary to implement nonlinear viscoelasticity, or in the area of extensive tension deformation. The abundance of information thus requires producers as well as researchers, when characterising viscoelastic properties of papers, to use modern analytical measuring methods. The most widely used among the aforementioned methods in industry is the method of ultrasonic anisotropy measurement in paper —TSO, and the dynamic mechanical analysis—DMA in laboratories.*

*Keywords: viscoelasticity, paper, elastic, viscous, plastic, TSO, DMA.*

## 1 UVOD

Viskoelastičnost je lastnost materiala, ki se na deformacijo odzove viskozno in elastično. Gre za časovno odvisen odziv materiala na zunanjo napetost. Elastičnost je običajno posledica sposobnosti raztezanja medmolekulskih vezi vzdolž kristalinične strukture polimera, medtem ko je viskoznost posledica razpršenosti atomov ali molekul znotraj amorfne materiala. Papirju navkljub vsemu vloženemu trudu ostaja ena lastnost, ki je do sedaj proizvajalcem še ni uspelo premakniti v območje elastične vrnitve. Razvoj tehnologije proizvodnje tako celuloznih vlaknin kot tudi papirja se je vse od iznajdbe parnega stroja konstantno spreminjal. Danes se dosega proizvodne hitrosti več kot 2.200 m/min, širine papirnega traku do 10 m, z vključenim premaznim agregatom. Uporaba izključno celuloznih vlaken, ki se v strukturi papirja povezujejo z vodikovimi vezmi, mu onemogoča širok razpon elastičnega in tudi viskoelastičnega odziva na zunanje deformacije. Razvoj novodobnih naravnih polimernih materialov se bo v prihodnje, na račun izboljšanja viskoelastičnih lastnosti, moral razširiti bodisi na vključitev kemijsko obdelanih naravnih celuloznih vla-

ken bodisi na vključitev sintetičnih biorazgradljivih polimernih vlaknin [1].

## 2 VISKOELASTIČNE LASTNOSTI POLIMERNIH MATERIALOV

### 2.1 OBLIKE DEFORMACIJE

Obstajajo različne oblike deformacij polimernih materialov in sicer povratna oz. elastična deformacija, nepovratna ali plastična deformacija, viskoelastično tečenje in metastabilno stanje.

*Povratna oz. elastična deformacija* izvira iz deformacije primarnih valenčnih vezi, spremembe njihovega kota in podaljška raznovrstnih sekundarnih kemičnih vezi. Pri obremenitvi se elastična deformacija pojavi nenadoma. Elastični modul je po definiciji razmerje med vneseno napetostjo in nenadnim elastičnim odzivom, kar pa je v praksi težko natančno izmeriti v tako kratkem času. Celotni elastični modul je opredeljen z doprinosom posameznih mehanizmov deformacij, in ker je sekundarne kemične vezi lažje deformirati od primarnih valenčnih

vezi, bo elastični modul najnižji pri materialu z največjim številom sekundarnih vezi na prostornino. Na splošno je sprememba makromolekulske konformacije stalni proces, ki je termodinamsko opredeljen izključno kot sprememba entropije [2].

*Nepovratna deformacija* je definirana kot tisti del celotne deformacije, ki se po odstranitvi napetosti nikoli ne povrne. Zazna se jo v obliki spremembe dolžine ali geometrijske oblike materiala [2].

Pojem *viskoelastičnega tečenja* se uporablja pri opisu odziva polimernega materiala na vneseno napetost, ki presega območje elastičnosti. Izraz se običajno uporablja za dejanske, trajne deformacije in izhaja iz premika molekul v amorfni območjih polimera. Viskoelastično tečenje je tako omejeno na polimere, pri katerih je celotna makromolekulska veriga izključno v amornem območju polimera [2].

*Metastabilno stanje* – polimeri, v katerih je visoka težnja k vzpostavljanju inter- in intramolekulskih povezav, kot je to primer pri celulozi in njenih kemijskih izpeljankah in se obravnavajo kot polimeri, ki niso nagnjeni k »zamrznjeni« konformaciji. Kombinacija

različnih sprememb v kristaliničnosti in konformaciji pripelje v nepovratno deformacijo, ki pa izvira iz metastabilnega stanja [2].

### 2.2 LINEARNA IN NELINEARNA VISKOELASTIČNOST

Krivulja napetosti-raztezka papirja je opredeljena z začetnim linearnim in nadaljnjim nelinearnim območjem. Prehod linearnega v nelinearno območje viskoelastičnega odziva na napetost poteka relativno zvezno, kar oteži določevanje točke tečenja. Nelinearni del krivulje se natančno modelira s hiperbolično funkcijo [3]. Za proučevanje viskoelastičnih lastnosti papirjev je bila v preteklosti predlagana uporaba večasnega modela odziva plastike na zunanje deformacije, pri čemer so bili uporabljeni tako linearni [4] kot nelinearni [5] modeli opisovanja viskoelastičnega odziva papirja na zunanje deformacije. Pri analizi utrga papirja so največkrat uporabljali klasične mehanske modele, v osnovi razvite za proučevanje sintetičnih polimerov. Uporabljali so jih tudi pri simulaciji viskoelastičnega odziva papirja, ki je prešel skozi kalandar [6] in tiskarski stroj [7].

*Linearna viskoelastičnost je uporabna zgolj za deformacije manjšega reda.* Matematična struktura teorije linearne viskoelastičnosti je bila vpeljana pred več kot 60 leti. Reološko obnašanje polimerov se v veliki meri kaže v linearni viskoelastičnosti, saj natančno odraža razpon časa relaksacije in je posledično močno odvisno od molekulske strukture polimera.

*Nelinearna viskoelastičnost je uporabna za deformacije večjega obsega napetosti.* Čeprav je teorija linearne viskoelastičnosti pri modeliranju časovno odvisnega vedenja mnogih polimernih materialov precej uveljavljena, jih večina izkazuje nelinearno viskoelastičnost. Zaradi zapletenosti n-ternih integralov se v teorijah mehanike polimerov pogosteje uporabi kar enojni integral. Scharpejev model opisovanja nelinearne viskoelastičnosti izkoristi enako strukturo, kot jo ima linearni integralni model. Številni nelinearni viskoelastični modeli, kot sta Leadermanov [8] ter model Knauss-Emri [9], so lahko pojasnjeni kot posebna oblika Scharpejevega modela, ki je za nelinearni viskoelastični model leženja  $\varepsilon(t)$  in relaksacije napetosti  $\sigma(t)$  zapisan z enačbama 1 in 2:

$$\varepsilon(t) = g_0 D_0 \sigma(t) + g_1 \int_0^t \Delta D(\Psi(t) - \Psi(\tau)) \frac{d}{d\tau} (g_2 \sigma(\tau)) d\tau \quad (1)$$

$$\sigma(t) = h_0 E_\infty \varepsilon(t) + h_1 \int_0^t \Delta E(P(t) - P(\tau)) \frac{d}{d\tau} (h_2 \varepsilon(\tau)) d\tau \quad (2)$$

pri čemer sta skrajšana časa leženja (enačba 3) in relaksacije napetosti (enačba 4) definirana kot:

$$\Psi(t) = \int_0^t \frac{dt'}{a_\sigma(\sigma(t'))} \quad (3)$$

$$P(t) = \int_0^t \frac{dt'}{a_\varepsilon(\varepsilon(t'))} \quad (4)$$

Scharpejev model, ki je osnovan na uporabi enojnega integrala za opis nelinearne viskoelastičnosti, uporablja funkcije, kot so  $h_1(\sigma)$ ,  $a_\sigma(\sigma)$  in  $g_1(\sigma)$ , za določitev nelinearnega odziva materiala na obremenitev. Moduli  $E$  so bili vzporedno razdeljeni v dva dela, tj.  $E_\infty = E(\infty)$ , ki predstavlja vrednost ravnovesja modula, in  $\Delta E(t) = E(t) - E_\infty$ , ki predstavlja začasno komponento modula.  $D_0 = D(0)$  je začetna vrednost voljnosti materiala, medtem ko je  $\Delta D(t) = D(t) - D_0$  prehodna komponenta voljnosti polimera. Ko se parametri nelinearne viskoelastičnosti približajo vrednosti 1, se nelinearni model pretvori v linearnega [1].

### 3 VISKOELASTIČNE LASTNOSTI PAPIRJA

Papir je material, na katerega običajno ne pomislimo, ko izbiramo material, ki bi vzdržal znatne zunanje mehanske sile, tj. utrg in raztezek. Ker je narava makromolekulske zasnove celuloze takšna, kot je, ni prav nič presenetljivo, da se je za opisovanje metodologije razvoja opredeljevanja karakteristik medmolekulskih sprememb razvilo nemajhno število metod. Dodson [10] je že leta 1970 z uporabo IR-metode dokazal, da je večina prisotnih hidroksilnih skupin v celuloznih vlaknih povezana z vodikovimi vezmi. Posledično ostane relativno malo prostih hidroksilnih skupin, ki bi sodelovale pri intermolekulskem povezovanju med postopkom tvorbe vlakninske mreže. V nasprotju z elastičnim odzivom na zunanjo obremenitev v odvisnosti od frekventnosti vnesene napetosti pa se v vlakninski mreži pojavi nepovratna plastična deformacija, ki jo v primeru uporabe metode dinamične mehanske analize (DMA), zabeležimo kot mikroskopske »razpoke« vlakninskega skupka in kot oddano energijo oz. kot modul mehanskih izgub  $E''$ .

Natezna odpornost papirja je odvisna od številnih dejavnikov, kot so povprečna »nosilnost« vlaken, število vlaken, vključenih pri prenosu sil in enakomerno obremenjevanje preizkušanca po celotni površini. Če na papir gledamo s stališča mehanike polimerov, spada med viskoelastične materiale. Brez poznavanja in hkratnega upoštevanja vpliva vlage na mehanske obremenitve in strukturo papirja ni mogoče opisati odziva papirja na zunanje obremenitve. Stopnja strukturnih sprememb določa zaznano stopnjo deformacije. Pri pojavu deformacije se struktura vzorca spremeni v skladu s spremembo mehanskih lastnosti. Sočasno se lahko



pojavi več medsebojno povezanih mehanizmov odziva na zunanje obremenitve. Zgolj mehanski preizkus ne poda zadostnih informacij pri oblikovanju različnih mehanizmov odziva, saj je celotni odziv na deformacijo običajno razdeljen v tri skupine: takojšnja elastično, zapozneno elastično in nepovratno plastično deformacijo. Ker je papirni trak zelo tanek in ker so širine papirnih strojev med 4 in 8 m, pri čemer med transportom v precejšnjem delu papirni trak mehansko ni »podprt«, je viskoelastičnost papirja ena izmed ključnih lastnosti, ki opredeljuje in omejuje proizvodne parametre. Ob primerjavi različnih viskoelastičnih teoretičnih modelov se je v primeru papirja izkazalo, da se teorija linearne viskoelastičnosti zelo dobro približa časovno in hitrostno odvisnim spremenljivkam, tj. znotraj okvirjev dejanskih napetosti papirja [1, 11]. V preglednici 1 so predstavljeni elastični parametri [1].

Pogosto pri interpretaciji viskoelastičnih odzivov papirja na zunanje deformacije ni jasne ločnice, ali so predstavljeni podatki rezultat eksperimentalno izmerjene vrednosti ali teoretično postavljenih hipotez raziskovalnega problema. Težava izvira iz teoretičnih razlag mehanskega obnašanja papirja in splošnih mehanizmov odziva na zunanjo napetost. Po navedbah Gibbona [12] je treba papir obravnavati kot bolj ali manj odprto mrežo celuloznih vlaken, pri čemer ne gre pričakovati, da bodo sledili uveljavljenim elastičnim zakonitostim. Van den Akker [13] je predpostavil, da je odziv papirja na napetost načeloma odziv posameznih celuloznih vlaken ob ustrezni razporeditvi napetosti po celotnem listu papirja.

### 3.1 VPLIV STRUKTURE NA MEHANSKI ODZIV

Mehansko obremenjevanje papirja učinkuje na kombinacijo elastičnih in viskoelastičnih odzivov. Za proučevanje navedenih odzivov je bilo razvitih kar nekaj mehanskih modelov (Maxwellov, Voigt-Kelvin, Hookov, Newtonov, SLS, Burgerjev), ki bi karseda natančno opisali obnašanje elastičnih, viskoelastičnih in plastičnih materialov pod obremenitvijo. Odziv polimernega materiala na vzbujeno nihanje je najlažje pojasniti z molekulskega vidika, pri čemer je osnovna spremenljivka pri opisovanju vzbujenega nihanja čas. Makromolekule se med deformacijo nenehno spreminjajo, tj. reorganizirajo in prilagajajo energijsko najugodnejšemu položaju. Vse skupaj se odvija na krajših

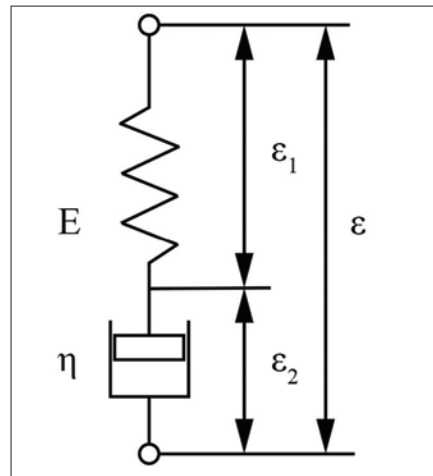
Preglednica 1: Eksperimentalno izmerjene vrednosti elastičnih parametrov različnih vrst papirjev, pri čemer sta  $E_1$  in  $E_2$  Youngova modula elastičnosti v smereh MD in CD,  $G_{12}$  je »notranji« strižni modul in  $G$  je gramatura papirja. *Table 1: Experimentally measured values of elastic parameters of variety paper types, whereby  $E_1$  and  $E_2$  are Young's modulus of elasticity in MD and CD,  $G_{12}$  is "inner" shear modulus and  $G$  is the grammage of paper.*

|                         | Nizkogramski papirji | Kopirni papirji | Emblažni papirji |
|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| $E_{MD}$ [MPa]          | 8.790                | 6.820           | 7.320            |
| $E_{CD}$ [MPa]          | 2.740                | 3.160           | 2.680            |
| $G_{12}$ [MPa]          | 1.600                | 1.950           | 1.890            |
| $G$ [g/m <sup>2</sup> ] | 60,0                 | /               | /                |

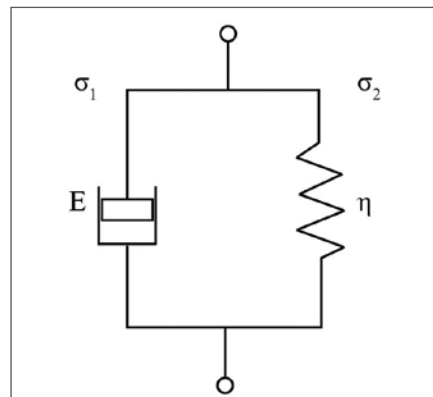


razdaljah, pri čemer celotni seštevek vseh premikov na krajših razdaljah predstavlja vpliv na celotno makromolekulo. Stranske skupine prosto nihajo ali se zvijajo znotraj prostega volumna, vse dokler ne pridejo pod vpliv prostorske oviranosti sosednjih funkcionalnih skupin. Raztezke, kot odziv na vneseno napetost, se tako postopoma zmanjšuje in dinamični elastični modul  $E'$  posledično naraste z 1 GPa (gumasto telo) na skoraj 10 GPa (steklasto telo). Modul mehanskih izgub  $E''$  je vrednost izgube energije v viskoznem sistemu, kar privede do visokih izgub energije in modulov. Polimeri, ki nimajo prepletenih in medmolekulske povezanih makromolekul, izkazujejo stanje nizke viskoznosti. Višja ko je v polimeru stopnja kristaliničnosti, višji bodo izmerjeni moduli [1, 16]. Za lažje razumevanje dinamike odzivov na deformacije v viskoelastičnih materialih je treba vpeljati pojem faznih razlik oz. sposobnost dušenja  $\tan\delta$ , ki je zelo uporaben kazalnik prisotnosti, položaja in relativne razsežnosti makromolekulskih premikov v polimeru. Kot je pričakovati, sta razmerje med viskoznostjo in togostjo posameznega sestavnega dela polimera in sposobnost dušenja  $\tan\delta$  vzajemno povezana [14].

### 3.2 KARAKTERIZACIJA VISKOELASTIČNOSTNIH LASTNOSTI PAPIRJA



Slika 1: Voigt-Kelvinov model.  
Figure 1: Kelvin-Voigt model.



Slika 2: Maxwellov model.  
Figure 2: Maxwell model.

Pojem viskoelastičnosti izvira iz kombinacije elastične in viskozne značilnosti polimernega materiala. Najpogostejši način predstavitev viskoelastičnega obnašanja je z modeli dveh elementov, nanizanih vzporedno razporejenih elastičnih in viskoznih elementov (Voigt-Kelvinov model, slika 1) ali zaporedna razporeditev elementov (Maxwellov model, slika 2) [1].

Papir je ploskovni porozni material, sestavljen pretežno iz prepleta rastlinskih vlaken. Mehanska odpornost papirja je primarno osnovana na vodikovih in Van der Waalsovih vezeh pri oblikovanju papirnege lista. Strojno izdelani papirji izkazujejo visoko stopnjo anizotropije, kjer se vlakna usmerijo pretežno v vzdolžno smer teka papirnega stroja in nimajo večje težnje po usmeritvi v smer Z [1]. Viskoelastičnost je lastnost, ki jo je pri vlaknotvornih polimerih mogoče pojasniti z relaksacijskimi pojavi, pri katerih molekule prehajajo v stanje termodinamičnega ravnotežja. Prehod v ravnotežno stanje je rezultat najrazličnejših načinov molekulskih premikov, ki jim ustreza širok spekter relaksacijskih časov. S spreminjanjem temperature se viskoelastične lastnosti spreminjajo v odvisnosti od intenzivnosti relaksacijskih pojavov in načinov molekulskih premeščanj. Slediti jim je mogoče s temperaturno odvisno količino, ki opredeljuje dinamično mehanske lastnosti, kot so dinamični elastični modul  $E'$ , modul mehanskih izgub  $E''$  in modul faznih razlik  $\tan\delta$  [15].

Makromolekulska narava celuloznih vlaken omogoča proučevanje papirja z metodami, ki opisujejo lastnosti vlaknotvornih polimerov, in sicer z ultrazvočnim merjenjem anizotropije papirja  $TSO$  in mehanskim dinamičnim analizatorjem  $DMA\ Q800$ .

Ultrazvočno merjenje anizotropije papirja –  $TSO$

$TSO$  ima ključno vlogo pri vrednotenju tiskarske prehodnosti. Indeks natezne odpornosti,  $TSI$ , ki je pogojen z modulom elastičnosti in hitrostjo širjenja zvočnega impulza, lahko zapišemo z enačbo 5.

$$TSI = c \times v^2; [kNm/g] \quad (5)$$

kjer so:

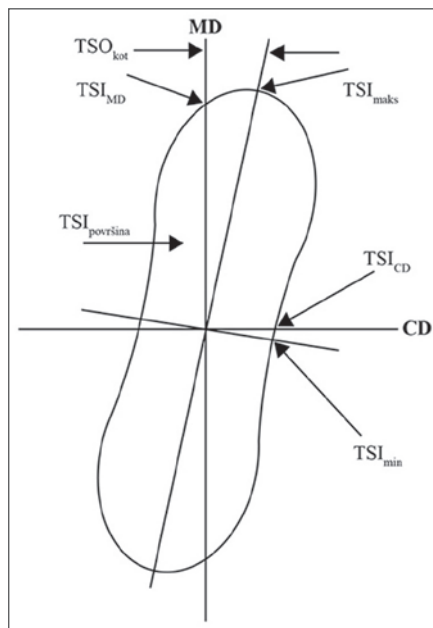
$TSI$  – indeks natezne odpornosti [ $kNm/g$ ],  
 $c$  – konstanta, ki običajno znaša 1 [ $J$ ] in  
 $v$  – hitrost širjenja zvočnega impulza [ $km/s$ ].

Razmerje med elastičnim modulom in indeksom natezne odpornosti je podan z enačbo 6.

$$TSI = \sigma \times TSI; [MPa] \quad (6)$$

kjer sta:

$E$  – elastični modul [ $MPa$ ] in  
 $\sigma$  – gostota papirja [ $kg/m^3$ ].



Slika 3: TSO lastnosti anizotropije papirja  
Figure 3: TSO properties of paper anisotropy

#### Dinamična mehanska analiza, DMA

Meritve DMA viskoelastičnih lastnosti uporablja dinamično oscilacijski test, kjer se material vzbuja s sinusoidno spreminjajočo se napetostjo in se meri deformacija. Ker so materiali viskoelastični, prihaja do faznih razlik vzbujevalnega in odzivnega nihanja. Za popolnoma elastične materiale je fazna razlika  $0^\circ$  in za popolnoma viskozne  $90^\circ$ . Dinamični elastični modul  $E'$ , ki je v fazi z vzbujevalno napetostjo, predstavlja realno elastično, medtem ko modul mehanskih izgub  $E''$  predstavlja imaginarni del in opisuje razsipno toplotno energijo ali viskozno naravo materiala. Razmerje med dinamičnim elastičnim modulom  $E'$  in modulom mehanskih izgub  $E''$  poda uporabno količino, t. i. faktor mehanskega dušenja  $\tan\delta$ , ki je merilo razsipne deformacijske energije. Višja ko je vrednost mehanskega dušenja  $\tan\delta$ , bolj izrazito ima polimerni material neelastično deformacijsko oz. viskozno komponento, in obratno [1, 15].



Slika 4: Dinamična mehanska analiza, DMA.  
Figure 4: Dynamic mechanical analysis—DMA.

Metoda DMA nam poda informacije o viskoelastičnih lastnostih, ki neposredno vplivajo na obnašanje materiala pod vplivom zunanje deformacije. Poleg tega DMA poda tudi podatke o primarnih, sekundarnih in terciarnih viskoelastičnih prehodih. Viskoelastični odziv veziva ene ključnih sestavin premazne mešanice ima pomembno vlogo pri odzivu premazanih papirjev na njegovo deformacijo. Viskoelastične lastnosti papirjev, premazanih s premazom, ki ima v svoji sestavi kot vezivo vključen lateks, lahko izboljšajo togost in odzivnost papirja na mehansko intenzivno dodelavno stopnjo [1].

#### 4 SKLEP

Ovrednotenje viskoelastičnih lastnosti papirjev je poglavje raziskav, ki je zaradi zapletenosti heterogene strukture preiskovanega materiala izrazito slabo pokrita. Odziv papirja na zunanje obremenitve in njegova deformacija sta primarno pogojena z uporabo osnovnega gradnika, njenega izvora (primarna ali/sekundarna), deleža vlaknin in polnil ter preostalih pomožnih sredstev, tehnologije izdelave in dodelave. Poznavanje meje elastičnosti je skupno vsem preiskavam polimernih materialov, saj pogojuje njegovo uporabnost. Zniževanje vlaknin in poviševanje deleža polnil je vrsto let predstavljalo izziv proizvajalcem papirjev. S tem so se resda zniževali stroški proizvodnje, ob sočasnem ohranjanju gramature papirja, vendar slednje se je kmalu izkazalo za nedobičkonosno, ker se je povečalo število reklamacij. Ker je celuloze v omejenem

obsegu, je vedno več poudarka na uporabi sekundarnih vlaken. Vprašanje, kje je razumna meja med uporabo primarne in sekundarne celulozne vlaknine, je v zadnjih letih znova sprožilo zanimanje raziskovalcev po proučevanju viskoelastičnih lastnosti papirjev.

#### 5 LITERATURA IN VIRI

- [1] MOŽINA, K. Viskoelastične lastnosti grafičnih papirjev: doktorska disertacija. Ljubljana, 2017, str. 28–48.
- [2] BREZINSKI, J. P. A study of the viscoelastic properties of paper by means of tensile creep tests : doktorska disertacija. Appleton, Wisconsin, ZDA, 1955, 247 str.
- [3] CASTRO, J. in OSTOJA-STARZEWSKI, M. Elasto-plasticity of paper. International Journal of Plasticity, 2003, vol. 19, no. 12, str. 2083–2098.
- [4] MÄKELÄ P. in ÖSTLUND, S. Orthotropic elastic-plastic material model from paper materials. International Journal of Solids and Structures, 2003, vol. 40, no. 21, str. 5599–5620.
- [5] HARRYSSON, A. in RISTINMAA, M. Large strain elasto-plastic model of paper and corrugated board. International Journal of Solids and Structures, 2008, vol. 45, no. 11, str. 3334–3352.
- [6] RODAL, J. J. A. Paper deformation in a calendering nip. TAPPI Journal, 1993, vol. 76, no. 12, str. 63–74.
- [7] WIBERG, A. Rolling contact of a paper web between layered cylinders with implications to offset printing : diplomsko delo. Stockholm, Švedska, 1999, 90 str.
- [8] LEADERMAN, H. Large longitudinal retarded elastic deformation of rubberlike



network polymers. Transactions of the Society of Rheology, 1962, vol. 6, no. 1, str. 361–382.

[9] KNAUSS, W. G. in EMRI, I. Non-linear viscoelasticity based on free volume consideration. Computers and Structures, 1981, vol. 13, no. 1–3, str. 123–128.

[10] DODSON, C. T. J. The nature of bonds in paper and the behaviour of paper under mechanical strain. Report on Progress in Physics, 1970, vol. 33, no. 1, str. 1–43.

[11] SORVARI, J., KOUKO, K., MALINEN, M. in HÄMÄLÄINEN, J. Paper as a viscoelastic material: comparison between different theories. V Proceedings of 61st Appita Annual Conference and Exhibition. Appita Inc., Gold Coast, Avstralija, 2007, str. 389–396.

[12] GIBBON, S. K. Stress/Strain Curves of Paper. V Proceedings of Technology Sector. Paper Makers' Association of Great Britain and Ireland, 1944, vol. 25, str. 199–210.

[13] VAN den AKKER, J. A. The elastic and rheological properties of papermaking fibers—some of the problems to be met in developing an analytical approach to the subject. TAPPI Journal, 1950, vol. 33, no. 8, str. 398–402.

[14] TERZOPOULOS, D. in FLEISCHER, K. Modeling inelastic deformation: Viscoelasticity, plasticity, fracture. Computer Graphics, 1988, vol. 22, no. 4, str. 269–278.

[15] BUKOŠEK, V. Q800 Dynamic Mechanical Analyzer, TA Instruments, USA, Delaware – interno gradivo. Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Ljubljana, 2017, 1 str.

<sup>1</sup> dr. Klemen Možina,  
<sup>1</sup> izr. prof. dr. Stanislav Praček,  
<sup>1</sup> prof. dr. Vilbald Bukošek, UL, NTF <sup>2</sup>,  
dr. Marjeta Čerňič, DITP Ljubljana

## Effective environmental disinfection and oxidation of the two products BELOX® and PERSAN-S®

Applied sciences in daily life

#### Hydrogen Peroxide (BELOX®) and Peracetic Acid (PERSAN-S®) in ecology:

- Oxidation and disinfection of wastewater in the primary, secondary and tertiary level
- Disinfection of solid waste
- Reduction of unpleasant smell of waste water and gas
- Reduction of cyanides, sulfides, NOx, chlorinated hydrocarbons, formaldehyde, etc.
- Reduction of COD and BOD

The advantage of Belox and Persan-S is that they decompose to oxygen and water and acetic acid, which is biodegradable. It is important that the mentioned products do not accumulate in the environment and do not increase the AOX.

#### Other areas of application of BELOX® and PERSAN-S® are:

- For aseptic packaging of food and beverages
- Disinfection - disinfection in medicine, pharmacy and veterinary medicine
- Detergents with a disinfecting effect
- Bleaching and disinfection of fiber (cotton, waste paper, pulp and wood fibers)
- Laundry



**Belinka Perkemija**, d.o.o.,  
Zasavska cesta 95, Ljubljana  
perkemija@belinka.si, www.belinka.si/perkemija  
A member of the European Helios Group.



# POVZETKI IZ TUJE STROKOVNE LITERATURE

## ABSTRACTS FROM FOREIGN EXPERT LITERATURE

### Raziskave iz tujine

#### Melasa kot novo pomožno sredstvo v papirništvu

#### Molasses as a new additive in papermaking

Tamer, Y.A.: Professional Papermaking 14 (2017) 1: 26–29

Melasa in bagasa (odpadki sladkornega trsa) sta najpomembnejša stranska produkta pri proizvodnji sladkorja. Bagasa je tudi pomemben kmetijski ostanek, ki se ga da predelati v celulozno pulpo. Raziskave so pokazale, da dodatek melase v bagasino vlaknino brez dodatka in z dodatkom kaolina pozitivno vpliva na mehansko jakost papirja. Povečata se utržna dolžina in WRV vrednost v primerjavi s papirjem brez dodatka melase. Z dodatkom slednje preprečimo poslabšanje mehanske jakosti zaradi dodatka anorganskih polnil, npr. kaolina.



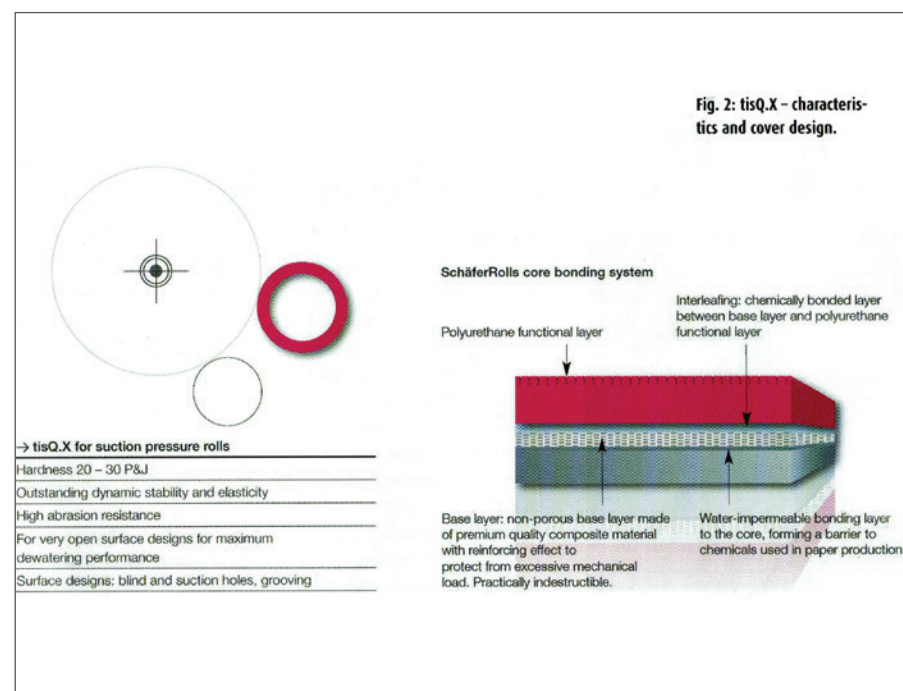
Slika 1. Zdrobljena bagasa sladkornega trsa po stiskanju (sl. na strani 28)  
Figure 1. Chopped sugar cane bagasse after squeezing

#### tisQ.X tehnologija oplaščenja valjev v središču pozornosti – izboljšanje učinkovitosti tissue papirnega stroja

#### tisQ.X roll cover technology in the centre of attention—performance improvement with tissue machines

Bellaire, T.: Professional Papermaking 14 (2017) 1: 18–20

Sušenje tissue papirnega traku s pomočjo vročih valjev Yankee je energetsko zelo intenziven proces. Zaradi nenehnega zviševanja cen energije je smotno znižati energetsko porabo z optimiranjem procesa mehanskega odvodnjavanja. Proizvajalci tissue papirja lahko neposredno vplivajo na znižanje potrošnje tako, da povečajo vsebnost suhe snovi pri procesu odvodnjavanja, kar neposredno vpliva na učinkovitost celega stroja. Z vgradnjo tisQ.X oplaščenih valjev (namesto gumijastih) na sesalnih stiskalnicah tissue papirnega stroja, se je povečala vsebnost suhe snovi za 1 %, torej z 42 % na 43 %. Pri novi tehnologiji oplaščenja gre za uporabo poliuretanskega materiala, ki ima visoko kapaciteto navzemanja vode, optimalni površinski dizajn z utori in veliko stično površino ter je odporen proti abraziji in temperaturnim spremembam, kar vse omogoča znaten prihranek energije v proizvodnji tissue papirja.



Slika 2. tisQ.X – lastnosti in struktura površine (sl. na strani 19 Fig.2)  
Figure 2. tisQ.X—characteristics and surface structure

Janja Zule,  
Inštitut za celulozo in papir



## Mehkoba in svežina, za vas in vašo kopalnico

Izdelki Paloma Deluxe bodo v vašo vsakdanjo rutino vnesli novo mehko, zanesljivost in svežino.

- izjemna mehko in zanesljivost trislojnega papirja
- odtisnjeni barvni dekorativni vzorčki
- odišavljen tulec za še več svežine v vaši kopalnici
- dermatološko testirano
- priročno družinsko pakiranje Paloma Deluxe Green Tea 16/1



Enostavno odpiranje in priročna vrečka npr. za koš s higienskimi odpadki

PERFUMED



# BELL

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

OD 1989

SLEDIMO VAŠIM CILJEM

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



NOVO!

**Stromag**  
— safety in motion —

**SIME Brakes**

ThyssenKrupp AUTHORIZED VOLVO PENTA SERVICE

ThyssenKrupp Rothe Erde

**Mobil** SPLETNA TRGOVINA  
WWW.MOTORNA-OLJA-MOBIL.SI

**EagleBurgmann**



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)

FAG TIMKEN EagleBurgmann Sime optibelt KTR DICTOMATIK Wefapress Simson WIPPERMANN Autogard perma HIWIN

# DS Smith



**Melamin**

# Kot pika na i

Z našim znanjem za kvaliteto vaših izdelkov

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

Inovativnost – ko povsem običajne stvari porodijo prave ideje.

[www.dssmith.com](http://www.dssmith.com)

# Odgovor leži prav tu.

## Dobra kemija ni nujno tudi zapletena.

Večkrat je vse, kar potrebujemo, pogovor. V tesnem sodelovanju z vami, analiziramo kemijske procese in obvladujemo izzive kemije voda. Povezovanje pravih tehnologij, nam omogoča doseganje zastavljenih ciljev.

Doživite moč sodelovanja s **solenis.com**

