

PAPIR

JESEN | 34 | LIII

REVILJA SLOVENSKE
PAPIRNE IN PAPIRNO
PREDELOVALNE INDUSTRIJE

*Magazine of the
Slovenian Paper and Paper
Converting Industry*

Na krilih sprememb

**Employer branding –
ni kadrovsko, temveč
strateško vprašanje**

**Pogled energetikov
na papirno industrijo**

Papirniška šola 2025/2026



O PAPIRNI PANOGI / ABOUT PAPER INDUSTRY

Papir, ki se pod težo sprememb ne pretrga	1
<i>Paper that does not break under the weight of change</i>	2
Papirna industrija deli usodo drugih energetsko intenzivnih industrij / <i>Paper industry faces the same fate as other energy-intensive industries</i>	3
Women4PaperIndustry – ženske v središču papirne industrije / <i>Women4PaperIndustry—women at the heart of the paper industry</i>	4
Na krilih sprememb / <i>Gregor Kosi and Lucija Sajevec: On the Wings of Change</i>	5
Employer branding: Papir ima spomin – tako kot ljudje / <i>Employer branding: Paper has memory—just like people</i>	7
Trajnostnost in razogljčenje naj ostaneta prednostni nalogi / <i>Sustainability and decarbonisation should remain priorities</i>	8
Digitalizacija z »roko v roki« s papirjem / <i>Digitalisation hand in hand with paper</i>	11
PPWR kot priložnost za preobrazbo papirne in embalažne industrije / <i>PPWR as an opportunity to transform the paper and packaging industry</i>	12
Strokovna ekskurzija DITP 2025 / <i>DITP excursion 2025</i>	13
Grafična preobrazba naslovnice revije Papir, kot jo vidijo magistrski študentje grafičnih in interaktivnih komunikacij / <i>Visual transformation of the cover of the Papir magazine as seen by master's students of graphic and interactive communications</i>	14
Sodelovanje med 4evergreen in Inštitutom za celulozo in papir / <i>Collaboration between 4evergreen and the Pulp and Paper Institute</i>	16
Papirniška šola 2025 / 2026 / <i>Papermaking School 2025/2026</i>	18

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

Investicija v nov vakuumski sistem turbo blowerjem / <i>Investment in a new vacuum system with a turbo blower</i>	20
Paloma – prejemnica priznanja Trajnostno naravnana tovarna 2024 / <i>Paloma—recipient of the Sustainable Factory 2024 award</i>	22
Objavljeno B&B trajnostno poročilo za leto 2024 / <i>Issued B&B Sustainability Report 2024</i>	23
Planšete – nova dimenzija zaščite papirja / <i>Planchettes—a new dimension of paper protection</i>	24
Muflon na največjem svetovnem sejmu Label Expo Europe 2025 in z novostmi na Konici Minoliti / <i>Muflon at the world's largest trade fair, i.e. Label Expo Europe 2025, and with new products at Konica Minolta</i>	25
V podjetju Calcit ponosni na novi Raziskovalno-razvojni center v Stahovici / <i>Calcit Proud of New R&D Center in Stahovica</i>	26
4. mednarodna konferenca o krožni embalaži / <i>4th International Circular Packaging Conference</i>	28
Inštitut za celulozo in papir vnovič dejaven na dogodku Vsi vidiki embalaže / <i>Active Contribution of the Pulp and Paper Institute at the All Aspects of Packaging Event</i>	29

RAZISKAVE IN RAZVOJ / RESEARCH AND DEVELOPMENT

Izbrani pravni vidiki embalaže v krožnem gospodarstvu / <i>Selected legal aspects of packaging in the circular economy</i>	30
Optimizacija postopka hidrotermične razgradnje odpadnih olupkov ananasa / <i>Optimisation of the hydrothermal decomposition of pineapple peel waste</i>	34
Primerjava izdelave kakovostnih odtisov na papirjih izdelanih iz konvencionalnih lesnih vlaken in vlaken enoletnih tujerodnih rastlin / <i>Comparison of the production of high-quality prints on paper made from conventional wood fibers and fibers from annual alien plants</i>	38
Vpliv optičnih lastnosti papirja na določanje ravnovesja beline fotografij / <i>Influence of paper optics on white balance determination in photographs</i>	39
10 izzivov, s katerimi se soočajo proizvajalci celuloze in papirja v letu 2025 / <i>Ten challenges the pulp and paper sector is facing in 2025</i>	44



Foto / Photo: Unsplash

Tokratno naslovnico revije Papir je oblikoval magistrski študent Lovro Frece, ki je s svojim svežim pogledom in občutkom za preprostost, red in materialnost ujel bistvo sodobne papirne industrije ter pokazal, kako lahko mladi ustvarjalci na novo osmislijo tradicijo. Zanimiv je njegov poudarek in poseg v napis »Papir«, ki se snovalcem zdi pomembna stalnica, on pa je le tega preoblikoval s poudarkom na distinktivnem elementu formata A, ki je pomembna značilnost in klasika uporabe v Evropi in drugje po svetu, ni pa v uporabi v ZDA... Podrobneje v članku na strani 14.

KOLOFON / COLOPHON:

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*

Gospodarska
zbornica
Slovenije

DITP



Uredništvo revije / Editorial board

Glavni urednik / *Editor in chief:* Marko Jagodič

Odgovorna urednica / *Executive editor:* mag. Petra Prebil Bašin, 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, dr. David Ravnjak

- RAZISKAVE IN RAZVOJ / *RESEARCH AND DEVELOPMENT:* dr. Tea Kapun, dr. Gregor Lavrič, dr. Klemen Možina, Jan Hočevar, mag. kem.

Tehnična urednica / *Technical Editor:* Alenka Lena Klopčič; *Lektorica / Proofreading:* Nina

Štampohar; *Prevodi in lekture / Translations and proofreading:* L Plus, Laura Cuder Turk s. p., info@prevajanje-plus.si; *Oblikovanje, grafična priprava / Design, prepress:* Založba pasadena;

Tisk / Printed by: Medium, d.o.o.

Naklada / *Circulation:* 1000 izvodov, Ljubljana, jesen 2025

Revija Papir je vpisana v razvid medijev pod številko 700. / *Papir Magazine is entered in the Slovenian Media Register under no. 700.*



Uvodnik

Papir, ki se pod težo sprememb ne pretrga

Tako kot se v jesenskem času spreminja narava okoli nas, se nenehno spreminjajo tudi potrošniške navade, geopolitični in gospodarski vplivi ter mi kot družba. Živimo v obdobju, ko so spremembe, ki prihajajo in odhajajo hitreje, kot bi si kdaj koli predstavljali, postale stalnica. Zato sta povezovanje in sodelovanje med znanostjo, industrijo in družbo pomembnejša kot kdaj koli prej. Papirna industrija pri tem ni izjema, temveč zgled, saj vsak dan dokazuje svojo pripravljenost na razvoj in prilagajanje. S svojim znanjem, inovativnostjo in vztrajnostjo sledi spremembam, ki jih narekuje družba, ter se iz tradicionalne panoge vse bolj preobraža v dinamično, ustvarjalno in trajnostno usmerjeno področje. Tako vedno znova potrjuje, da je v središču družbe prostor za vsakogar, ki zna združiti znanje, izkušnje in pogum za novosti.

V času, ko se meja med znanostjo in gospodarstvom vse bolj zabrisuje, postaja sodelovanje med akademsko-raziskovalnim okoljem in industrijo pomembnejše kot kdaj koli prej. Kot družba se moramo zavedati, da sta tako raziskovalni kot gospodarski ekosistem pri nas dobro razvita, vendar je za njun uspešen razvoj ključno tesno in učinkovito sodelovanje. V laboratorijih raziskovalnih ustanov se rojevajo ideje, v industriji pa te ideje dobijo obliko rešitev, ki spreminjajo prakso in s tem svet na bolje. Tudi papirna industrija ni izjema, temveč dokaz, da je to združevanje možno, obenem pa kaže, da bi bilo smiselno še dodatno okrepiti sodelovanje, da bi inovacije dosegle svoj poln potencial. Ko bomo kot družba razumeli, da združitev znanja raziskovalcev in inženirjev predstavlja pravo gonilo napredka ne le v teoriji, temveč tudi v vsakdanjem življenju, bomo zrelejši, odpornejši in bolj pripravljeni na spremembe, ki vsak dan trkajo na naša vrata.

Pri tem ne smemo pozabiti na pomen povezovanja starejše in mlajše generacije. Izkušnje starejših strokovnjakov so neprecenljive, saj prinašajo znanje, preizkušeno skozi leta, in globoko razumevanje procesov, ki jih ni mogoče najti v knjigah. Mlajša generacija pa vnaša svež pogled, energijo in pogum za spremembe. Ko se ti dve generaciji povežeta, nastane edinstven most, po katerem se srečata množica preteklosti in drznost prihodnosti, ki skupaj tlakujeta pot napredku. Pomen tega vsak dan dokazuje papirna industrija, kjer dolgoletne izkušnje pri proizvodnji in trajnostnih praksah dopolnjujejo pogumne raziskave in nove tehnologije, kar omogoča razvoj učinkovitejših, okolju prijaznejših in kakovostnejših rešitev, ki oblikujejo prihodnost panoge.

Spremembe so bile, so in bodo del našega vsakdana. So nujen del napredka, zato jih ne smemo dojemati kot oviro, temveč kot priložnost. Na nas kot družbi je, da se jim ne izogibamo, ampak jih sooblikujemo – z znanjem, sodelovanjem in pogumom. Čas je, da vnovič verjamemo, da papir ni le material preteklosti, temveč tudi material prihodnosti. Naloga papirne industrije je, da v poplavi sprememb, ki jih narekuje družba, znova pokaže svojo prilagodljivost in zasije v vsem svojem žaru.

*Jan Hočevar, mag. kem.,
doktorski študent na Fakulteti za kemijo in
kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani*





Editorial

Paper that does not break under the weight of change

Just as nature changes around us in autumn, so do consumer habits, geopolitical and economic forces, and society as a whole. We live in an era when change occurs faster than we could have imagined, and this has become the new norm. In such times, cooperation and collaboration between science, industry, and society are more vital than ever. The paper industry is no exception; in fact, it stands as a prime example, demonstrating daily its readiness to develop and adapt. Through knowledge, innovation, and perseverance, it keeps pace with the transformations driven by society, and is steadily evolving from a traditional sector into a dynamic, creative, and sustainability-oriented field. In doing so, it continually proves that there is a place at the heart of society for all who can bring together knowledge, experience, and the courage to embrace innovation.

At a time when the boundary between science and the economy is increasingly blurred, cooperation between academia, research, and industry is more important than ever. As a society, we must recognise that although our research and economic ecosystems are well developed, their continued success depends on close and effective collaboration. Ideas are born in the laboratories of research institutions and, within industry, these ideas are transformed into solutions that change practices and improve the world around us. The paper industry is no exception; it demonstrates that such synergy is not only possible but essential, highlighting the need to further strengthen cooperation so that innovations can reach their full potential. When, as a society, we understand that the combined knowledge of researchers and engineers is the true driver of progress, not only in theory but also in everyday life, we will become more mature, more resilient, and better prepared for the constant changes that shape our world.

In doing so, we must not overlook the importance of connecting older and younger generations. The experience of seasoned professionals is invaluable, bringing knowledge refined over the years and a deep understanding of processes that cannot be found in books. The younger generation offers fresh perspectives, energy, and the courage to drive change. When the two generations come together, they form a powerful bridge, linking the wisdom of the past with the boldness of the future, and paving the way for genuine progress. This synergy is evident every day in the paper industry, where decades of experience in production and sustainable practices are complemented by bold research and new technologies, leading to the development of more efficient, environmentally friendly, and high-quality solutions that define the industry's future.

Change has always been and will continue to be an integral part of our daily lives. It is essential for progress and should be viewed not as an obstacle but as an opportunity. As a society, our responsibility is not to resist change, but to shape it with knowledge, cooperation, and courage. It is time to believe once again that paper is as much a material of the past as one of the future. The task of the paper industry is to demonstrate its adaptability amid the many changes driven by society, and to shine in all its strength and creativity.

*Jan Hočevar, M.Sc.,
PhD student at the Faculty of Chemistry and
Chemical Technology, University of Ljubljana*



Papirna industrija deli usodo drugih energetske intenzivnih industrij

Paper industry faces the same fate as other energy-intensive industries

The year 2025 is drawing to a close, and we can say it has been another turbulent year. The situation in Europe is strongly influenced by global economic and political events, i.e. nearby warzones, trade wars with the USA and between the USA and China. It is also a reflection of the financial crisis in Europe and its attempts to set itself free from the shackles of its own excessive bureaucracy and high energy costs.

Leto 2025 se izteka in lahko mu pripišemo, da je šlo za še eno turbulentno leto. Razmere v Evropi so močno pod vplivom svetovnih gospodarskih in političnih dogajanj: bližnjih vojnih območij, trgovinskih vojn z ZDA ter med ZDA in Kitajsko, kot tudi odraz gospodarskega krča v Evropi in poskusov, da bi se slednja vendarle rešila okov svoje lastne presežne birokracije ter visokih stroškov energije.

Statistika

Proizvodnja papirja in kartoni v Evropi v prvih osmih mesecih je nižja za 2,5% glede na proizvodnjo v enakem obdobju lani, medtem ko je proizvodnja celuloze nekoliko (0,6 %) nad lansko. Največji upad beležijo grafični papirji (-9,3 %), dobra 2 % upada tudi higienski papirji. Poraba recikliranega papirja v Evropi se je zmanjšala za 1,9 %, izvoz odpadnega papirja iz EU pa se je povečal za 4,9 %. V prvih sedmih mesecih leta se je uvoz papirja v Evropo povečal za 11,9 %, največ iz ZDA, Kitajske in združenega Kraljestva; izvoz pa se je znižal za 7,9 % glede na enako obdobje lani. Cene energije so po padcu do konca 2023 v drugi polovici 2024

znova narasle, nato pa se od začetka 2025 približale dolgoletnemu povprečju. Cena emisijskih kuponov CO₂ je septembra 2025 znašala 76 € na tono. To je čas negotovih razmer, trgovinskih ovir in protekcionizma, čeprav so carine manjše od pričakovanih, ter nihanja obsega naročil, pomanjkanja delavcev in nekaterih surovin, na drugi strani pa tudi velikih investicij. Povpraševanje po papirju ostaja šibko, kar odraža ohlajanje industrij, ki so povezane z embalažo. Segment grafičnega papirja se še naprej krči zaradi digitalizacije, medtem ko embalaža predstavlja približno 60 % proizvodnje.

V Sloveniji v tem obdobju beležimo enak obseg proizvodnje papirja in izdelkov iz papirja in kartona kot leto prej, medtem ko je obseg 20 % nižji kot leta 2021.

Energetski in okoljski izzivi ostajajo

Papirna industrija je energetske intenzivna in žal bo temu še nekaj časa tako, saj na vidiku še ni novih, prebojnih tehnologij. Cene električne energije skupaj z višjimi cenami plina v Evropi v primerjavi z ZDA ali Kitajsko postavljajo sektor v slabši konkurenčni položaj na svetovni ravni. Visoki stroški energentov ostajajo ključni problem tudi za slovensko papirno industrijo. To neposredno vpliva na konku-

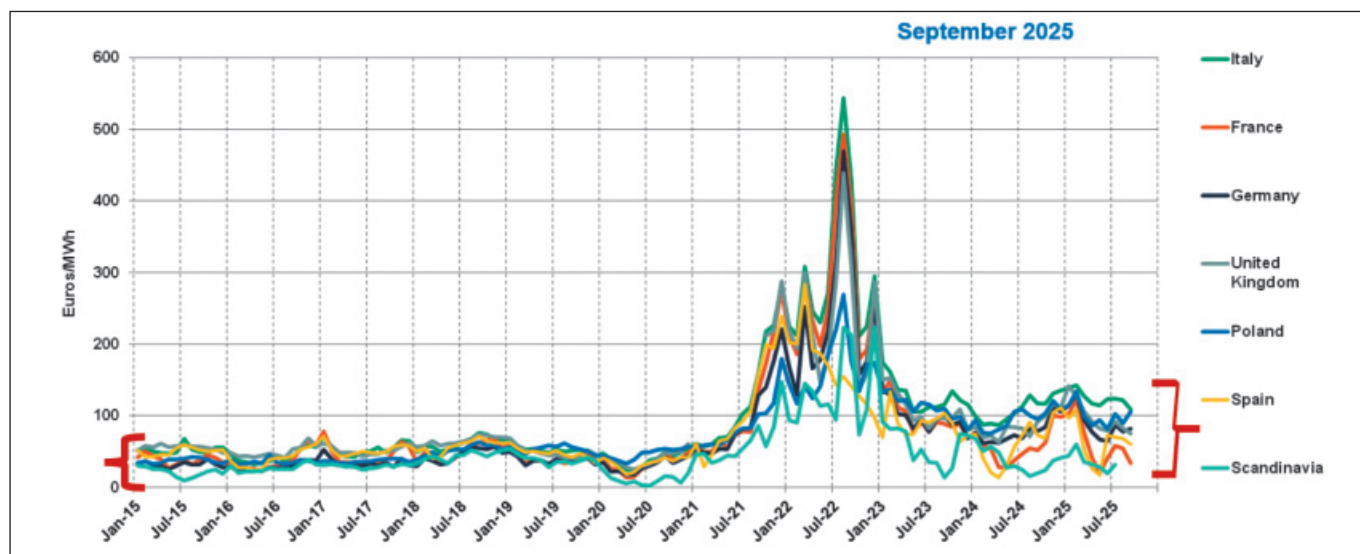
renčnost podjetij in zahteva nujne ukrepe za zeleni prehod. Glavni energent ostaja zemeljski plin, kar predstavlja strateški izziv za prihodnost.

Papirna industrija se z izzivi trajnostnega prehoda sooča celostno in proaktivno, saj je energetska učinkovitost ena izmed ključnih prioritet podjetij v panogi. V zadnjih letih so številna podjetja vlagala v modernizacijo opreme, optimizacijo proizvodnih procesov ter uvedbo naprednih tehnologij, ki zmanjšujejo porabo energije in emisij toplogrednih plinov, zapirajo se snovni in energetski krogi. Posebna pozornost je namenjena tudi uporabi obnovljivih virov energije, samooskrbi z energijo ter zmanjševanju ogljičnega odtisa skozi celotno vrednostno verigo.

Prizadevanja za razogljičenje so tesno povezana z inovacijami na področju recikliranja, krožnega gospodarstva in trajnostne rabe surovin. Papirna industrija je v tem smislu primer dobre prakse, saj že vrsto let uporablja sekundarne surovine in spodbuja zapiranje snovnih tokov, kar je izjemno pomembno za ohranjanje naravnih virov ter doseganje ciljev zelene preobnove.

Vedno večji izziv je tudi okoljevarstvena zakonodaja, kjer regulativa nalaga vedno višje fi-

Slika: Povprečne mesečne cene za MWh električne energije v nekaterih državah EU



Graf kaže, da so cene pred krizo, pred letom 2021, v teh državah bile bolj enotne kot po krizi, po letu 2023. Največje odstopanje med predkriznim in pokriznem nivoju cen lahko opazimo prav pri Italijanskim cenah, kjer je cena danes več kot 100 % višja kot pred krizo, medtem ko so cene v Skandinaviji danes nazaj na predkriznem nivoju. Slovenske cene se žal gibljejo podobno italijanskim... / The diagram shows that prices in these countries were more uniform before the crisis, i.e. before 2021, that after it, i.e. after 2023. The greatest deviation between the pre-crisis and post-crisis price levels can be observed in Italy, where prices are over 100 per cent higher than before the crisis, while prices in Scandinavia are at the pre-crisis level. Unfortunately, the prices in Slovenia fluctuate similarly to those in Italy.



nančne obremenitve in administrativne ovire. Podjetja se zavedajo potrebe prehoda v zeleno in brezogljino, vendar je včasih to precejšen izviv, saj so meje tehnologij že blizu, nove pa v razvoju in trenutno še niso tržno dosegljive.

Država vendarle prislunila

Na GZS že mesece poudarjamo, da so cene električne energije za industrijo v Sloveniji med najvišjimi v Evropi, predvsem vedoč, da veliko držav članic EU že uvaja različne mehanizme v pomoč domači industriji. Alarmantno stanje na področju višine povprečnih cen električne energije za negospodinske odjemalce v drugi polovici leta 2024, ki je kazalo preseganje tako povprečne cene v EU kot povprečne cene večine sosednjih držav za najvišje odjemne skupine odjemalcev, so bile povod, da se je tudi slovenska vlada odločila uvesti mehanizem za nakup električne energije po zamejeni ceni za največje porabnike električne energije. Tako smo čez poletje predstavniki GZS, EZS (energetske zbornice Slovenije) ter vlade dogovorili kriterije za izbor upravičencev, ki bodo deležni možnosti da do 50% električne energije lahko kupijo po zamejeni ceni. Osnova za t.i. **Ukrep za zagotavljanje konkurenčnosti podjetij za proizvodnjo materialov in mineralov** so smernice

CISAF (State aid framework accompanying the Clean Industrial Deal – CISAF). Trenutno še vedno čakamo na zakon, ki bo dogovor udeležil v praksi. Zaživel naj bi z novim letom 2026 za tri leta in bo približno 30 slovenskim podjetjem omogočil nakup dela električne energije po zamejeni, nižji ceni od tržne. In ponosna sem, da bodo med njimi vse slovenske papirnice.

Luč sveta je ugledala tudi nova Uredba o nadomestilu za posredne stroške emisij CO₂ ki je bila predmet razprav in pripomb na GZS ter med podjetji vsaj leto in pol Cilj je zagotoviti finančno podporo energetske intenzivnim sektorjem, kar vključuje tudi papirnice, za lajšanje izvedbe potrebnih investicij v razogličenje. Trenutno veljavna uredba je v treh letih podprla najbolj energetske intenzivna slovenska podjetja v višini 78 mio €, med njimi tudi papirnice. Izvedene so bile mnoge zelo koristne investicije, nekaj njih si je ogledal tudi minister za okolje in energijo (MOPE), Kumer. Tako je v juniju minister z ekipo obiskal tudi Papirnico Vevče in si ogledal najnovejšo investicije... Upamo na podoben tempo podpore in izvajanja investicij tudi še naslednja tri leta, kot bo veljavnost nove uredbe.

Sicer pa si je Evropska Komisija zaradi padca konkurenčnosti zadala med ključne prioritete

debirokratizirati Evropo. Priča smo zdaj že večim paketom t.i. omnibusov, ki so nekakšen premislek in zbir pripomb, od katerih se zaenkrat razen odloga in nekaj poenostavitvev ESG poročanja prav veliko ni zgodilo. Na ravni EU se pripravljajo novi okoljskih omnibus in zakonodaja o embalaži, kar bo vplivalo na skladnost in poslovne modele podjetij.

Kaj je pred vrati?

Najprej božičnica, sledi minimalna plača... pa nove dajatve: dovoljlnina - vezana na rabo vode, nov obračun embalažnine upošteva PRO (proizvajalčevo razširjeno odgovornost)... Stroški se resnično bohotijo, a v vseh teh spremenjenih poslovnih okoliščinah je gotovo tudi žarek nečesa novega, ki bo pomenil še naprej utrjeno pot naši industriji, ki je velik izvoznik, velik zaposlovalec in konec koncev tudi pomemben gradnik lokalnega okolja. Turbolentno je tudi zelo blizu nas, na Hrvaškem se je nedavno ustavila proizvodnja papirja v Belišću, sicer edini hrvaški papirnici embalažnih papirjev.

Proaktivnost velja in žanje rezultate, zato bomo v sklopu združenja še naprej delovali tako in gotovo posije še kak žarek več.

Petra Prebil Bašin
Direktorica ZPPPI



Women4PaperIndustry – ženske v središču papirne industrije

Women4PaperIndustry–women at the heart of the paper industry

The Association of the Austrian Paper Industry Austropapier presented a new communication campaign Women4PaperIndustry (W4PI), which points out an important role of women in the paper industry, and encourages their greater presence in all segments of the industry—from research and development to production and management.

Združenje avstrijske papirne industrije Austropapier je predstavilo novo komunikacijsko kampanjo Women4PaperIndustry (W4PI), ki izpostavlja pomembno vlogo žensk v papirni industriji in spodbuja njihovo večjo prisotnost v vseh delih sektorja – od raziskav in razvoja do proizvodnje in vodenja.

Na novi spletni strani <https://w4pi.austropapier.at> so zbrani videi in predstavitev zaposlenih žensk, ki delijo svoje izkušnje in poglede na delo v papirni industriji. Stran hkrati nudi



»Z Women4PaperIndustry lahko ne le povežemo izjemne ženske med seboj in jih postavljamo v ospredje, temveč predvsem skupaj delamo na rešitvah in napredku.«

Sigrid Eckhardt,
ustanoviteljica pobude
Women4PaperIndustry

vpogled v karijerne priložnosti in povezave do podjetij članov združenja Austropapier.

Kampanja, ki trenutno poteka tudi na družbenih omrežjih, si prizadeva za večjo prepoznavnost vloge žensk v industriji in želi navdihniti nove generacije, da prepoznajo potencial in raznovrstnost poklicev v papirnem sektorju.

Iz združenja Austropapier sporočajo še, da pobuda temelji na prepričanju, da je prihodnost industrije odvisna od raznovrstnosti in vključevanja različnih perspektiv ter vabijo podjetja in posameznike, da kampanjo podprejo z deljenjem njenih vsebin.

Alenka Lena Klopčič
Povzeto po: <https://w4pi.austropapier.at>

Na krilih sprememb

Gregor Kosi and Lucija Sajevec: On the Wings of Change

The paper industry is an industry with a long tradition, which is being transformed by new technologies, sustainability challenges, and mindset shifts. In such an environment, contemporary leadership is the crucial tool for survival and growth. Gregor Kosi and Lucija Sajevec, cofounders of GREAT Leadership Solutions, are business partners who combine extensive experience from the corporate world and personal transformation. Gregor, a former CEO of Lidl Slovenia, and Lucija, a long-serving CEO of AMZS, now help organisations recognise opportunities in changes, and build a culture of trust, responsibility, and collaboration. Their mindset is perfectly aligned with the motto of this year's Day of Slovene Paper Industry "On the Wings of Change". They believe that changes are not an obstacle but wind beneath the wings—an opportunity for new ideas, sustainable models, and cooperative future. Gregor points out that the leader of the future is not someone who preserves the rules of the past, but someone who has the courage and curiosity to start anew. Lucija adds that each team reflects its leader—a courageous team needs a courageous leader, a responsible team needs a responsible leader. As a special guest at this year's symposium, Gregor Kosi provides an insight into how traditional industries, such as the paper industry, can also ride "the wings of change" with the right leadership mindset—more trust, co-creativity, and courage for innovation.

Papirniška industrija je panoga z dolgo tradicijo, ki jo danes preoblikujejo nove tehnologije, trajnostni izzivi in spremembe v načinu razmišljanja. V takem okolju postaja sodobno vodenje ključno orodje preživetja in rasti. Gregor Kosi in Lucija Sajevec, soustanovitelja podjetja GREAT Leadership Solutions, sta poslovna partnerja, ki združujeta bogate izkušnje iz korporativnega sveta in osebnostne transformacije. Gregor, nekdanji generalni direktor Lidl Slovenija, in Lucija, dolgoletna direktorica AMZS, danes organizacijam pomagata prepoznavati priložnosti v spremembah ter graditi kulturo zaupanja, odgovornosti in sodelovanja. Njuno razmišljanje se popolnoma ujema z letošnjim motom Dneva slovenskega papirništva Na krilih sprememb. Spremembe po njunem niso ovira, temveč veter v krila – priložnost za nove ideje, trajnostne modele in sodelovalno prihodnost. Kot poudarja Gregor, vodja prihodnosti ni tisti, ki ohranja pravila preteklosti, temveč tisti, ki zna s pogumom in radovednostjo začeti znova. Lucija pa dodaja, da vsaka ekipa odraža svojega vodjo – pogumna ekipa potrebuje pogumnega vodjo, odgovorna odgovornega. Kot poseben gost letošnjega simpozija Gregor Kosi prinaša vpogled v to, kako lahko tudi tradicionalne industrije, kot je papirniška, s pravo vodstveno miselnostjo poletijo na krilih sprememb – z več zaupanja, soustvarjalnosti in poguma za inovacije.

Gregor in Lucija, če bi morala v enem stavku opisati, kaj danes pomeni biti sodoben vodja – še posebej v tradicionalnih panogah, kot je papirništvo – kaj bi rekli?

Gregor: Živimo v času, ko hitre spremembe tehnologije zahtevajo vsaj tako hitro prilagajanje. Tako kot se praktično čez noč spreminjajo poslovni modeli, se spreminja tudi celotna podoba gospodarske dejavnosti. Danes govoriti o tradicionalnih panogah ni le nevhvaležno, temveč tudi lahko usodno.

Lucija: Današnji vodja ni tisti, ki ima vse odgovore, temveč tisti, ki zna ustvariti prostor, kjer lahko odgovore najdemo skupaj. V tradicionalnih panogah to pomeni prehod iz kontrole v zaupanje, iz strukture, ki zapira, v kulturo, ki odpira. Voditelj prihodnosti gradi most med preteklostjo, ki jo spoštuje, in prihodnostjo, ki jo soustvarja, z ljudmi, ne namesto njih.

Papirniška industrija velja za trdoživo in konservativno pri uvajanju sprememb. Zakaj mislite, da ima ravno v takih panogah sprememba največkrat negativno konotacijo?

Gregor: Spremembe ne zahtevajo zgolj preoblikovanja načina razmišljanja, za marsikoga predstavljajo tudi izgubo identitete. Še posebej, če ogrožajo globoko zakoreninjen način delovanja. A ne glede na to, ali jih sprejmemo z odprtimi rokami ali odporom ... Spremembe najbolj prizadenejo tiste, ki se jim skušajo najdlje upirati.

Lucija: Ker sprememba vedno poseže v cono udobja. In tam, kjer je tradicija močna, je ta cona še posebej varna. A varnost brez razvoja sčasoma postane iluzija. V konservativnih panogah spremembe pogosto razumemo kot grožnjo vrednotam, ki nas definirajo, namesto kot priložnost, da jih prenesemo v novo obdobje. Ko pa voditelji začnejo spremembe voditi z jasnim namenom in zaupanjem, postaja

nejo te naravni del rasti, ne več strah, ampak smer.

Gregor, vi poudarjate, da mora vodja prvi narediti korak in biti zgled. Kako to konkretno izgleda v okolju, kjer se sprememb bojijo? Lucija, kje pa vidite največjo past, v katero lahko v takem okolju vodja nehoti zapade?

Gregor: Največji odpor do sprememb opažam v okoljih, kjer vodje ne predstavijo višjega cilja, ki narekuje potrebo po spremembi, pa tudi konkretnih korakov, ki vodijo k cilju. Še posebej pogosto zanemarijo pomen prvega koraka. Ekipa tako pogosto tava v temi, kar prispeva k izgubi motivacije in vere v smiselnost spremembe.

Lucija: Vodje pogosto izda nestrpnost, spremembo bi najraje videli že jutri. Pri tem se vodja marsikdaj ne zaveda, da je sprememba podobna žalovanju za starim, izgubljenim. Ljudje smo bitja navad in najbrž je vsakdo že kdaj izkusil, kako trdovratni znajo biti uveljavljeni vzorci vedenja. Zato je ključno zavedanje, da gre tudi tu za proces.

V papirništvu so odnosi pogosto hierarhični in precej »avtokratski«. Kako vodja v takem okolju vzpostavi zaupanje in komunikacijo, ki ljudi ne prestraši, ampak jih navdihne?

Gregor: Zaupanje se lahko vzpostavi zgolj v okolju, kjer je odgovornost neposredno povezana s stopnjo avtonomije ekipe. To pomeni, da odgovornosti za naloge ne moremo pričakovati od zaposlenih, ki so zgolj izvajalci navodil, brez možnosti (so)odločanja. Od ljudi pogosto zahtevamo odgovornost, hkrati pa jim ne damo možnosti, da jo prevzamejo.

Oba veliko govorita o samoodgovornosti. Kako jo graditi pri zaposlenih, ki so vajeni navodil »od zgoraj«, in kako jo spodbujati v tradicionalnih proizvodnih timih?



Gregor: Pomembno se mi zdi, da odgovornosti ne zamenjujemo z zanesljivostjo. Lahko si precej zanesljiv pri izvajanju navodil »od zgoraj«, a obenem precej neodgovoren, ker ne razmišljaš s svojo glavo. Odgovornost je namreč sposobnost podati svoj odgovor. Odgovor, ki prihaja iz tvojih lastnih izkušenj, ne iz izkušenj nekoga z večjo avtoriteto.

Gregor, katere kompetence sodobnega vodje so po vašem ključne za industrijo, ki jih še vedno zaznamuje močna tradicija? Lucija, kako pa lahko te kompetence podprete z grajenjem timske kulture in psihološke varnosti?

Gregor: Močna tradicija temelji na preverjenih načinih delovanja. A trmasto vztrajanje pri istih načinih je lahko v sodobnem času preklestvo, ki te ohranja v preteklosti in slej ko prej potopi v pozabo. Sodobni vodja je zame tisti, ki je sposoben in pripravljen delovati kot nepopisan list ter v vsakem trenutku »pozabiti« na lastna prepričanja in začeti naslednje poglavje s pravo mero radovednosti, poguma in igrivosti.

Lucija: Dobri zgledi vlečejo. Zato je ekipa vedno zrcalo svojega vodje. Radovedna ekipa potrebuje radovednega vodjo. Pogumna ekipa pogumnega, igriva igrivega. Medtem ko je odgovornost posameznika povezana z doseganjem njegovih individualnih kazalnikov, je odgovornost vodje neomejena. Odgovoren je

tako za končen rezultat kot tudi za blaginjo celotne ekipe. Psihološka varnost je temelj vsake zdrave timske kulture, brez nje ni ne inovacij ne odgovornosti. Ko se ljudje počutijo varne, si upajo povedati resnico, priznati napako in predlagati nekaj novega. To ustvarja prostor, kjer kompetence niso le znanje, ampak živa praksa, vsak prispeva svoj del, ker ve, da bo slišan. V takem okolju se rast posameznika neposredno prevede v rast tima.

Spremembe prinašajo negotovost, a hkrati tudi priložnosti. Če pogledamo na papirniško industrijo, kje vidita največ prostora za rast, če se bo panoga pogumno podala na pot sprememb?

Gregor: Eno izmed temeljnih načel upravljanja s spremembami je iskanje novih priložnosti. Z bolj trajnostno naravnanimi poslovnimi modeli se tudi papirna industrija sooča z izzivi, povezanimi z zamenjavo plastične embalaže, optimizacijo procesov in zmanjševanjem ogljičnega odtisa. Papirna industrija vstopa v obdobje, ki ga bodo zaznamovale inovacije, pametne tehnologije in krožno gospodarstvo. Panoge, ki so temeljile na konkurenci, bodo svoj obstoj morale najti v sodelovanju.

Kako motivirati zaposlene v proizvodnji, da ne postanejo nasprotniki sprememb, ampak njihovi soustvarjalci?

Lucija: Tako, da jih dejavno vključimo v proces oblikovanja vizije prihodnosti ter jim zupamo vlogo soustvarjalcev strategije, in ne zgolj izvajalcev posamičnih korakov.

Ko se tla pod nogami zamajejo bodisi zaradi tehnologije, trga ali kulture, kako naj vodja v panogi, kot je papirništvo, ohrani mirnost in hkrati jasno vizijo za prihodnost?

Lucija: Krize ustvarjamo ljudje in le ljudje lahko najdemo izhod iz negotovosti. Vodje smo (pre)pogosto prepričani, da je to breme, ki smo ga sposobni prevzeti in nositi zgolj sami. Pri tem pozabljamo na ekipo. Moč ekipe je tista, ki prinaša dodano vrednost v podjetju. Skozi sodelovanje, skupinsko modrost in vero v boljše, lepšo prihodnost.

Če bi papirniški panogi lahko skupaj podala en sam nasvet za prihodnost, kakšen bi bil?

Gregor: Ne glede na to, ali govorimo o papirniški panogi ali kateri koli drugi dejavnosti, prihodnost pripada ekipam z zmagovalno miselnostjo. Tistim, ki v spremembah ne iščejo izgovorov, temveč priložnosti. Da ustvarijo, kar še ne obstaja. Da dokažejo, da so iz pravega testa, ali bolje rečeno, iz pravega debela.

Alenka Lena Klopčič

Employer branding: Papir ima spomin – tako kot ljudje

Employer branding: Paper has memory – just like people

The reputation of a company used to be measured by the quality of its products. Today, it is measured by how people feel when they talk about us. Employer branding is no longer a merely staffing issue but a strategic one: how the company understands and manages people, not merely as employees but as partners in a shared story.

Včasih je bil ugled podjetja nekaj, kar smo merili po kakovosti izdelka. Danes ga merimo po tem, kako se ljudje počutijo, ko govorijo o nas. **Employer branding** ni več zgolj kadrovska tema, ampak strateško vprašanje: *kako podjetje razume in vodi ljudi; ne le kot zaposlene, temveč kot partnerje v skupni zgodbi.*

Kaj je employer branding

Znamka delodajalca ni kampanja ali logotip. Je občutek, ki ga ima človek, ko pride v stik s podjetjem – kot kandidat, zaposleni ali poslovni partner. Gre za nevidni kapital zaupanja, ki se gradi počasi, z vsakodneвно doslednostjo. In prav zato je danes employer branding ena redkih konkurenčnih prednosti, ki je ni mogoče kopirati. Stroje, postopke in tehnologijo lahko. Kulture pač ne.

Zakaj morajo podjetja komunicirati

Če podjetje ne govori, govorijo drugi. Tišina v digitalnem okolju pomeni odsotnost. Komunikacija ni več naloga izključno v domeni marketinga, ampak zrcalo vodstva. Še posebej v industrijah, ki so tradicionalno bolj tehnično usmerjene – kot je na primer papirna.

Mlajše generacije ne izbirajo več samo delovnega mesta, temveč vrednote, s katerimi se želijo poistovetiti.

Zakaj se delo z zaposlenimi vedno obrestuje

Zaposleni so danes najmočnejši glas podjetja. Njihov način sodelovanja, ton in pristnost v komunikaciji ustvarjajo zaupanje, ki ga noben oglas ne more kupiti. Podjetja, ki to razumejo, vlagajo v interno kulturo, mentorstvo in ambasadorstvo – ne kot projekt, ampak kot strategijo.

Tudi jaz sem imel priložnost sodelovati pri odličnih projektih na tem področju. **LinkedIn ambasadorstva v podjetju Domel** so takšen primer, kjer so s skupino zaposlenih vzpostavili notranji program vidnosti in ponosa. Rezultat ni le boljša angažiranost na družbenih omrežjih, ampak več povezovanja in pripadnosti znotraj podjetja.

B2B, B2C ... ali preprosto H2H

Razlika med B2B in B2C danes hitro blede. Kupci, partnerji in zaposleni – vsi smo ljudje. Zato govorimo o *H2H – human to human*. Na koncu ne glede na to, ali podjetje prodaja



Ilustracija/illustration: Roman Peklaj

papir, stroje ali ideje, bistvo ostaja enako: ljudje se povezujejo z ljudmi, ne z logotipi. Pristnost in empatija sta postali novi valuti profesionalnosti in zaupanja.

Ugled se gradi dlje časa, uniči v sekundi

Ugled podjetja danes nastaja v realnem času. En odhod zaposlenega ali ena napačna odločitev lahko sproži val odzivov, ki jih ni več mogoče v celoti zamejiti. V svetu, kjer se informacije širijo hitreje kot kadar koli, postaja transparentnost nova valuta zaupanja. Voditelji, ki to razumejo, vlagajo v kulturo dialoga – ne zato, ker morajo, ampak ker vedo, da se zaupanje ne gradi s PR-jem, ampak s poslušanjem in vodenjem z zgledom.

Moč socialnih medijev in osebne znamke

LinkedIn in druge platforme so danes prvi stik med podjetjem in svetom. A algoritmi ne iščejo popolnih objav in generičnih korporativnih sporočil – iščejo ljudi. Zato postaja osebno znamenje zaposlenih ključen del employer brandinga. Ko zaposleni govorijo o svojem delu, podjetje pridobi verodostojnost, ki presega vse uradne kanale.

Pristni obrazi nadomeščajo korporativne tone – in prav v tem je moč novega obdobja komunikacije.

Kje je v vsej tej zgodbi papir?

Na papirju se vidi vsak odtis, tako kot se v kulturi vidita vsak odnos in vsaka odločitev. Papir ostaja simbol trajnosti – nečesa, kar ne izgine s pomikom po zaslonu.

- Employer branding se ne začne pri logotipu, ampak pri odnosu. Pri tem, kako podjetje ravna s svojimi ljudmi, ko jih nihče ne gleda. In prav tam se gradi tisti ugled, ki ga ne moreš kupiti, le zaslužiti.
- Voditelji, ki razumejo to logiko, vlagajo v ljudi in odnose, ne v slogane.
- To ni romantična ideja, ampak najbolj realen model dolgoročne stabilnosti.
- Je prihodnost industrije, ki se ne boji biti človeška. In prav v tem je njena največja moč.

Papir v tej zgodbi ni le metafora, ampak simbol trajnosti: vzdrži zob časa, ohrani in pove zgodbo, tudi več tisoč let pozneje.

Damjan Blagojevič, predavatelj in svetovalec z dolgoletnimi izkušnjami na področjih marketinga, prodaje in poslovne strategije ter vabljeni govorec na Mednarodnem srečanju slovenskega papirništva 2025



Trajnostnost in razogljčenje naj ostaneta prednostni nalogi

Sustainability and decarbonisation should remain priorities

The pulp and paper industry is energy and resource intensive, which means that EU environmental, energy, and transport policies significantly affect the future of the industry. However, the energy and paper industries are actually connected by sustainability and decarbonisation.



Ilustracija/illustration: Roman Peklaj

Sektor proizvodnje celuloze in papirja je energetsko in surovinsko intenziven, kar pomeni, da okoljska, energetska in prometna politika Evropske unije (EU) močno vplivajo na prihodnost sektorja. Energetiko in papirno industrijo pa trajnost in razogljčenje pravzaprav povezujeta.

Industrija celuloze in papirja

Industrija celuloze in papirja v Evropi neposredno zagotavlja 174 000 delovnih mest. Sektor na leto beleži okrog 95 mrd EUR prometa in prispeva 21 mrd EUR k bruto domačemu proizvodu (BDP) EU. Papirna industrija je močna na izvoznih trgih, saj stopnja izvoza v države izven EU v proizvodnji papirja in kartona znaša 20 odstotkov, kaže zadnje poročilo evropskega papirnega združenja Cepi (članica je tudi Slovenija) za leto 2024.

Sektor proizvodnje celuloze in papirja je energetsko in surovinsko intenziven, z visokimi kapitalskimi stroški in dolгими naložbenimi cikli. Zaradi poznavanja lesnih vlaken je industrija celuloze in papirja poleg bolj tradicionalnih izdelkov vodilna pri razvoju inovativnih izdelkov. Je pionir pri uresničevanju nizkoogljčnega biogospodarstva EU v industriji, ima pa tudi odlične rezultate na področju učinkovite rabe virov in inovacij.

Vzporednice z energetiko

Če to povežemo s sektorjem energetike, lahko razločimo nekaj vzporednic. Energetska industrija pokriva proizvodnjo primarne energije – nafte, plina, jedrske energije (uran), premoga, biomase – ter sekundarne energije, kot je električna energija, njen prenos in distribucijo ter na koncu dobavo do vseh odjemalcev. Mednje seveda štejemo tako gospodinjstva kot poslovne odjemalce – od majhnih do največjih v industriji.

Tako papirna industrija kot energetika živita s procesi razogljčenja in iskanja čim bolj nizkoogljčnih rešitev. Fosilnim gorivom se bomo počasi odpovedovali, čeprav je treba jasno in glasno povedati, da poraba premoga še vedno raste in še ni dosegla vrha – naj bi ga sicer v naslednjih letih, recimo enkrat do leta 2027, vse pa je seveda odvisno od Kitajske. Ta velesila namreč porabi 30 odstotkov premoga več kot preostali svet skupaj. Tretjino porabi za proizvodnjo elektrike.

Če je poudarek na odpovedovanju fosilnim gorivom, prihaja hkrati s tem v ospredje prehod na obnovljive vire in učinkovitejšo rabo energije. To pa velja za vse industrije, ki delujejo v Evropski uniji, saj se je EU zavezala strogim ciljem in okviru svoje in svetovne podnebno-energetske politike.



Industrija četrtninski porabnik energije v EU, velik poudarek na OVE

Industrijski sektor je kot eden največjih porabnikov energije v EU leta 2023 predstavljal 24,6 odstotka končne porabe energije, kažejo uradni podatki Eurostata. Največji porabniki energije v EU so kemična in petrokemična industrija, industrija nekovinskih mineralov ter papirna, celulozna in tiskarska industrija.

Električna energija (32,6 %) in zemeljski plin (31,3 %) sta leta 2023 predstavljala skoraj dve tretjini končne porabe energije v industrijskem sektorju EU.

Leta 2023 se je papirna, celulozna in tiskarska industrija v veliki meri zanašala na obnovljive vire energije in biogoriva za porabo energije, zlasti pri proizvodnji celuloze, kjer so bili daleč najpomembnejša skupina goriv (302,5 PJ ali 70,3 %).

V proizvodnji papirja in drugih papirnih izdelkov (brez celuloze) so imeli obnovljivi viri energije in biogoriva najpomembnejši delež porabe (246,8 PJ ali 33,9 %), pri čemer so prehiteli električno energijo (236,9 PJ ali 32,6 %) in zemeljski plin (147,3 PJ ali 20,3 %), ki sta imela leta 2022 višje deleže. Ta dva podsektorja, proizvodnja papirja ter proizvodnja celuloze, sta bila skupaj največja porabnika končnih energentov v industriji, saj sta porabila skoraj tridesetkrat več energije kot tiskanje in reprodukcija posnetih medijev.

Trdna fosilna goriva so še vedno imela majhno vlogo pri proizvodnji papirja in papirnih izdelkov (brez celuloze) (12,9 PJ ali 1,8 %), pri proizvodnji celuloze pa skoraj zanemarljivo (1,3 PJ ali 0,3 %) (glej Sliko 6).

Zaradi izboljšane učinkovitosti procesov je industrija postala bolj energetsko samozadostna in manj ogljično intenzivna, saj več kot polovico svoje primarne energije proizvaja iz biomase.

Zakonodaja na področju recikliranja in prostovoljne pobude industrije so s številnimi ukrepi privedle do več kot 70-odstotne stopnje recikliranja papirja v Evropi, kažejo podatki Bruslja. Surovine, ki se uporabljajo pri proizvodnji in predelavi papirja in kartona, prihajajo iz trajnostnih virov. Obenem pa visoka raven strokovnega znanja ter stalne raziskave in inovacije papirni industriji omogočajo izkoriščanje novih poslovnih modelov, razvoj novih izdelkov in tehnologij ter napredek v smeri nizkoogljičnega biogospodarstva.

Glavni izzivi, s katerimi se sooča industrija

Prvi izziv je **manjša poraba**. Poraba grafičnega papirja v Evropi se zaradi digitalizacije še naprej zmanjšuje. Pa vendar je to nekako izravnano z rastjo embalaže in higienskih papirjev. Pri tem ustvarjanje novih proizvodov na biološki osnovi ustvarja velike priložnosti za sektor.

Potem so tu **trgovinske ovire**. Panoga povečuje svoj delež izvoza zunaj EU, vendar tarifne ovire in protekcionistične subvencije za konkurenčno blago ustvarjajo neenake konkurenčne pogoje. Davki in izvozne dajatve, ki jih za izvoz lesa uvedejo države, ki niso članice EU, so lahko vir skrbi. Surovine iz vlaken na primer predstavljajo največji delež proizvodnih stroškov, zato je njihova razpoložljivost po dostopnih cenah ključnega pomena za sektor.

Recikliranje. Stopnja recikliranja papirja v Evropi je zelo blizu maksimuma. Izboljšave sistemov ločenega zbiranja ter inovacije v tehnologiji sortiranja in recikliranja lahko dodatno povečajo kakovost in razpoložljivost sekundarnih surovin, ocenjuje Evropska komisija in dodaja, da lahko dobavo ogrozi tudi vse večji obseg izvoza predelane papirja v države, ki niso članice EU.

In tu so **cene energije**. Višje cene električne energije v Evropi skupaj z višjimi cenami plina v primerjavi z ZDA ali Kitajsko postavljajo sektor v slabši konkurenčni položaj na svetovni ravni.

Dejstvo je, da številke potrjujejo velike izzive sektorja: na začetku omenjeno poročilo združenja Cepi jasno kaže na krčenje števila podjetij v sektorju (pribl. 1100 leta 1991 in pribl. 650 v letu 2024) in velik padec števila zaposlenih (420 000 leta 1991 in 174 000 lani) v dobrih treh desetletjih.

Trajnost je postala zaščitni znak sektorja

Kaj pa v zadnjih letih od 2020 do 2024 kaže statistika? Poraba papirja in kartona se je v letu 2024 v primerjavi z 2023 povečala za 7 odstotkov, rast je bila zabeležena v vseh segmentih industrije celuloze in papirja. Proizvodnja embalažnega papirja in kartona je vodilna s 6,7-odstotnim povečanjem proizvodnje, proizvodnja "tissue" papirja pa se je povečala za 5,6 odstotka. Grafični papir, ki se uporablja za knjige, časopisni papir ter tiskarski in pisalni papir, je vsaj začasno ustavil zgodovinsko padanje, saj se je proizvodnja leta 2024 povečala za 3,8 odstotka.

Vendar pa je proizvodnja v vseh energetsko intenzivnih sektorjih, vključno s papirjem, še vedno za 10–15 odstotkov nižja kot leta 2021, ko je bila pandemija covid-19 na vrhuncu. Delno je krivo težko evropsko gospodarsko okolje, vendar imajo proizvodni in regulativni stroški še naprej vse večjo vlogo pri zaostajanju konkurenčnosti EU, opozarja Cepi.

Izvoz papirja in kartona se je leta 2024 na letni ravni povečal za 4,6 odstotka, vendar je za 19 odstotkov nižji kot leta 2020. Celuloza in papir sta med evropskimi industrijskimi sektorji edinstveno uspešna izvoznika, kar pomeni, da razvoj svetovne trgovine nanju bolj vpliva kot na druge. Naraščajoče trgovinske napetosti in presežne zmogljivosti v nekaterih svetovnih regijah so zaostriale konkurenco. Predvsem so Združene države Amerike drugi največji uvoznik izdelkov iz papirja in kartona v EU ter drugi največji vir uvoza papirja in kartona v EU.

»Kljub izjemni negotovosti sektor še naprej uresničuje agendo trajnosti, ki je postala njegov zaščitni znak,« poudarjajo v Cepiju. **Emisije CO₂ v evropski industriji celuloze in papirja so se v primerjavi z letom 2005 zmanjšale za 50 odstotkov**, s čimer se je uspešno ločila povezava med temi emisijami in rastjo proizvodnje. Emisije CO₂ na tono proizvedenega papirja in kartona so se leta 2024 zmanjšale za 6,3 odstotka na 0,24 tone CO₂ na proizvedeno tono. To je posledica vlaganja v čistejšo tehnologijo, okolju prijaznejša goriva in energetsko učinkovitejšee delovanje.

Posebnost sektorja je njegov prispevek k strateški avtonomiji EU, saj je bilo leta 2024 91 odstotkov naravnih vlaken pridobljenih znotraj EU, in sicer prek trajnostno upravljanih gozdov in trga zdravega papirja za recikliranje.

Učinkovita raba virov nedvomno pomeni priložnost za industrijo papirja in celuloze. Novi procesi lahko ponudijo inovativne načine za razvoj novih izdelkov in aplikacij, ki temeljijo na celuloznih vlaknih in ustvarjajo večjo dodano vrednost. Novi poslovni koncepti lahko omogočijo, da industrija izkoristi celoten potencial lesa in lesnih vlaken za proizvodnjo izdelkov in novih materialov za tekstilno, kozmetično, živilsko in farmacevtsko industrijo. Prebojne tehnologije, kot so tehnologije za zmanjšanje porabe toplote pri proizvodnji papirja z manjšo porabo vode, so potrebne za doseganje ciljev sektorja za načrt za nizkoogljično biogospodarstvo do leta 2050. Ti cilji vključujejo 80-odstotno zmanjšanje emisij CO₂ in 50-odstotno rast vrednosti do leta 2050.

Sektor celuloze in papirja je torej v letu 2024 ostal odporen, okrevanje pa je delno izravnavalo upad v letih 2021–2023. Čeprav regulativni pogoji za globalno konkurenčnost ostajajo problem, ostajata trajnost in razogljičenje prednostni nalogi, poudarjajo v tej industriji.

Cene, cene, cene

Glede na to, da je EU nedavno zabeležila leto dni od Draghijevega poročila o prihodnosti evropske konkurenčnosti, ko se je izpostavilo v Evropi relativno precej višje cene elektrike in plina kot v ZDA in na Kitajskem, zaradi česar trpi konkurenčnost Evrope, je od poletja poudarek na pomoči industriji tudi z nižjimi cenami elektrike.

Potem ko je Evropska komisija 25. junija letos sprejela nov okvir za državno pomoč, ki podpira dogovor o čisti industriji (State aid framework accompanying the Clean Industrial Deal – CISAF) in določa pogoje, pod katerimi lahko države članice v skladu s pravili EU o državni pomoči odobrijo podporo za nekatere naložbe in cilje, med drugim tudi za stroške električne energije, so se sep-



tembra in oktobra večkrat sešli predstavniki Energetske zbornice Slovenije (EZS) in Gospodarske zbornice Slovenije (GZS) ter Ministrstvu za okolje, podnebje in energijo (MOPE) predstavili ključne točke oziroma pogoje, pod katerimi naj bi pomoč največjim in elektro najbolj intenzivnim podjetjem dodelila tudi Slovenija. **Cilj ukrepa je zagotoviti boljše konkurenčne pogoje za industrijska podjetja z visoko porabo elektrike, ob hkratni zavezi k vlaganju v zeleni prehod (razogljičenju in obnovljivim virom energije). Shema pomoči bo veljala med letoma 2026 in 2030.**

Predsednik EZS Aleksander Mervar je v minulih letih izrazil mnenje, da Slovenija dolgoročno ne bo primerna za visokoenergetsko intenzivno industrijo. Tudi porabniki elektrike, to smo vsi, moramo vedeti, da bo treba zeleni prehod plačati, kot ga plačujejo denimo Nemci, dodaja Mervar, kjer imajo gospodinjstva višje končne cene elektrike od slovenskih.

Mervar je pripravil tudi analizo končnih cen električne energije za gospodarske (in tudi gospodinske) odjemalce v prvem polletju leta 2025 v Sloveniji. Končne cene električne energije za gospodarske odjemalce so bile v prvem polletju leta 2025 v Sloveniji povsem konkurenčne končnim cenam v državah članicah EU, za gospodinjstva pa so bile celo med najnižjimi v Evropski uniji, kaže njegova analiza, tudi ko je upošteval končne podatke.

Po podatkih evropskega statističnega urada Eurostat za šest porabniških skupin negospodinskih porabnikov je svojo analizo osredotočil na tri največje porabniške skupine, in sicer na negospodinske porabnike z letno porabo od 20 000 do 19 999 MWh, negospodinske porabnike od 20 000 do 69 999 MWh in negospodinske porabnike z več kot 70 000 MWh letne porabe, saj te tri skupine predstavljajo hrbtenico slovenskega gospodarstva in največje izvoznike na evropske in svetovne trge. Vse tri skupine so imele v prvem polletju leta 2025 bistveno nižje končne cene električne energije glede na povprečje vseh štirih sosednjih držav:

- negospodinski porabniki z letno porabo od 2000 do 19 999 MWh so imeli končne cene za 20,9 odstotka nižje od povprečja sosednjih držav;
- negospodinski porabniki s porabo od 20 000 do 69 999 MWh so imeli končne cene nižje za 20 odstotkov glede na povprečje;
- negospodinski porabniki z več kot 70 000 MWh letne porabe so imeli končne cene za 12 odstotkov nižje glede na povprečje sosednjih držav.

Iz tega izhaja tudi prepričanje, da cene elektrike v Sloveniji za slovenske (velike) odjemalce ne znižujejo njihove konkurenčnosti – z drugimi besedami: niso ključni vzrok za težave industrije. Je pa res, da sta EZS in GZS prav poleti skupaj ugotavljala, da so bile težava v preteklosti cene predvsem v največji porabniški skupini IF (70 000–149 999 MWh), kamor sodijo energetske najbolj intenzivna podjetja, medtem ko so imeli manjši poslovni odjemalci (obrtniki in mala podjetja) v Sloveniji relativno ugodnejše cene elektrike od povprečja EU. Skupina nad 70 000 MWh porabe je denimo imela po zadnjih Eurostatovih podatkih za prvo polletje 2025 za 3,5 odstotka višje cene, za zadnje četrletje 2024 pa za 23,4 odstotka višje cene v primerjavi s cenami v EU. Ta skupina je, kot omenjeno, v primerjavi s sosednjimi državami beležila za 12 odstotkov nižje cene v prvem polletju 2025, še v zadnji četrtini 2024 pa so bile višje za 3,9 odstotka.

Uhajanje ogljika je realnost

Vrnimo se k nasploh višjim »evropskim« cenam energentov: Bruselj se zaveda, da z višjimi cenami energentov v EU – medtem ko ameriški in kitajski tekmeci plačujejo precej manj, s čimer »pridejo čez« z nižjimi stroški – ne bo mogoče konkurirati. »Uhajanje ogljika« postaja še kako resnično. Na seznamu ogroženih sektorjev je tudi proizvodnja papirja in kartona, vendar pa tudi cela vrsta energetskih in ostalih panog: pridobivanje črnega premoga, surove nafte, železove rude in rud drugih neželeznih kovin, mineralov za kemikalije in gnojila, proizvodnja olja in maščob, škroba in škrobnih izdelkov, sladkorja, tekstilna in usnjarska industrija, proizvodnja naftnih derivatov, proizvodnja tehničnih plinov, proizvodnja stekla, cementa, apna, aluminija, bakra, tudi proizvodnja jedrskega goriva.

Podjetja v EU so se v letu 2024 soočala s cenami električne energije, ki so bile 2–3-krat višje kot v ZDA, ter s cenami zemeljskega plina, ki so 4–5-krat višje kot v ZDA. Kako s takšno ravni cen tekmovati z drugimi? Kako naj bo evropska industrija konkurenčna s svojimi tekmeci iz ZDA ali Kitajske, če mora po eni strani zadostiti zahtevnejšim okoljskim in socialnim standardom in po drugi strani plačevati za energente toliko več?

Že pred leti se je v EU pojavil izraz »uhajanje ogljika« (angl. **carbon leakage**), ki pomeni selitev proizvodnje iz Unije v druge dele sveta, kjer okoljski standardi niso tako strogi. Uhajanje ogljika lahko pomeni dejanski prenos proizvodnje v tretje države, kjer veljajo manj stroge zahteve glede zniževanja emisij, lahko pa pomeni tudi, da proizvode iz EU



zamenjajo uvoženi proizvodi z večjim ogljičnim odtisom. Ogrožena je/bo proizvodnja tistih delov gospodarstva, ki imajo v primerjavi s konkurenco nesorazmerno visoke stroške, v številni stroške energentov in pa seveda kuponov CO₂. Največji onesnaževalci morajo namreč v EU kupovati emisijske kupone, poleg industrije pa jih morajo kupovati tudi termoelektrarne in toplotarne (za delež emisij toplogrednih plinov, ki so posledica uporabe fosilnih goriv za proizvodnjo električne energije).

Gre za pomembno industrijo, za katero se tudi EU zaveda, da je ključna za njen dolgoročni razvoj. V svojih poročilih o strateškem predvidevanju (Strategic Foresight Reports) EU tako izpostavlja pomen zagotavljanja brezogljicne in cenovno dostopne energije ter tudi strateškega upravljanja oskrbe s ključnimi materiali in blagom s sprejetjem dolgoročnega sistemskega pristopa, da bi se izognili novi pasti odvisnosti.

Razlog, da EU plačuje za energijo več kot glavni konkurenti, je predvsem posledica pomanjkanja naravnih virov v Evropi. Ni pa to edini razlog. Draghi (2024) v svojem poročilu omeni tudi temeljne težave na skupnem evropskem energetskem trgu: »Tržna pravila industriji in gospodinjstvom preprečujejo, da bi pri svojih računih v celoti izkoristili prednosti čiste energije. Visoki davki in rente finančnih trgovcev povečujejo stroške energije za naše gospodarstvo. Srednjeročno bo razogljčenje pomagalo preusmeriti proizvodnjo električne energije na varne in poceni čiste energetske vire. Vendar bodo fosilna goriva vsaj do konca tega desetletja (torej do leta 20230) še naprej igrala osrednjo vlogo pri oblikovanju cen energije. Brez načrta za prenos koristi razogljčenja na končne uporabnike bodo cene energije še naprej pritiskale na rast.«

Za uspešen razvoj inovacij za zeleni prehod so potrebni tudi globalno enaki konkurenčni pogoji, se zaveda EU. Hkrati pa je tu tudi spoznanje o vse večji kitajski konkurenci na področjih čistih tehnologij in električnih vozil, kar je mogoče zaradi kombinacije obsežne industrijske politike Kitajske in subvencij, hitrih inovacij, nadzora nad surovinami in zmožnosti množične proizvodnje. Večja odvisnost od Kitajske je lahko najcenejša in najučinkovitejša pot za doseganje evropskih ciljev glede razogljčenja, vendar pa istočasno predstavlja grožnjo prav panogam, ki omogočajo razogljčenje.

Dodati velja še, da pri nas ne gradimo niti enega velikega energetskega projekta bodisi v obnovljive bodisi v nizkoogljicne vire. Venomer se soočamo z nasprotovanjem tovrstnim projektom, vsi pa bi imeli elektriko in toploto ves čas. Po možnosti zastoj. Če novih objektov ne bomo gradili, s tem povečujemo uvozno odvisnost. Energetska odvisnost od uvoza, torej od drugih držav, pomeni manjšo varnost, večjo ranljivost in nepredvidljive cene.

EZS je v jesenskih mesecih »davnega« leta 2021, ko smo bili vsi priča enormno visoki rasti cen vseh energentov, še posebej zemeljskega plina in električne energije, posebej izpostavila, da so razmere pravzaprav »idealne«, da se naporji vseh deležnikov usmerijo v izvedbo dolgoročnejših ukrepov, med katere lahko uvrstimo vlaganja v zadostne zmogljivosti oziroma izgradnjo novih, tudi jedrskih, proizvodnih enot za električno energijo in v vse razpoložljive obnovljive vire energije (OVE) pa tudi v energetske izrabo odpadkov, saj odpadki, ki so primerni za termično obdelavo, predstavljajo domači vir energije in s tem vplivajo na dvig energetske samozadostnosti. Vse sile bi morale usmeriti v večjo energetske samozadostnosti države.

Naj končam s poudarkom iz poletnega intervjuja za Glas gospodarstva: **energetika je pred intenzivnim razvojnim ciklom, govorimo o milijardah v Sloveniji in seveda tudi na ravni EU, za kar bodo potrebni finančni viri, ki pa niso zagotovljeni. In marsikdo pozabi, da brez teh vlaganj tudi gospodarskega razvoja v splošnem ne bo.** Četudi v nekaterih trenutkih poznamo pojav negativnih cen električne energije, pa je nerealno pričakovati, da bodo končne cene padale, saj nove proizvodne enote v sistemu in hkraten razvoj omrežja zahtevajo velika vlaganja. Izgradnja energetskih objektov pa je temeljnega pomena za blaginjo družbe.

Mag. Ana Vučina Vršnak,
izvršna direktorica Energetske zbornice Slovenije

► Miti in resnice o papirju

Digitalizacija z »roko v roki« s papirjem

Digitalisation hand in hand with paper

Digital and paper can complement each other—true contemporariness means choice and flexibility, a possibility for each user to decide for themselves what kind of communication they want. Paper documents remain a reliable, tangible, and trustworthy form, while digital brings speed and accessibility. A combination of both is crucial to inclusive and efficient communication, ensuring that no one is excluded.

Digitalna komunikacija je v zadnjih letih prisotna skoraj povsod. Številna podjetja in ustanove pa spodbujajo potrošnike, naj se odpovejo papirju, pogosto celo zaračunajo dodatno, če želijo prejeti račun ali izpisek po pošti.

A digitalno ni vedno najboljša rešitev za vse. Starejši, invalidi, prebivalci podeželja in gospodinjstva z nižjimi dohodki se pogosto zanašajo na papirne dokumente. V Sloveniji skoraj četrtina ljudi, starejših od 55 let, nima dovolj digitalnih veščin za samostojno elek-

tronsko komunikacijo. Mnogi uporabniki tudi doma redno tiskajo digitalne dokumente za arhiv ali varnost – 53 odstotkov Evropejcev tako priznava, da brez papirno v resnici ni popolnoma brez papirja.

Pogosto se pravice do papirnih dokumentov zaračunavajo ali oglašujejo kot okolju prijazna rešitev, a raziskava Two Sides iz leta 2025 kaže, da 56 odstotkov potrošnikov meni, da ponudniki digitalni prehod promovirajo predvsem zaradi lastnih prihrankov, ne zaradi skrbi za okolje. 65 odstotkov potrošnikov nasprotuje dodatnemu plačilu za papirne račune. Hkrati 57 odstotkov ljudi skrbi

za varnost osebnih podatkov, polovica pa meni, da preveč časa preživi na digitalnih napravah.

Digitalno in papir se lahko dopolnjujeta – prava sodobnost pomeni izbiro in fleksibilnost, možnost, da vsak uporabnik sam odloča, kakšno obliko komunikacije želi. Papirni dokumenti ostajajo zanesljivi, otipljivi in zaupanja vredna oblika, digitalno pa prinaša hitrost in dostopnost. Kombinacija obojega je ključ do vključujoče in učinkovite komunikacije, pri čemer nihče ni izključen.

Povzeto po Two Sides;
zapisala Ana Rebič, ZPPPI

PPWR kot priložnost za preobrazbo papirne in embalažne industrije

PPWR as an opportunity to transform the paper and packaging industry

The new Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) changes the legislative framework in the field of packaging most extensively in recent decades. Although perceived by many as a regulatory challenge, it also creates numerous development and business opportunities for the paper industry, from innovation in materials to new circular economy business models.

Nova evropska uredba o embalaži in embalažnih odpadkih (PPWR) prinaša najboljše spremembo zakonodajnega okvira na področju embalaže v zadnjih desetletjih. Čeprav jo mnogi dojemajo kot regulativni izziv, prinaša hkrati številne razvojne in poslovne priložnosti za papirno industrijo, od inovacij v materialih do novih poslovnih modelov krožnega gospodarstva.

Ko je Evropski parlament lani dokončno sprejel Uredbo o embalaži in odpadni embalaži (Packaging and Packaging Waste Regulation – PPWR), je bilo jasno, da gre za prelomni trenutek. Uredba, ki bo neposredno veljala v vseh državah članicah Evropske unije (EU), postavlja strožje, merljive in enotne zahteve na področju embalaže. V ospredju so trije cilji: zmanjšanje količine embalaže, povečanje deleža recikliranih vsebin in obvezna reciklabilnost vseh embalažnih materialov do leta 2030. Hkrati PPWR omejuje uporabo določenih vrst embalaže za enkratno uporabo in postavlja nove standarde za označevanje, oblikovanje in učinkovitost uporabe prostora pri pakiranju.

Za papirno industrijo to lahko pomeni pomemben premik paradigme. Papir lahko postane zamenjava za plastiko in strateški material prihodnosti pod pogojem, da izpolnjuje merila popolne reciklabilnosti, funkcionalnosti in trajnostne učinkovitosti.

Od skladnosti h konkurenčni prednosti

Skladnost z novo zakonodajo postaja priložnost za tehnološki in poslovnih napredek. Podjetja, ki bodo pravočasno prilagodila svoje portfelje, bodo v dvojni prednosti, saj se bodo lažje prilagodila novim pravilom igre in se hkrati na trgu uveljavila s pionirskimi in naprednimi rešitvami.

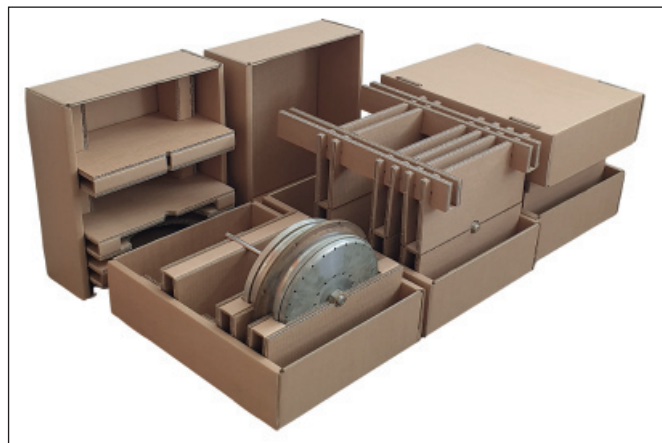
Za papirno industrijo to pomeni usvojitev principa oblikovanja embalaže po načelih »design for Recycling«, razvoj novih monomaterialnih embalažnih rešitev, optimizacijo uporabljenih materialov, izboljšanje izhodne logistike njihovih izdelkov ter uvedbo transparentnih informacijskih označb o sestavi in možnosti recikliranja. Takšne spremembe zahtevajo sodelovanje z naročniki, proizvajalci embalaže, trgovci in podjetji, ki zbirajo in reciklirajo surovine. Gre torej za celovito upravljanje embalažne vrednostne verige in hkrati priložnost, da se papirna industrija znova pozicionira kot vodilna sila v prehodu na krožno gospodarstvo.

Inovacije, ki kažejo smer

V podjetju DS Smith Slovenija stremimo k razvoju embalažnih rešitev, ki dokazujejo, da lahko karton nadomesti umetne materiale tudi na zahtevnih industrijskih področjih, ne da bi pri tem ogrozil funkcionalnost, varnost ali vizualen učinek izdelka. To potrjuje tudi nedavna nagrada AmCham Best of the Best 2025 v kategoriji Inovativnost, podeljena prav za naše inovacije »plastic-replacement«.

Med njimi izstopa projekt z BSH Nazarje. Univerzalna zaščita ročnih mešalnikov Bosch je monomaterialna konstrukcija iz valovitega kartona, ki omogoča varno in hitro pakiranje treh različnih modelov aparatov, zmanjšuje število embalažnih komponent in zagotavlja visoko stopnjo reciklabilnosti, hkrati pa naslavlja zahteve PPWR po zamenjavi vložkov EPS.

Pri rešitvi Virtus Eva za podjetje Danfoss Trata kartonski vložki nadomeščajo stiropor in so prilagojeni več dimenzijam ventilov, kar zmanjšuje porabo materiala in poenostavlja recikliranje. Obe podjetji



Fotografije: arhiv DS Smith Slovenija, foto: Jaka Ceglar – primeri inovativnih embalažnih rešitev iz valovitega kartona

postopno prehajata na v celoti kartonske embalažne rešitve na širšem portfelju izdelkov.

Tudi zaščita avtomobilskih nosilcev koles za TPV Automotive dokazuje, da lahko valoviti karton nadomesti večmaterialne sisteme. Nepovratna embalažna rešitev omogoča varen ladijski transport v Azijo, optimalno izrabo prostora in popolno krožnost.

Kot dober primer iz prakse pa izstopa še DS Smith Easy Bowl za Panvito, embalaža za sveže meso, ki zmanjšuje uporabo plastike za do 85 %, je primerna za obstoječe linije MULTIVAC in ne zahteva dodatnih investicij. Rešitev združuje visoko zaščitno funkcijo z estetsko vrednostjo, omogoča izvrstno znamčenje na kartonskih površinah in je popolnoma reciklabilna.

Številne spremembe se bodo tokrat prvič dotaknile tudi farmacevtske industrije, za katero so do zdaj veljale številne izjeme. Za sekundarno in terciarno embalažo (transportne škatle, vložki, zunanja embalaža) bo treba že zdaj delati na optimizaciji: manj plastike, več reciklirane vsebine, možnost vnovične uporabe. Številne zahteve glede označevanja, sledljivosti in dokumentacije pa odpirajo možnosti inovativnih tiskov, nanosov in varnostnih elementov.

Izzivi implementacije in slepe pege

Čeprav uredba formalno začne veljati avgusta 2026, ukrepi pa se uvajajo postopoma, časa ni več veliko. Ključni izziv za industrijo bo enotna interpretacija zahtev, zlasti na področju označevanja in dokazovanja reciklabilnosti. Dodatna nevarnost je preveliko zanašanje na papir kot samoumevno trajnosten material. Številne papirne embalaže danes zaradi laminatov, lepil ali bariernih slojev niso v celoti reciklabilne. V prihodnje odločilen kriterij torej ne bo le material, pač pa dejanska možnost recikliranja v obstoječih tokovih. Prav zato bo vloga raziskav, pilotnih projektov, inoviranja in medsebojnega sodelovanja znotraj industrije ključna.

Če bo papirna in papirno predelovalna industrija pravočasno prepoznala priložnost, regulative ne bo sprejela kot dodatno administrativno breme, pač pa jo bo izkoristila za zagon inovacij, učinkovitosti in tržno diferenciacijo.

Nina Maurovič,
vodja marketinga in trajnosti, DS Smith EMEA East

Strokovna ekskurzija DITP 2025

DITP excursion 2025

This year's excursion of the Pulp and Paper Engineers and Technicians Association (DITP) took place at B&B Papirnica Vevče and Calcit, and concluded at Eco Resort in Kamnik.

Letošnja strokovna ekskurzija Društva inženirjev in tehnikov papirništva je potekala v papirnici B&B Vevče ter podjetju Calcit, za konec pa zaključili v Eco Resortu Kamnik.

Z letošnjo strokovno ekskurzijo DITP 2025 nismo imeli sreče že od začetka načrtovanja. Sprva smo razmišljali o izvedbi v tujini, vendar so bile izbrane destinacije preveč razpršene za enodnevni izlet, zato smo se odločili, da tokrat ostanemo v Sloveniji. Kot zanimivi in strokovno povezani lokaciji sta se ponudili podjetji M&M Količevo in Calcit Kamnik, obisk pa smo želeli dopolniti še z ogledom Eco Resorta Kamnik, saj smo tudi letos želeli poudariti pomen ekologije in trajnostnega razvoja.

Kljub dobri organizaciji so se kmalu pojavili zapleti. V prvotno izbranem terminu so bili v obeh podjetjih načrtovani remont in vzdrževalna dela, zato smo ekskurzijo prestavili na jesenski termin – 25. september 2025. Tik pred izvedbo pa je prišlo še do odpovedi obiska v podjetju M&M Količevo zaradi višje sile. Nadomestno gostoljubje je velikodušno ponudilo podjetje Papirnica Vevče, kar smo z veseljem sprejeli.

Zbrali smo se v četrtek, 25. 9. 2025, ob 9. uri pred Papirnico Vevče, kjer nas je kot vedno prijazno sprejela gospa Sotlar. Po dobrodošlici in predstavitvi podjetja smo se v sejni sobi seznanili z zgodovino podjetja, organizacijsko strukturo ter ključnimi člani strokovnega vodstva. Po prigrizku, ki je bil prav tako biološko usmerjen, smo se v dveh skupinah odpravili na ogled proizvodnje. Ogledali smo si skladišče vhodnih surovin, pripravo snovi, čistilno napravo ter delovanje papirnega in premaznega stroja. Vodiča sta podrobno razložila značilnosti obeh strojev, kar je bilo za udeležence zelo zanimivo. Obiskali smo tudi oddelek dodelave, ki je po obsegu in organiziranosti impresiven, še posebej za nas, ki prihajamo iz manjših podjetij. Celoten obrat je urejen, sodoben in tehnološko dovršen. Ogled smo zaključili s prijetnim klepetom in zahvalo predstavnikom podjetja za tople sprejem.

Naša pot se je nato nadaljevala proti Kamniku, natančneje v Stahovico, kjer je kamnolom podjetja Calcit. Na vhodu nas je pričakal gospod Albin, ki nas je popeljal po območju in nam predstavil zgodovino podjetja ter način delovanja kamnoloma. V kamnolomu pridobivajo apnenec in kalcit, in sicer ločeno, na različnih območjih. Udeleženci smo spoznali celoten postopek od vrtnanja in polnjenja razstreliva do odstrejanja, ki ga izvajajo dvakrat na teden. Posebno pozornost namenjajo varnosti in okolju –



vodo za pranje materiala črpajo iz lastne vrtnice, jo reciklirajo in nimajo izpustov v naravo. Prevozne površine redno vlažijo, da preprečujejo pršenje, kar je poleg hrupa eden največjih izzivov pri delu v kamnolomu.

Po ogledu kamnoloma smo obiskali še proizvodnjo kalcijev-karbonatnih pigmentov, polnil in granulatov, kjer smo se znova razdelili v dve skupini. Zaradi hrupa je bil postopek mletja najprej predstavljen v operaterski sobi, nato pa smo si ga ogledali še v živo. Navdušili sta nas čistoča in natančnost proizvodnje, kljub delu z zelo finimi trdnimi frakcijami. Videli smo dve fazi mletja ter obiskali nov, svetel in odlično opremljen laboratorij, kjer nas je s predstavitvijo navdušila vodja laboratorija.

Ekskurzijo smo zaključili v Eco Resortu Kamnik, kjer smo se najprej okrepčali s kosilom, nato pa nam je gostiteljica predstavila zgodbo nastanka in razvoj resorta. Ogledali

smo si glamping hiške različnih velikosti, restavracijo, kamp za avtodome, manjši bazen, savno ter vrt, na katerem pridelujejo zelenjavo za lastno uporabo. Posebno zanimanje so vzbudile živali in ribnik, največ pozornosti pa je pritegnil 18 metrov visok lesen razgledni stolp, ki naj bi bil po besedah gostiteljice najvišja lesena lovška opazovalnica na svetu.

Ekskurzije se je udeležilo 16 članov iz Vevč, Medvoda, Radeča in ICP. Sklenili smo, da so strokovne ekskurzije po Sloveniji morda manj priljubljene kot tiste v tujini, a letošnja izkušnja je pokazala, da imamo doma ogromno zanimivih, inovativnih in uspešnih podjetij, ki si zaslužijo našo pozornost. Polni novih vtisov in idej z veseljem pričakujemo strokovno ekskurzijo DITP 2026 ter se že veselimo novih predlogov in pobud za naslednje leto.

Maks Pregrad, vodja proizvodnje PS5,
Radeče papir nova



Grafična preobrazba naslovnice revije Papir, kot jo vidijo magistrski študentje grafičnih in interaktivnih komunikacij

Visual transformation of the cover of the Papir magazine as seen by master's students of graphic and interactive communications

The visual image of a product is crucial to its recognition and perception. Therefore, the visual image should be viewed as a 'live' organism that ages and changes over time, dictating its temporal limitation and the need for modernisation. The presented proposals for a new visual image of the cover of the Papir Magazine are concepts prepared by master's students of Graphic and Interactive Communications at the Faculty of Natural Sciences and Engineering of the University of Ljubljana.

Grafična podoba izdelka je ključnega pomena pri njegovi prepoznavi in zaznavi. Zato je na grafično podobo treba gledati kot na živ organizem, ki se s časom stara in spreminja, kar narekuje njegovo časovno omejenost in nujnost po posodobitvi. Predstavljeni predlogi nove grafične podobe naslovnice revije Papir so idejne zasnove magistrskih študentov grafičnih in interaktivnih komunikacij Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Na podan izziv se je odzvalo sedem študentov, pri čemer je najbolj izstopala predloga Lovra Frece. Vsem snovalcem predlog smo poslali vprašalnik, v katerem so pojasnili svojo idejno zasnovo nove grafične podobe naslovnice revije Papir.



Lovro Frece

Področje zanimanja?

Znamčenje (angl. Branding)

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Pri oblikovanju naslovnice me je vodil cilj, da ustvarim naslovnico, ki bo razlikovalna in bo neposredno povezana s papirno industrijo, v kateri prevladujejo znanost, tehnika in preprostost vpletenih ljudi.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Naslovnica se z vsebino, ki jo nosi, poveže prek koncepta A-formata papirja, ki je za vse, razen Američane in še nekaj malega držav, izjemno lep format. A-format v naslovnici nadomesti črko I, kar celotni naslovnici doda težo in element, ki je razločevalen. Mreža je sila preprosta in poudarja švicarsko natančnost in red, brez katerega v papirni industriji pač ne gre. Tretjo dimenzijo pa naslovnici vedno doda



Marika Gönz

Področje zanimanja?

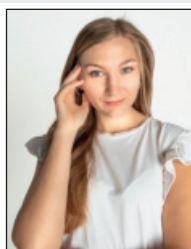
Zanimajo me povezave med umetnostjo, oblikovanjem in tehnologijo, predvsem grafično oblikovanje, tisk, tekstil, trajnostni materiali, vizualna komunikacija ter razvoj ustvarjalnih in poslovnih procesov v industriji. Rada raziskujem, kako se estetika, funkcionalnost in trajnost med seboj prepletajo ter vplivajo na ljudi in okolje.

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Pri oblikovanju naslovnice me je vodila želja po preprostosti, simboliki in izrazu skozi materialnost. Želela sem ustvariti vizual, ki deluje umirjeno, a hkrati nosi sporočilo. Povezavo med naravo, ročno izdelanim papirjem in skrbjo za okolje.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Izbira pingvinov ni naključna. Predstavljajo skupnost, čistočo in ravnesje, kar sem želela prenesti tudi v vizualni jezik naslovnice. S svojo simboliko opozarjajo na povezanost človeka z naravo in pomen odgovornega ravnanja z materiali, kot je papir.



Miša Marguč
Jensterle

Področje zanimanja?

Oblikovanje blagovnih znamk, grafično in spletno oblikovanje, UX-/UI-oblikovanje

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Pri oblikovanju sem želela združiti industrijski značaj papirne proizvodnje z idejo napredka in rasti. Navdih sem črpala iz papirja kot materiala, tj. mehke plasti, izrežane oblike ponazarjajo gibanje in razvoj panoge.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Naslovnica simbolizira rast in trajnostni razvoj papirne industrije. Stolpnice in proizvodne stavbe se prelivajo v grafikon rasti, kar ponazarja povezanost tradicije in inovacij.





Tina Žibert

Področje zanimanja?

Oblikovanje.

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Želela sem ustvariti minimalistično naslovnico, ki v ospredje postavi material.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Z naslovnico sem želela poudariti, kako samoumeven je papir v našem vsakdanu. Čeprav ga redko opazimo, je neločljiv del skoraj vsakega trenutka, tj. od pisanja do ustvarjanja. Namen naslovnice je, da nas s svojo preprostostjo opomni na njegovo prisotnost in pomembnost.



Katja Zorko

Področje zanimanja?

Fotografija in grafično oblikovanje, predvsem branding. Zanimajo me tudi vizualne umetnosti, kot so slikarstvo, umetniška fotografija, digitalna ilustracija in animacija.

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Pri oblikovanju naslovnice me je vodila želja poudariti material, papir, kot nekaj oprijemljivega. Želela sem, da naslovnica ne deluje le kot natisnjena površina, temveč kot objekt, ki deluje pristno. Zato sem uporabila minimalistične motive prepognjenega papirja, ki poudarjajo materialnost medija.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Prepognjen papir predstavlja oprijemljivost in pristnost. Papir je medij, s katerim lahko delamo, ga mečkamo, trgamo in prepogibamo. Minimalistična izvedba pa poudari bistvo papirja kot medija, tj. njegovo površino, teksturo in preprostost.



Nina Kuhar

Področje zanimanja?

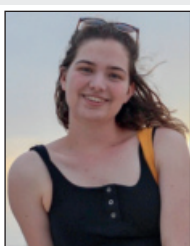
Oblikovanje in animacija.

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Minimalizem. Igranje s sencami in teksturo papirja.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Želela sem predstaviti lastnosti papirja na najbolj enostaven način, kaj če bi naslovnica bila papir. Prazen prostor ni nujno dolgočasen, sence in belina so lahko močan grafični element. Želela sem predstaviti naslovnico s čim manj elementi.



Lea Lavrenčič

Področje zanimanja?

Grafično oblikovanje, oblikovanje prelomov in naslovnice, fotografija, ilustracija.

Kaj vas je vodilo pri oblikovanju naslovnice revije Papir?

Papir je bil moj prvi ustvarjalni medij. Čeprav nas danes obdaja digitalni svet in tudi jaz ustvarjam večino stvari digitalno, se še vedno znova rada vračam k papirju, za skiciranje idej ali ko ustvarjam sama zase.

Predstavite nam pomen naslovnice.

Na papirju je upodobljen nedokončan črno bel cvetlični motiv, v katerem se iz praznine postopoma razvijejo nežno obrobljeni cvetovi v vedno bolj dovršene oblike. Motiv predstavlja proces dela/ustvarjanja, kjer se iz praznine razvije misel/ideja na papir.





Sodelovanje med 4evergreen in Inštitutom za celulozo in papir

Collaboration between 4evergreen and the Pulp and Paper Institute

4evergreen is a cross-industry alliance of over 100 members representing the entire lifecycle of fibre-based packaging. Together, they share expertise to develop tools and guidelines for an even more sustainable sector. The goal is to reach a 90% recycling rate of fibre-based packaging by 2030. ICP joined 4evergreen in 2022 and has been actively involved in Work Stream 1, which focuses on the Recyclability Evaluation Protocol. In September, ICP conducted an online seminar titled "Recyclability Evaluation Protocol—recycling mill with a conventional process". The seminar served as an introduction to the main event, i.e. on-site workshops held for the selected 4evergreen members. During the event, we gathered feedback and opinions from the participants.

4evergreen je medpanožno združenje, ki povezuje deležnike vzdolž celotne verige vrednosti s ciljem optimizacije krožnosti embalaže na osnovi vlaken in zmanjšanja vplivov na podnebne spremembe. Deluje pod okriljem CEPI. V združenju je več kot 100 članov s sedmih področij, raziskovalnih ustanov in zagonskih podjetij. Cilj do leta 2030 je doseči 90-odstotno stopnjo recikliranja embalaže na osnovi vlaken.

Področje 1 – Proizvajalci opreme in sistemov (Valmet, Voith, Bobst)

Področje 2 – Proizvajalci celuloze, papirja in kartona (Burgo, Mondi, Sappi)

Področje 3 – Dobavitelji lepil, premazov in tiskarskih barv (Omya, Solenis, Henkel)

Področje 4 – Proizvajalci in predelovalci embalaže (Ampcor, Tetra Pak, MM Group)

Področje 5 – Lastniki blagovnih znamk (Amazon, Apple, IKEA)

Področje 6 – Ponudniki in trgovci na drobno (Danone, Nestle, McDonald's)

Področje 7 – Ravnanje z odpadki in EPR-sistemi (Citeo, Expra, Fostplus)

Člani 4evergreen lahko sodelujejo v treh tehničnih delovnih skupih, ki razvijajo orodja in smernice za različne vidike trajnosti in krožnosti embalaže na osnovi vlaken. Rezultate tehničnih delovnih skupov z ustreznim občinstvom deli informacijsko-komunikacijski sklop, vse skupaj pa nadzira nadzorni odbor, ki združenju zagotavlja strateške usmeritve in nadzor nad njegovimi dejavnostmi (doseganje ciljev in dosežkov).

Sklop 1 – Protokol ocene reciklabilnosti (Recyclability Evaluation Protocol, 2025)

Sklop 2 – Smernice za izdelavo embalaže (Circularity by Design Guideline, 2024)

Sklop 3 – Smernice za zbiranje in sortiranje (Guidance on the Improved Collection and Sorting of Fibre-based Packaging for Recycling, 2024)



Laura in Manon po prejemu potrdila o udeležbi na delavnici. / Laura and Manon after receiving a certificate of attendance.



Alex, Michele, Cecilia in Tea po končani delavnici. / Alex, Michele, Cecilia, and Tea after the on-site workshop.



Zadnje različice dokumentov so dostopne na spletni strani 4evergreena: <https://4evergreenforum.eu/about/industry-tools-and-guidelines/>.

ICP je v združenje 4evergreen vstopil julija 2022 in se dejavno vključil v prvi delovni sklop, kjer se razvija metoda za določanje reciklabilnosti. Z vsem znanjem, ki smo ga v teh letih pridobili, smo na pobudo 4evergreen izvedli spletni seminar z naslovom *Recyclability Evaluation Protocol – recycling mill with conventional process*, ki je bil uvod v glavni dogodek, delavnice s prikazom izvedbe metode v laboratoriju na Inštitutu za celulozo in papir za izbrane člane 4evergreen združenja. V oktobru smo tako izvedli dve delavnici, eno za začetnike in eno za poznavalce metode.

Tea Kapun,
Inštitut za celulozo in papir

Vtisi udeležencev:

"I really enjoyed these 2 days training with ICP and it was nice to be able to see a full recyclability test. It is quite different to read a test method versus doing a test for real! It helped me to better understand the test; and understand some of the challenges linked to it too. I feel now more equipped to understand and analyze the test reports we will receive from this recyclability test. Tea and the team at ICP were super welcoming and by sharing their experience with the method, seeing real samples, it made me have a much better understanding of the recyclability test method."

Manon Vacher, LEGO Group, Danska

"Thanks to ASPAPEL's participation in the 4evergreen project, I had the opportunity to visit the ICP facilities in Ljubljana and learn alongside their team how the recyclability protocol works and how to implement it in the laboratory. On an academic level, it was very enriching to be able to put the procedures into practice and see the results first-hand, grounding our theoretical knowledge. And on a personal level, creating community throughout the value chain is always a good way to continue improving and learning from each other."

Cecilia Sanjuan Elejalde, ASPAPEL, the Spanish Association of Pulp and Paper Manufacturers

"The most valuable thing I learned was how to interpret the recyclability scoring process step by step. Our instructor Tea from ICP guided us clearly and patiently through each stage, for example explaining how to identify dry-removed components and how each test, such as disintegration, screening and sheet adhesion, contributes to the final score. We went through the 4evergreen lab report template in great details, which helped me understand how to read and fill in a report properly."

I didn't expect the training to be so hands-on. We didn't just observe, we actually took part in the tests, from preparing samples to making paper sheets ourselves using recycled materials. Seeing a piece of paper packaging being re-created through that process was genuinely fascinating, and it made the recycling cycle feel very real and tangible.

I was also impressed by the creativity at ICP. They shared some of their ongoing and completed projects, like turning the invasive Japanese knotweed into notebooks and testing paper composting under different environmental conditions over a long-time scale. These projects are not only inspiring but also show how sustainability can lead to very practical innovation. The research they are conducting today will play an important role in further examining and advancing sustainability practices in the future."

Alex-Qinhong Wu, Royalvaassen, The Netherlands

"I just wanted to say a big thank you for the training—it was a fantastic experience! It helped me better understand the paper recycling protocol and gave me much more clarity on how different sample structures can affect the final scores. Seeing the testing process firsthand really helped connect the dots with the results we've been working with. Being given the chance to take part in this training really boosted my motivation and made me feel even more connected to 4evergreen. It's definitely made me want to keep contributing and stay involved. Also, I want to say how impressed I was with Tea and her team. It's clear that she knows the protocol inside and out, and her professionalism throughout the training made a big difference. She created a really open and engaging environment, and I learned a lot thanks to her clear explanations and support."

Laura Blasco Galindo, Constantia Flexibles, Spain



Papirniška šola 2025/2026

Papermaking School 2025/2026

In September, the Pulp and Paper Institute launched the 8th edition of the Papermaking School—a well-established educational programme designed primarily for new employees in the paper and paper-converting industry. It is also open to anyone seeking to acquire or deepen their knowledge in the field of papermaking. This year, the programme has attracted 18 participants from various sectors, including the paper industry, graphic packaging, material suppliers, as well as one independent attendee. As part of the curriculum, we plan to organise visits to all six paper mills in Slovenia, offering participants valuable insights into real-world production environments, and helping them to connect theoretical knowledge with practical applications.

Na Inštitutu za celulozo in papir smo septembra začeli že z osmo izvedbo Papirniške šole. Gre za utečen izobraževalni program, namenjen predvsem na novo zaposlenim v papirni in papirno predelovalni industriji pa tudi vsem, ki želijo pridobiti ali nadgraditi znanje s področja papirništva.

Temelji programa so bili postavljeni leta 2013, ko je Inštitut za celulozo in papir kot vodilni partner v projektu Kompetenčni center za razvoj kadrov (KoCPI) skupaj z Združenjem za papirno in papirno predelovalno industrijo povezal 20 podjetij iz papirne in papirno predelovalne panoge. Osrednji cilj projekta KoCPI je bil razvoj kompetenc in dvig konkurenčnosti papirne in papirno predelovalne industrije z na novo pridobljenimi znanji. Povezovanje partnerjev znotraj projekta KoCPI je botrovalo iniciativama dveh izobraževalnih programov, ki sta omogočala pridobivanje branžno specifičnih znanj, ki jih prek javno veljavnega izobraževanja v Sloveniji ni mogoče pridobiti. Po končanem projektu KoCPI so partnerji iz papirne panoge ob pomoči Inštituta za celulozo in papir nadaljevali s prizadevanji po lastnem izobraževalnem programu. Tako so v letu 2016 pripravili in tudi že začeli s prvim izobraževanjem v okviru Papirniške šole [1].

Papirniška šola zajema celoten proces proizvodnje papirja in udeležencem omogoča pridobivanje osnovnih znanj, celostno razu-



Slika 1: Udeleženci v sejni sobi podjetja Vipap Videm Krško. / Participants in the meeting room of Vipap Videm Krško.

mevanje procesa ter specifična znanja, potrebna za vodenje posameznih faz proizvodnje.

Program se je skozi leta prilagajal interesom udeležencev, trendom in razvoju v pano-

gi, danes pa obsega 14 modulov v skupnem obsegu 93 ur.

V šolskem letu 2025/2026 bodo organizirani tudi strokovni ogledi vseh šestih sloven-

Program Papirniške šole

- Modul 1: Uvod v papirništvo
- Modul 2: Fizikalno tehnične osnove
- Modul 3: Surovine
- Modul 4: Priprava snovi
- Modul 5: Papirni in kartonski stroj
- Modul 6: Praktične vaje
- Modul 7: Oplemenitenje
- Modul 8: Dodelava
- Modul 9: Predelava in tisk
- Modul 10: Preverjanje skladnosti in življenjska doba izdelka
- Modul 11: Higijenski papir in izdelki
- Modul 12: Spremljajoči procesi
- Modul 13: Energija v papirništvu
- Modul 14: Ekologija in ekonomija



Slika 2: Zadovoljni obrazi udeležencev papirniške šole po ogledu podjetja Vipap Videm Krško. / Happy faces of the participants of the Papermaking School after visiting Vipap Videm Krško.



Slika 3: Ogled mlevnih naprav na Inštitutu za celulozo in papir. / Tour of the refining mills at the Pulp and Paper Institute.

skih papirnic, kar bo še nadgradilo pridobljeno teoretično znanje udeležencev.

Oktobra smo tako obiskali prvo papirnico, Vipap Videm Krško. Gostiteljica Milena Resnik nas je prijazno sprejela, nas na hitro popeljala skozi zgodovino podjetja, spregovorila pa je tudi o njegovem prestrukturiranju, izzivih in ciljih. Popeljala nas je skozi proizvodne obrate, kjer je ob ogledu podajala ključne informacije in razlage. Na ta način so udeleženci lahko pridobljeno znanje neposredno povezali s proizvodnim procesom.

Prednost šole je zagotovo v tem, da si udeleženci izmenjujejo izkušnje in mnenja s predavatelji in udeleženci iz različnih podjetij. Letos papirniško šolo obiskuje 18 udeležencev: papirnica Vevče (1), MM Količevo (5), RPN (3), Goričane (1), Calcit (4), Jamnik (2), GEP Štalekar (1) in ena oseba, ki ni povezana s papirništvom in bi rada pridobila znanje s tega področja.

Reference: [1] *Revija Papir*, junij 2017
Tea Kapun, Inštitut za celulozo in papir

Kaj o papirniški šoli mislijo naši letošnji udeleženci?

»Za obisk papirniške šole sem se odločila, da bi bolje spoznala vsakodnevno delo papirničarjev in ostalih zaposlenih v papirnicah. Vsako predavanje do zdaj, tudi prvi obisk papirnice v Krškem, nam je na začetku naše poti izobraževanja dalo drugačen pogled na naše delo. Vidimo, da v to vložimo trud, natančnost in seveda znanje, ki ga pridobivamo na vsakem koraku v službi, papirniški šoli in življenju. Predavatelji so zanimivi, znajo nam predstaviti vsak svoj pogled na del papirništva, vsak iz svoje stroke, kjer so najmočnejši na svojem področju. Meni se je odprl širši pogled na industrijo izdelave papirja, priložnost, da bom v prihodnosti bolje razumela procese in nadgradila svoje znanje. Med obiskom šole sem oziroma smo se med seboj tudi lepo povezali z udeleženci iz drugih papirnic po Sloveniji. Med predavanji se tudi pogosto nasmejimo, si pomagamo in spodbujamo drug drugega.«

Nejka, Papirnica Vevče

»Za udeležbo na Papirniški šoli sem se odločila, ker program vsebinsko in časovno dopolnjuje moje doktorsko raziskovalno delo. Predavanja ponujajo poglobljen vpogled v sodobne trende in tehnološke izzive papirništva, kar pomembno prispeva k nadgradnji mojega znanja. Vesela sem, da lahko prisluhnem številnim strokovnjakom iz akademskega in industrijskega okolja, saj njihova raznovrstnost pogledov bogati razumevanje področja. Posebej cenim tudi možnost obiskov slovenskih papirnic, kjer pridobimo neposreden vpogled v sodobne proizvodne procese in trajnostne prakse. Papirniška šola je odličen program, ki učinkovito povezuje teorijo, raziskave in industrijo ter udeležencem omogoča celovit vpogled v razvoj papirne stroke.«

Kaja, Jamnik

»Kakšno je moje mnenje o papirniški šoli? Prvi dve predavanji sta mi šli čez eno uho noter, čez drugo ven, prav nič mi ni ostalo v glavi. Je pa res, da je že 30 let, odkar sem zapustil šolske klopi. Zdaj ko sem doma malo poprijel za učenik in prebral snov vnaprej, si naredil zapiske, in ko takole večkrat slišim in si ogledam še kakšno papirnico, tudi o naši papirnici malo premišljam, kje je kaj – več mi je jasno in mislim, da mi bo z malo učenja in poslušanja predavanj kot tudi z obiski drugih papirnic uspelo usvojiti znanje.«

Damijan, MM Količevo

»Izobraževanje na ICP ocenjujem kot zelo kakovostno in dobro organizirano. Predavanja so jasno razložena in pregledno predstavljena, vsak predavatelj pa svoje vsebine podpre z zanimivimi diapozitivi. Do zdaj smo spoznali že pet predavateljev, vsi z bogatimi izkušnjami iz papirniške industrije. Njihove osebne zgodbe in prigode

iz prakse dodatno popestrijo predavanja ter naredijo snov bolj živo in zanimivo. Posebej bi izpostavila predavatelja Aleša Rometa, ki je s svojim sproščenim pristopom in humorjem ustvaril odlično ozračje ter motiviral nas, slušatelje.

Pohvalo si vsekakor zasluži tudi naša koordinatorka Tea, ki z gledno skrbi za celotno organizacijo. Vedno nas sproti obvešča o vseh podrobnostih, poskrbi za odlično malico in nam omogoča tudi hibridno izvedbo nekaterih predavanj – kar je za nas, ki prihajamo od daleč, res velika prednost.

Še posebej pa je dobro, da izobraževanje vključuje tudi ogled papirnic po Sloveniji. Prejšnji teden smo obiskali papirnico v Krškem, kjer smo si med drugim ogledali tudi postopek deinkinga. Takšni ogledi prinesejo dragocen vpogled v praktično delovanje industrije in lepo dopolnjujejo teoretični del izobraževanja.

Do zdaj lahko rečem samo: vse pohvale ekipi ICP in hvala za prijetno ter poučno izobraževalno izkušnjo.«

Aleksandra, RPN

»Učna snov je zanimiva, predavatelji jo podajo na način, da je tudi razumljiva.

Zaenkrat smo imeli ogled ene papirnice. V Vipapu nam je Milena Resnik, ki je prava zakladnica znanja, podala bistvene podatke o proizvodnji in nas vodila čez celoten ogled prostorov proizvodnje.

Nazadnje pa moram omeniti našo organizatorko šolanja Teo Kapun, vedno prijazno in ustrezljivo, ki skrbi za nas, da nismo lačni, tudi če je treba opomniti predavatelja, da je čas za malico. «

Urška, RPN

»Zame je to izobraževanje izjemno dragoceno. Predavanja mi odpirajo poglobljen vpogled v procese, ki stojijo za kakovostjo končnega izdelka. Šolanje se nadaljuje, a že zdaj vidim, kako pomembno je povezovanje teorije s prakso – obisk papirnice Vipap Videm Krško je bil odličen primer. Veselim se nadaljevanja, ker verjamem, da bo pridobljeno znanje koristno tako za moje delo kot za širše razumevanje kakovosti izdelkov. Hvala predavateljem za strokovnost in odprtost za vsa vprašanja. «

Alenka, Calcit

»Obiskujem papirniško šolo, ker imam željo pridobiti več kompetenc na tem področju. Snov je zelo obširna in podrobna, vendar predavatelji naredijo predavanja zanimiva. Všeč mi je, ker imamo v sklopu izobraževanja tudi ogled papirnic, kjer lahko vidimo kako dejanski postopki potekajo v papirni industriji. Prepričan sem, da bom po končani šoli ponesen in mi ne bo žal, da sem se vpisal na izobraževanje.«

Alen, GEP Štalekar



Investicija v nov vakuumski sistem s turbo blowerjem

Investment in a new vacuum system with a turbo blower

At a time when energy efficiency is no longer a choice but a necessity, Goričane took an important step forward. Our latest investment, i.e. replacement of the old vacuum system with a modern turbo blower system produced by Runtech, is a turning point in both technological advancement and environmental responsibility.

V času, ko energetska učinkovitost ni več izbira, temveč nuja, smo v Papirnici Goričane naredili pomemben korak naprej. Naša zadnja investicija, zamenjava starega vakuumskega sistema s sodobnim sistemom turbo blower proizvajalca Runtech, predstavlja prelomnico tako v tehnološki nadgradnji kot v okoljski odgovornosti.

Nov sistem ustvarjanja vakuumu obratuje s 50-odstotno zmanjšano porabo električne energije, ne potrebuje vode za ustvarjanje vakuumu, ima pozitiven vpliv na okolje in hkrati podpira naše cilje po ESG-direktivi.

Tehnologija sicer ni nova, a zaradi prej omenjenih vplivov na okolje se v zadnjem obdobju vse več papirnic odloča za zamenjavo klasičnih vakuum črpalk, ki so energetske poratne, s tehnologijo visoko frekvenčnih pihal.

Od informacije do uresničitve v letu in pol

Hitrost izvedbe investicije je bila izjemna: marca 2024 smo vzpostavili stik z dobaviteljem in pridobili ključne informacije o učinkovitosti sistema, septembra 2025 pa je proizvodnja že obratovala z novim turbo blowerjem.

Vsa pripravljala dela smo izvedli pred ustavitvijo papirnega stroja, saj je vsaka prihranena ura zastoja v papirništvu zelo pomembna.

Z deli, ki so zahtevala zaustavitev stroja, smo začeli 28. avgusta 2025. V obdobju od 28. avgusta do 5. septembra je sočasno potekala tudi zamenjava dela okvirja v skupini stiskalnic, nujna zaradi varnosti in kot predpogoj za dvig hitrosti papirnega stroja v prihodnje.

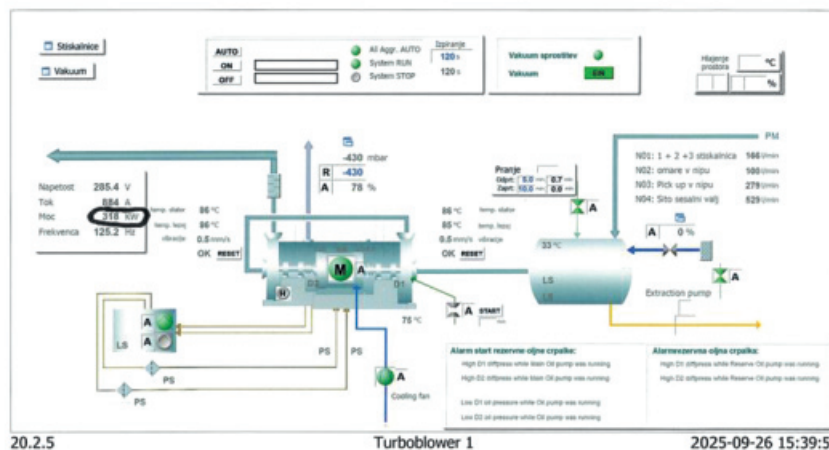
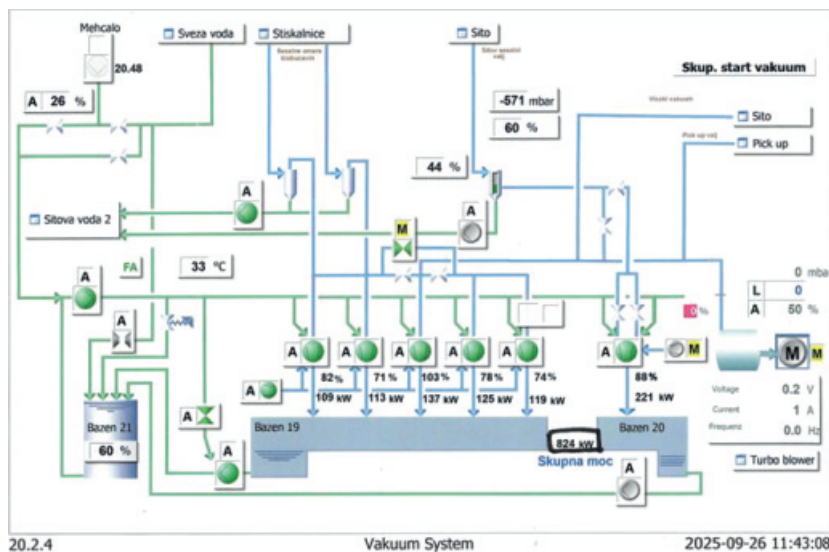
S sinhronizacija obeh projektov, na eni strani investicija z zelo kratkim ROI-jem in na drugi strani projekt z neizračunljivim ROI-jem, a visokim tveganjem v primeru neizvedbe, smo racionalno izbrali načrtovani zastojni čas.

50-odstotna nižja poraba električne energije, večja fleksibilnost

Z implementacijo turbo blowerja smo presegli omejitve starega sistema. Omogočena je regulacija posameznega sklopa v verigi vakuumskega sistema, imamo nadzor nad pretočkom odvedene vode, omogočena je izbira porabnika z najvišjim želenim vakuumom, na katerega se turbo blower prilagaja, na ostalih porabnikih pa se želeni vakuum vzpostavlja prek regulacijskih ventilov.

Z investicijo v vakuumski sistem turbo blower smo naredili pomemben korak k energetski učinkovitosti, zmanjšanju porabe vode in podpori ESG-ciljem. Celoten projekt združuje napredno tehnologijo in trajnostno naravnost, ob tem pa ohranja potrebne varnostne rezerve za nemoteno obratovanje papirnega stroja. Izvedba projekta jasno kaže, kako premišljena koordinacija in strokovnost ekip od projektantov prek izvajalcev, tako zunanjih kot domačih, do operaterjev na papirnem stroju omogoča izvedbo še tako zahtevnega projekta v zastavljeni časovnici.

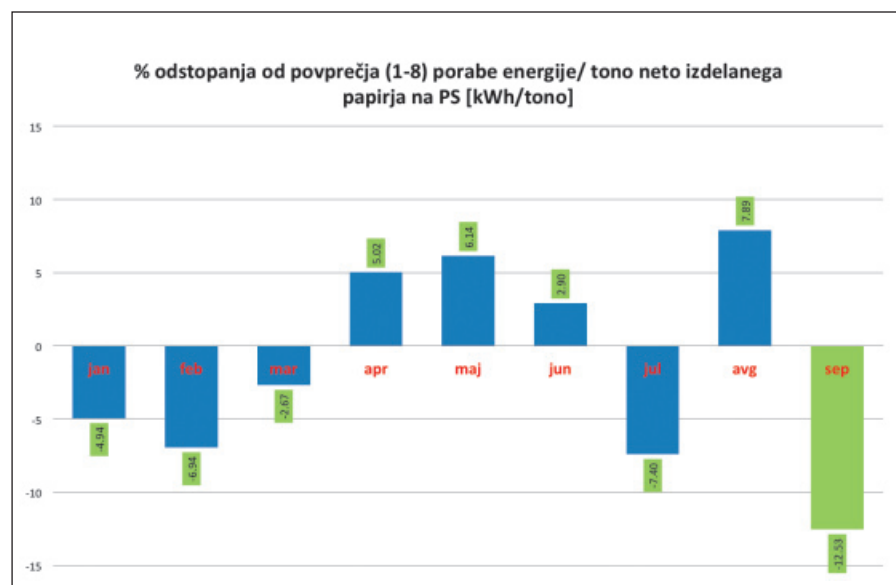
Ob tej priložnosti se vsem sodelujočim v projektu še enkrat iskreno zahvaljujem.



Star in nov vakuumski sistem / The old and the new vacuum system



Papirnica Goričane z novo investicijo zmanjšuje porabo energije za polovico in stopa še odločneje na pot trajnosti / With its new investment, Goričane reduces energy consumption by half and takes a decisive step toward sustainability



Graf prihranka energije z novim vakuum sistemom / The graph showing energy savings with the new vacuum system

Prvi mesec smo napravo in njene razsežnosti spoznavali, zdaj bo sledila optimizacija vsakega proizvoda posebej, kar odpira nove možnosti za povečanje učinkovitosti, fleksibilnosti in energetske racionalnosti.

Posodobitev vakuumskega sistema pa ima tudi svoje pomanjkljivosti, med katerimi je treba izpostaviti odvisnost proizvodnje od le enega vira zagotavljanja vakua. Turbo blowler deluje kot edini proizvajalec visokega vakua na papirnem stroju. Star sistem je imel sedem vakuumskih črpalk, ki smo jih lahko kombinirali, kar je omogočalo nemotno proizvodnjo tudi ob okvarah posamezne vakuumske črpalke, seveda s predhodno ureditvijo in premeščanjem ventilov. Da nismo 100 odstotno odvisni od novega sistema, smo star vakuumski sistem ohranili. Preklop med sistemoma je zelo hiter in omogoča nemotno obratovanje celotnega proizvodnega programa, kar smo dosegli z optimizacijo izvedbe prehoda v času projektiranja investicije.

Maja Mrgole, vodja projekta



Paloma – prejemnica priznanja Trajnostno naravnana tovarna 2024

Paloma—recipient of the Sustainable Factory 2024 award

Paloma, a tissue paper factory and member of the SHP Group, received the Sustainable Factory 2024 award presented by the Finance newspaper as part of the Factory of the Year selection. The award acknowledges Paloma's long-term dedication to responsible, energy-efficient, and environmentally friendly operations.

Sladkogorska tovarna higienskega papirja Paloma, članica skupine SHP Group, je prejela priznanje *trajnostno naravnana tovarna 2024*, ki ga podeljuje časnik *Finance* v okviru izbora *Tovarna leta*. Priznanje potrjuje Palomino dolgoročno usmeritev v odgovorno, energetske učinkovito in okolju prijazno poslovanje.

V Palomi trajnost razumejo celovito – kot preplet odgovorne rabe surovin, učinkovitih procesov, skrbi za okolje in razvoj zaposlenih. Njihov največji korak na poti trajnostnega razvoja je povečanje energetske učinkovitosti, ki jo dosegajo z modernizacijo proizvodnje, digitalizacijo in uporabo obnovljivih virov energije.

V zadnjih letih so zaključili največji investicijski cikel v vrednosti 138 milijonov evrov. Posodobili so papirni stroj, uvedli nove predelovalne linije in avtomatizirano skladišče, kar je omogočilo večjo produktivnost in nižjo porabo energentov – elektrike za 7,7 %, zemeljskega plina pa kar za 23,6 %. S krožno rabo vode so količino odpadnih vod zmanjšali za 36,8 %, lastni odpadki v proizvodnji pa za 74,5 %.

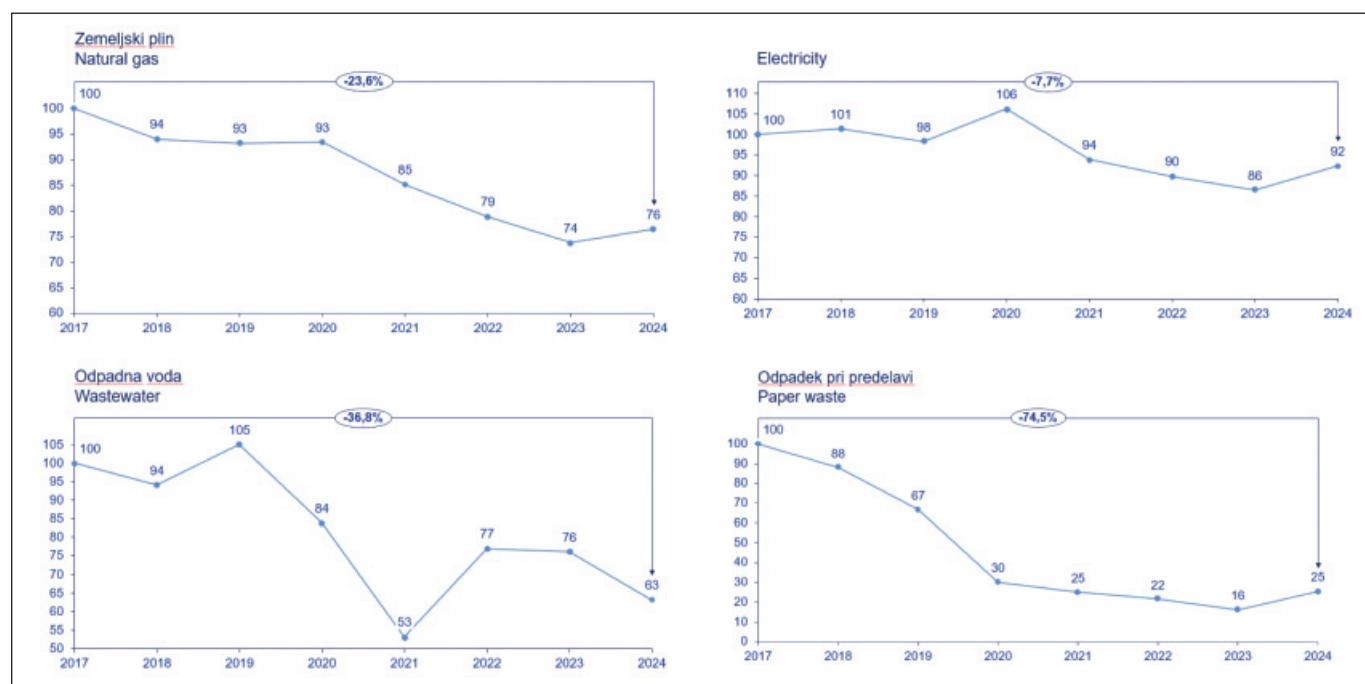


Vsi izdelki so proizvedeni iz 100-odstotno certificiranih surovin (FSC® ali PEFC), več kot polovica primarne embalaže pa vsebuje 30–50 % reciklirane plastike. S tem zmanjšujejo vpliv na okolje in spodbujajo trajnostne potrošniške navade.

Trajnost v Palomi vključuje tudi ljudi – vlagajo v razvoj kompetenc, varnost in zdravje zaposlenih ter v sodelovanje z lokalnim okoljem. Dodana vrednost na zaposlenega se je v zadnjih letih povečala s 36 500 evrov na 67 800 evrov, kar odraža tehnološki napredek in rast znanja.

V prihodnjih letih nadaljujejo z ambicioznimi energetskimi projekti: rekonstrukcijo kotlovnice, namestitvijo električnega kotla na zeleno energijo in izkoriščanjem odvečne toplote papirnega stroja. Ti ukrepi bodo zmanjšali izpuste CO² za več kot 3500 ton na leto.

Paloma tako s konkretnimi dejanji potrjuje svojo zavezanost trajnosti – od odgovorne proizvodnje do razvoja ljudi in skupnosti.





Objavljeno B&B trajnostno poročilo za leto 2024

Issued B&B Sustainability Report 2024

Papirnica Vevče d. o. o. and its parent company Brigl & Bergmeister GmbH presented the new Sustainability Report 2024, confirming their commitment to responsible and sustainable business practices. The report drafted under the ESRS framework is a step towards full compliance with the CSRD directive, and serves as a strategic guide for constant improvement. The B&B Group understands sustainability as a continuous journey and shared responsibility of all stakeholders, i.e. employees, buyers, suppliers, and partners. It points out that, in order to achieve its sustainability goals, Slovenian industry needs competitive conditions comparable to those of companies in other EU member states, as these are crucial to a successful green transition.

Papirnica Vevče d. o. o. in matično podjetje Brigl & Bergmeister GmbH sta predstavila Trajnostno poročilo skupine B&B za leto 2024, s katerim potrjujeta svojo zavezanost odgovornemu in trajnostnemu poslovanju. Poročilo, pripravljeno po okvirju ESRS, predstavlja korak proti popolni skladnosti z evropsko direktivo CSRD ter hkrati služi kot strateški vodnik za nenehne izboljšave. Skupina B&B trajnostnost razume kot stalno potovanje in skupno odgovornost vseh deležnikov – zaposlenih, kupcev, dobaviteljev in partnerjev. Ob tem pa poudarja, da za uresničitev trajnostnih ciljev slovenska industrija potrebuje primerljive konkurenčne pogoje kot podjetja v drugih članicah EU, saj so ti ključni za uspešen zeleni prehod.

Papirnica Vevče d. o. o. je skupaj z matičnim podjetjem Brigl & Bergmeister GmbH, izdala Trajnostno poročilo skupine B&B za leto 2024. Z njim ne dokumentiramo le svojega napredka, temveč vnovič potrjujemo svojo zavezanost k nadaljnjemu trajnostnemu razvoju skupaj s svojimi zaposlenimi, kupci, dobavitelji in partnerji. Poročilo je komunikacijsko orodje in hkrati strateški vodnik za sprejemanje odločitev ter nenehne izboljšave.

V skupini B&B trajnostnost ni le cilj, temveč stalno potovanje. Zato ostajamo zvesti motu iz našega prvega trajnostnega poročila: **We take action #now.**

Skupina B&B poročilo objavlja prostovoljno, pripravljeno pa je bilo ob upoštevanju okvirja ESRS (European Sustainability Reporting Standards). S tem se že danes dejavno pripravljamo na prihodnje zahteve Direktive o poročanju o trajnostnosti podjetij (CSRD). Poročilo predstavlja most med našim prvim Trajnostnim poročilom (2021–2022) in naslednjim, popolnoma skladnim poročilom po standardih.

Za dosego ambicioznih trajnostnih ciljev so predpogoji konkurenčni pogoji poslovanja

Vendar pa slovenska industrija – in s tem celotna papirna panoga – za uspešen zeleni prehod potrebuje enake konkurenčne pogoje, kot jih imajo podjetja v večini članic Evropske unije.



To smo predstavili tudi ministru za okolje, podnebje in energijo Bojanu Kumru, ki si je med junijskim obiskom v Papirnici Vevče skupaj z generalno direktorico Gospodarske zbornice Slovenije Vesno Nahtigal ogledal projekte oz. naložbe v zeleni prehod, ki jih je papirnica sofinancirala iz namenskih sredstev za kritje posrednih stroškov zaradi stroškov emisij toplogrednih plinov.

Poudarili smo pomen podaljšanja možnosti koriščenja sredstev iz Uredbe o posrednih stroških emisij do leta 2030, saj so ta sredstva pomembna podpora izvedbi investicij zelenega prehoda. Za uspešen nastop na trgu je ključnega pomena, da imamo podjetja v Evropi primerljive pogoje poslovanja. Zaostrovanje pogojev za koriščenje teh sredstev slovenska podjetja samodejno postavlja v slabši položaj.





Planšete – nova dimenzija zaščite papirja

Planchettes – a new dimension of paper protection

At a time when advanced technologies foster increasingly sophisticated forgery of valuable documents, paper protection is becoming crucial. The proven and highly effective security features include planchettes, which are small particles with a high degree of personalisation, incorporated into security paper by Muflon in cooperation with Radeče Papir Nova d.o.o. Together, the companies have developed a comprehensive system for manufacturing and incorporating planchettes, which sets new standards in the security paper industry.

V času, ko napredne tehnologije omogočajo vse bolj dovršeno ponarejanje vrednostnih dokumentov, postaja zaščita papirja ključnega pomena. Med preverjenimi in izjemno učinkovitimi zaščitnimi elementi so planšete, drobni delci z visoko stopnjo personalizacije, ki jih podjetje Muflon v sodelovanju s papirnico Radeče Papir Nova, d. o. o., vgrajuje v zaščitni papir. Skupaj sta podjetji razvili celovit sistem izdelave in vgradnje planšet, ki postavlja nove standarde v industriji zaščenega papirja.

Kaj so planšete?

Na uradni spletni strani Evropskega sveta, v slovarju tehničnih izrazov PRADO, so planšete opisane kot »majhne barvne luske, ki se med izdelavo papirne podlage vključijo (razpršijo) vanjo. Vključene so na podoben način kot melirna zaščitna vlakna. Lahko so kovinske ali prozorne, pod UV-svetlobo fluorescirajo ali pa so iz iridiscenčne snovi, ki spreminja barvo« (vir: PRADO Glossary).

Planšete sodijo med temeljne zaščitne elemente zaščenega papirja, skupaj z zaščitnimi nitkami, vlakni in vodnimi znaki. Njihova uporaba je ključna v potnih listih, certifikatih, ban-

kovcih in drugih vrednostnih dokumentih, kjer omogočajo zanesljivo preverjanje avtentičnosti.

Inovacija podjetja Muflon

Podjetje Muflon je razvilo popolnoma nov sistem izdelave po meri prilagojenih zaščitnih planšet, ki zagotavlja najvišjo raven varnosti dokumentov. Gre za unikaten izdelek lastnega razvoja, plod sodelovanja z Radeče Papir Nova. Inovativna ekipa je z modularno adaptacijo obstoječega tiskarskega stroja razvila lasten sistem izdelave planšet, drobnih papirnatih delcev različnih oblik, potiskanih z UV-fluorescentnimi in drugimi zaščitnimi barvami.

Planšete se dodajajo v papirno maso že med procesom izdelave papirja, zato postane-

jo njegov neločljiv del. Ta integracija omogoča verifikacijo pristnosti dokumentov na najvišji ravni, kar ponarejevalcem predstavlja nepremostljivo oviro.

Preboj Radeče Papir Nova

Tudi papirnica Radeče Papir Nova, d. o. o., je s svojo dolgoletno tradicijo, bogatimi izkušnjami in napredno tehnološko ekipo naredila pomemben preboj pri implementaciji planšet v zaščiteni papir. Na osnovi preizkušenih sistemov vgradnje zaščitnih vlaken je ekipa inovatorjev razvila izpopolnjen sistem implementacije in doziranja planšet, kar omogoča natančnejše, enakomernejše in tehnološko naprednejše vgradnje.

Ta nov pristop predstavlja velik korak v tehnološki razvitosti podjetja, hkrati pa prinaša letne prihranke v proizvodnji in višjo stopnjo kakovosti končnega izdelka.

Integracija in konkurenčna prednost

Lastna izdelava planšet v podjetju Muflon in njihova vgradnja v zaščiteni papir v Radeče Papir Nova pomenita integracijo proizvodnega procesa znotraj skupine. Takšna povezanost omogoča optimizacijo stroškov, krajše razvojne cikle in večjo konkurenčnost na trgu zaščitnih tiskovin.

Vsaka planšeta lahko vključuje mikrotisk, zaščitne barve, UV-fluorescenčne elemente ter unikatne dizajne po meri naročnika, kar omogoča zanesljivo preverjanje pristnosti in vizualno prepoznavnost zaščenih dokumentov.

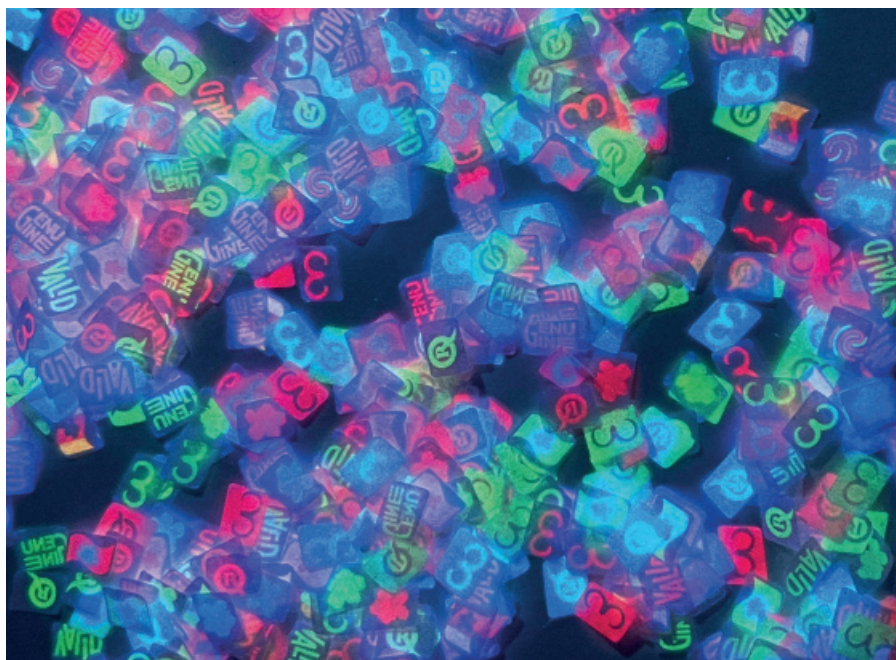
Nagrada za inovacijo in pomen za prihodnost

Za razvoj planšet in njihovo implementacijo v papir sta podjetji Muflon in RPN prejeli nagrado Gospodarske zbornice Slovenije za inovacijo. Planšete, ki so prostemu očesu nevidne, pod UV-svetlobo razkrijejo svojo kompleksno strukturo in dokazujejo pristnost dokumenta.

S kombinacijo grafične natančnosti, materialne znanosti in naprednih proizvodnih postopkov sta podjetji Muflon in Radeče Papir Nova ustvarili rešitev, ki predstavlja pomemben mejnik v boju proti ponarejanju. Gre za primer, kako lahko slovensko znanje, tradicija in inovativnost skupaj ustvarijo globalno konkurenčno zaščito najvišjega razreda.

Barbara Sušin

Vodja razvoja RPN&Muflon





Muflon

Muflon na največjem svetovnem sejmu Label Expo Europe 2025 in z novostmi na Konici Minolti

Muflon at the world's largest trade fair, i.e. Label Expo Europe 2025, and with new products at Konica Minolta

Between 16 and 19 September 2025, Barcelona hosted the world's largest trade fair of labels and package printing Label Expo Europe 2025. The event brought together material manufacturers, printers, technology developers, and designers from around the world, who presented the latest trends and innovations in the label industry.

Od 16. do 19. septembra 2025 je v Barceloni potekal največji svetovni sejem za etikete in tisk embalaže Label Expo Europe 2025. Dogodek je vnovič združil proizvajalce materialov, tiskarje, razvijalce tehnologij in oblikovalce z vsega sveta, ki so predstavili najnovejše trende ter inovacije v etiketni industriji.

Letos je bil poudarek namenjen digitalni transformaciji tiska, trajnostnim materialom in varnostnim rešitvam za zaščito blagovnih znamk. Vodilni proizvajalci so predstavili napredne digitalne tiskarske linije, ki omogočajo krajše naklade, personalizacijo ter nižjo porabo energije in barv. Veliko zanimanja so pozele tudi okolju prijazne rešitve od samolepilnih folij iz recikliranih polimerov do papirjev z nizko maso in biološko osnovo.

Med razstavljalci je bil tudi Muflon, ki je na svojem razstavnem prostoru predstavil novosti s področja digitalnega tiska in zaščitenih papirjev. Obiskovalci so lahko spoznali vrhunske materiale, ki omogočajo izjemno kakovost reprodukcije barv in učinkovito obdelavo v različnih tiskarskih sistemih. Posebej veliko zani-



manja je poželo področje zaščitenih papirjev, namenjenih preprečevanju ponarejanja in neavtoriziranega odpiranja embalaže, področja, ki pridobiva na pomenu v času rastoče e-trgo-

vine in zahtev kupcev po avtentičnosti izdelkov. Muflonov nastop na sejmu je bil odlično sprejet, saj je podjetje znova dokazalo, da zna povezovati tradicijo z inovacijami, zanesljivost preverjenih papirnih rešitev pa dopolnjuje z naprednimi tehnologijami tiska in trajnostnimi pristopi.

Prav tako v septembru je podjetje Konica Minolta v svojem razstavnem salonu DIS v Zagrebu organiziralo dogodek Od prvega odtisa do zadnjega sijaja. Obiskovalci so imeli priložnost videti in preizkusiti različne tiskarske vzorce, kar je ključnega pomena pri sprejemanju poslovnih odločitev v grafični industriji.

»Ponosni smo, da je bil Muflon eden od sponzorjev dogodka, na katerem smo predstavili samolepilni material D-DRY PP, uporabljen na demo napravah pred številnimi obiskovalci. Material je navdušil s svojo trajnostjo, vrhunsko kakovostjo tiska in odpornostjo na tekočine.

Iskreno se zahvaljujemo partnerjema Radin in Konica Minolta za profesionalno organizacijo dogodka ter priložnost za skupno predstavitev nove rešitve tiskarski skupnosti v regiji«.

Rado Cemič
Prodajni predstavnik





V podjetju Calcit ponosni na novi Raziskovalno-razvojni center v Stahovici

Calcit Proud of New R&D Center in Stahovica

Calcit is among the leading producers of calcium carbonate pigments, functional additives and granulates on the European market. Throughout Europe, we supply a wide range of products for the paper, plastics, paint, glass, food, pharmaceutical, agricultural, environmental, construction, and other industries.



Calcit je eden vodilnih proizvajalcev kalcijevo-karbonatnih pigmentov, polnil in granulotov na evropskem trgu. Po vsej Evropi dobavljamo širok spekter izdelkov za področja papirništva, umetnih mas, barvne industrije, steklarstva, živilske industrije, farmacije, kmetijstva, ekologije, gradbeništva in številnih drugih.

Podjetje s sedežem v Stahovici je v zadnjih tridesetih letih pridobilo pomemben položaj na evropskem trgu. Je drugi največji evropski proizvajalec papirniških polnil in pigmentov s 40-odstotnim tržnim deležem v Centralni Evropi. Skupino Calcit sestavljajo trije proizvodni obrati v Sloveniji, na Hrvaškem in Nizozemskem. V Sloveniji in na Hrvaškem ima Calcit tudi lastna nahajališča rude, ki jo odlikuje izjemna čistost in belina.

Z namenom podpore nadaljnji rasti podjetja smo investirali v najsodobnejši objekt, zasnovan z mislijo na prihodnost, trajnost in inovacije, ki pod eno streho združuje laboratorije za raziskave, razvoj in kontrolo kakovosti

ter pisarne. Novi center predstavlja pomemben korak v naši zavezi k odličnosti, tehničnemu napredku in podpori našim kupcem po vsem svetu.

Nova laboratorijska infrastruktura vključuje širok nabor naprednih merilnih sistemov in analize opreme, ki nam omogoča celovito karakterizacijo pigmentov, polnil in končnih izdelkov. S tem zagotavljamo visoko stopnjo razumevanja materialov od njihove mikrostrukture in površinske kemije do reoloških ter optičnih lastnosti.

V kontrolnem delu laboratorijev izvajamo natančen nadzor kakovosti vseh vhodnih in izhodnih materialov. Z doslednim spremljanjem procesov in rezultatov zagotavljamo, da vsak naš izdelek izpolnjuje najvišje standarde kakovosti ter da so vse dobave stalne, zanesljive in ponovljive.

V razvojnem delu centra se osredotočamo na inženiring kalcijevega karbonata od surovega minerala do funkcionalnega izdelka z visoko dodano vrednostjo. Poseben poudarek namenjamo zasnovi delcev, površinski kemiji, reologiji, učinkovitosti uporabe in trajnostnim vidikom naših rešitev.

V laboratorijih dnevno izvajamo karakterizacijo mineralov, modifikacijo in funkcionalizacijo površin, reološke študije suspenzij in praškov, analize stabilnosti materialov ter razvoj novih izdelkov za specifične aplikacije. Naš cilj je razumeti in izboljšati vsak vidik delovanja naših materialov od laboratorija do industrijskega procesa.

Kupcem nudimo celovito tehnično podporo pri razvoju in uvajanju naših materialov v njihove procese od začetne zasnove do končne uporabe v industrijskem okolju.

Odlično sodelujemo z vsemi kupci, še vedno pa imamo najpogostejši in najtesnejši stik s papirniško industrijo, ki je eden naših največjih in najpomembnejših trgov. Veseli nas, da se številni papirničarji na nas obračajo tudi takrat, ko potrebujejo strokovni nasvet ali pomoč, ki presega okvire naših izdelkov.

Z veseljem jim priskočimo na pomoč z analizami, meritvami ali priporočili, ki jim pomagajo pri reševanju izzivov in izboljševanju kakovosti njihovih proizvodov. Takšen partnerski odnos, zgrajen na zaupanju, strokovnosti in odprtem sodelovanju, je temelj našega delovanja in gonilo skupnega napredka.



Naša oprema omogoča izvajanje vrhunskih analiz, med drugim:

- porazdelitev velikosti delcev (PSD) z uporabo Sedigrafov,
- reološke meritve pri različnih strižnih pogojih z napravami Rheometer Anton Paar-MCR 302 in ACA AX-100,
- analize površinske kemije (Karl Fischer),
- določanje specifične površine po metodi BET,
- optične meritve s sistemi Datacolor,
- analize toplotne stabilnosti (DSC) in še mnogo drugih.

Za aplikativne raziskave izvajamo tudi pilotne poskuse premazovanja za papirno in barvno industrijo z laboratorijskimi premazovalniki ter ekstruzijske teste na področju plastike (Brabender). Na končnih izdelkih določamo sijaj, pokrivnost, optične lastnosti, potiskljivost, UV-stabilnost in mehanske lastnosti.

Kadar so analize tako specifične, da jih ne moremo izvesti sami, sodelujemo z vrhunskimi partnerji – Kemijskim inštitutom, Inštitutom za celulozo in papir ter drugimi raziskovalnimi ustanovami doma in v tujini, ki nam pomagajo do rezultatov, ki si jih želimo.

Sodelovanje med ekipami je osrčje našega uspeha. Naši raziskovalci, razvojni inženirji, strokovnjaki za kontrolo kakovosti ter tehnične in prodajne ekipe tesno sodelujejo pri iskanju novih rešitev, optimizaciji procesov in izboljšavah izdelkov. Tak meddisciplinski pristop nam omogoča hitro odzivnost, učinkovite prilagoditve in razvoj izdelkov po meri kupcev, ki prinašajo dodano vrednost tako njim kot našemu podjetju.

Združitev tehnične podpore in prodajnih ekip v centru še dodatno krepi povezavo med razvojem, proizvodnjo in trgom, kar omogoča še tesnejše partnerstvo z našimi strankami.

Z novim centrom želimo podpirati rast podjetja na novih področjih uporabe in trgih od papirništva in umetnih mas do barv, premazov in trajnostnih rešitev prihodnosti. Naša vizija temelji na stalnem napredku, zmanjšanju okoljskega odtisa in ustvarjanju pametnih, učinkovitih in trajnostnih materialov.

Z novo investicijo potrjujemo Calcitovo dolgoročno zavezanost kakovosti, inovacijam in trajnostnemu razvoju. Želimo ostati zanesljiv partner, ki s svojim znanjem, tehnologijo in tehnično podporo soustvarja uspešne zgodbe naših kupcev.

Veselimo se prihodnjih sodelovanj in vas vabimo, da nas obiščete v našem novem Raziskovalno-razvojnem centru v Stahovici, kjer se znanje, tehnologija in strast do inovacij združujejo v odličnost.

Calcit, d. o. o.

calcit

**PREMAZNI
PIGMENTI
IN POLNILA**

www.calcit.com

4. mednarodna konferenca o krožni embalaži

4th International Circular Packaging Conference

Our work at the Pulp and Paper Institute focuses on sustainability and the circular economy, whereby we develop materials and solutions that reduce environmental impact and promote efficient resource use. This year's 4th International Circular Packaging Conference in Ljubljana brought together over 90 participants from 21 countries to highlight that true progress in circular packaging depends on informed and collaborative decisions across the value chain.

Naše delo na Inštitutu za celulozo in papir je močno usmerjeno v trajnostni razvoj in krožno gospodarstvo, saj želimo s sodobnim znanjem in raziskavami prispevati k razvoju materialov in rešitev, ki zmanjšujejo vpliv na okolje in omogočajo trajnejšo rabo virov.

V tem duhu smo leta 2019 v soorganizaciji s Fakulteto za tehnologijo polimerov zasnovali svojo prvo mednarodno konferenco o krožni embalaži, s ciljem povezati različne deležnike iz akademskega okolja, industrije in oblikova-



Foto/Photo: Katja Premru

Utrinki s konference / Highlights from the conference

Letos smo izvedli že 4. mednarodno konferenco o krožni embalaži, ki je tokrat potekala v Centru Rog v Ljubljani. Dogodek je združil več kot 90 udeležencev iz 21 držav.

nja ter vzpostaviti nova partnerstva pri preobrazbi iz linearne v krožno dobavno verigo embalaže

Letos smo izvedli že 4. mednarodno konferenco o krožni embalaži, ki je tokrat potekala v Centru Rog v Ljubljani. Dogodek je združil več kot 90 udeležencev iz 21 držav.

Glavno sporočilo konference je bilo, da na tem področju ni enega zmagovalnega materiala ali univerzalnega pristopa – uspeh temelji na premišljenih odločitvah, ki upoštevajo tehnične, gospodarske in okoljske dejavnike, ter na sodelovanju vseh deležnikov v verigi vrednosti oziroma življenjskem ciklu embalaže. Upamo in verjamemo, da s tovrstnimi dogodki pripomoremo k trajnostnemu razvoju embalaže in resnični preobrazbi proti bolj krožni prihodnosti, ki ob novih evropskih predpisih, kot je Uredba o embalaži in odpadni embalaži (PPWR), ter vse večjih zahtevah potrošnikov po trajnostnih rešitvah ni več le možnost, temveč nuja.

Iskrena hvala vsem sponzorjem, ki so s svojo podporo omogočili izvedbo dogodka.

Sara Jeseničnik, Fakulteta za tehnologijo polimerov
Urška Kavčič, Inštitut za celulozo in papir



►► Konferenca Vsi vidiki embalaže

Inštitut za celulozo in papir vnovič dejaven na dogodku Vsi vidiki embalaže

Active Contribution of the Pulp and Paper Institute at the All Aspects of Packaging Event

On 9 October, the All Aspects of Packaging event was held for the third time. Mateja Zajc from the Pulp and Paper Institute presented approaches to assessing the biodegradability and compostability of lignocellulosic materials, and highlighted future challenges for packaging producers, standardisation bodies, and laboratories.

V četrtek, 9. 10., je GZS – Zbornica kmetijskih in živilskih podjetij že tretje leto zapored organizirala dogodek Vsi vidiki embalaže. Na dogodku so se z aktualnimi tematikami predstavili strokovnjaki s področja varnosti embalaže in aktualne zakonodaje, med njimi tudi Mateja Zajc, vodja laboratorija na Inštitutu za celulozo in papir, ki je strokovnjakinja na področju vrednotenja biorazgradljivosti in kompostabilnosti materialov. V svoji predstavitvi je predstavila glavne pristope pri ovrednotenju lignoceluloznih materialov in izpostavila ključne izzive, ki v prihodnjih letih čakajo tako proizvajalce embalaže kot odločevalce na področjih standardizacije in kontrolnih laboratorijev.

Mateja Zajc, Inštitut za celulozo in papir
Foto / Photo: ICP





Izbrani pravni vidiki embalaže v krožnem gospodarstvu

Selected legal aspects of packaging in the circular economy

The concept of the circular economy is an economic system that replaces the linear economy model by reducing resource consumption through reuse, recycling, and recovery of materials in production and usage processes. It is operationalised at three levels: micro level (between consumers and economic entities), meso level (eco-industrial parks), and macro level (between cities, regions, and countries), and aims to promote sustainable development. This article presents the selected legal aspects of packaging management, focusing primarily on paper packaging from its creation to its end-of-life and eventual rebirth. It discusses extended producer responsibility, the legal framework for managing packaging waste, and green public procurement that includes specific environmental requirements for the procurement of paper products. The conclusion of the article outlines the most recent circularity rate identified at the EU and Slovenian levels, along with a reflection on the effectiveness of the circular economy in light of the presented statistics.

►► Urška Udovč, mag.prav.

Koncept krožnega gospodarstva je ekonomski sistem, ki zamenja koncept linearnega gospodarstva z zmanjšanjem porabe virov, z vnovično uporabo, predelavo in vnovično pridobitvijo materialov v procesih proizvodnje in uporabe. Operacionalizira se na mikro ravni (med potrošniki in gospodarskimi subjekti), mezo ravni (eko – industrijski parki) in makro ravni (med mesti, regijami in državami) z namenom trajnostnega razvoja. V članku so predstavljeni izbrani pravni vidiki ravnanja z embalažo, predvsem papirno, od njenega nastanka do konca in njenega preporoda. Predstavljena bo razširjena odgovornost proizvajalca, pravna ureditev ravnanja z odpadno embalažo in zeleno javno naročanje, ki predvideva posebne okoljske zahteve glede javnih naročil izdelkov iz papirja. V zaključku je predstavljena zadnja ugotovljena stopnja krožnosti na ravni Evropske unije (EU) in Slovenije ter pomislek o učinkovitosti krožnega gospodarstva v zvezi s predstavljeno statistiko.

UVOD

»Nič se ne izgubi, nič se na novo ne ustvari, vse se preobrazi« je izrek francoskega kemika Antoina Lavoisierja, ki se pogosto navaja kot zgoščen opis krožnega gospodarstva [1]. V množici definicij, ki se pojavljajo v literaturi, je tista, ki ji sledi Evropska unija, ta: »Krožno gospodarstvo je ekonomski sistem, ki zamenja koncept linearnega gospodarstva z zmanjšanjem porabe virov, z vnovično uporabo, predelavo in vnovično pridobitvijo materialov v procesih proizvodnje in uporabe. Operacionalizira se na mikro ravni (med potrošniki in gospodarskimi subjekti), mezo ravni (eko – industrijski parki) in makro ravni (med mesti, regijami in državami) z namenom trajnostnega razvoja.

V času, ko se svet sooča z okoljsko krizo, podnebni spremembami in izčrpanjem naravnih virov, postaja prehod iz linearnega v krožno gospodarstvo nujen. Med materiali, ki so v središču teh prizadevanj, je tudi papirna embalaža — razširjen, a pogosto spregledan element sodobne potrošnje.

Papirna embalaža je prisotna skoraj v vsakem gospodinjstvu, trgovini in industriji. Njena funkcionalnost je neizpodbitna, a je njena življenjska doba kratka. Prav zato je pravna ureditev papirne embalaže ključna za doseg ciljev krožnega gospodarstva.

EMBALAŽA KOT PRAVNI IN OKOLJSKI IZZIV

Embalažo v evropskem pravnem prostoru predstavlja vsak proizvod iz kakršnih koli materialov, ki se uporablja za shranjevanje in za-

ščito blaga, ravnanje z njim, njegovo dostavo in predstavitev, od surovin do obdelanega blaga, ki ga proizvajalec preda uporabniku ali potrošniku. Papirna in kartonska embalaža

sta med najbolj razširjenima vrstama embalaže, saj sta cenovno dostopni, lahki in razmeroma enostavni za recikliranje. Slaba plat je, da se po uporabi pogosto zavržeta, kar prispeva k rasti komunalnih odpadkov. V skladu z Uredbo (EU) 2025/40 mora biti vsa embalaža, ki se daje na trg EU, zasnovana tako, da je primerna za vnovično uporabo, recikliranje ali kompostiranje [2]. Poleg tega mora biti jasno označena z enotnimi simboli, ki potrošnikom omogočajo pravilno ločevanje in odlaganje [3].

V pravnem smislu embalaža predstavlja predmet regulacije na več področjih, v tem članku bodo predstavljena kot:

- proizvod,
- odpadke,
- element javnega naročanja.



Slika 1: Krožno gospodarstvo (Vir: služba Evropskega parlamenta za raziskave) / Figure 1: Circular economy.

ODGOVORNOST PROIZVAJALCA ZA USODO EMBALAŽE

Koncept razširjene (tudi podaljšane) odgovornosti proizvajalca (ROP, ang. Extended producer responsibility) je eno izmed temeljnih načel, na katerih gradi okoljska politika Evropske unije. Bistvo koncepta je, da proizvajalec poskrbi za usodo svojega proizvoda v njegovem celotnem krogotoku od izbire surovin do proizvodnje in ravnanja s proizvodom, ko ga potrošnik odvrže in se ta iz izdelka prekvalificira v odpadke. ROP trenutno deluje po svetu na več kot štiristo področjih, ob čemer se jih večina nanaša na električno in elektronsko opremo, baterije, pnevmatike ter embalažo [4].

ROP ima dva pomena:

- prihodki, ki jih imajo proizvajalci z izdelkom, lahko dopolnijo sredstva, ki so na voljo za dejavnost ravnanja z odpadki, s čimer prispevajo k povečanju stopnje recikliranja, in
- predstavlja spodbudo za bolj kakovostne proizvode, kar je pomemben element v prehodu v krožno gospodarstvo [5].

Odgovornost proizvajalcev za ravnanje z odpadki, ustvarjenimi z zavrnjenjem proizvodov, ki jih ti dajejo na trg, je lahko finančna ali fizična, pojavlja pa se tudi tretja skupina obveznosti, tj. obveznost proizvajalcev, da informirajo javnost o svojih izdelkih in sistemih ravnanja z odpadki [6]. Finančna odgovornost pomeni, da so proizvajalci zavezani financirati sisteme ravnanja z odpadki, ki se ustvarjajo iz njihovih izdelkov, po drugi strani pa je lahko odgovornost fizična, ta se kaže v obveznosti subjektov, da vzpostavijo in skrbijo za delovanje sistema ravnanja z odpadki. Končno pa je obveznost proizvajalca tudi zagotoviti digitalno sledljivost embalaže, vključno z obveznim poročanjem o količinah embalaže, ki jo dajejo na trg, ter deležu, ki je bil vnovič uporabljen ali recikliran [7].

KO EMBALAŽA PRISTANE V SMETNJAKU

Odpadna embalaža je ena izmed oblik odpadka, ki se pojavlja v naravi, nenazadnje je tudi pravni pojem »odpadka« veliko širši. Slovenija kot članica EU povzema evroavtonomno razlago pojma »odpadek«, ki pomeni vsako snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže ali namerava ali mora zavreči [8], delimo pa jih na komunalne (odpadki iz gospodinjstva), gradbene, industrijske in odpadke iz rudarstva ter odpadke iz kmetijstva [9].

Direktiva 2008/98/ES o odpadkih skupaj z Uredbo o embalaži in odpadni embalaži (v nadaljevanju tega poglavja: Uredba) predstavlja splošni pravni okvir, ki ureja področje

raevnanja z odpadki v EU, saj med drugim določata hierarhijo ravnanja z odpadki, ki daje prednost preprečevanju, vnovični uporabi, recikliranju in kompostiranju pred odstranjevanjem [10]. Skupni namen določil sprejete zakonodaje je znižanje količine odpadkov, spodbujanje vnovične uporabe in recikliranje ter zagotavljanje ustreznega ravnanja s povečanim tokom odpadkov, kar financirajo proizvajalci. Obenem Uredba določa pravila in pogoje za vnovično uporabo embalaže, zbiranje, recikliranje in druge postopke predelave odpadne embalaže, da se zmanjša obseg odstranjevanja odpadne embalaže, s čimer se prispeva k prehodu na krožno gospodarstvo. Pomembna novost je, da mora biti do leta 2030 vsa embalaža tehnično in ekonomsko reciklabilna [11], določa pa tudi prepoved določenih vrst embalaže za enkratno uporabo, kjer obstajajo izvedljive alternative za vnovično uporabo [12].

Kljub temu da je v praksi načelo ROP v posameznih državah članicah konceptualno različno, se v večini držav članic izvaja s prenosom odgovornosti proizvajalcev na skupne proizvodne sheme oz. družbe za ravnanje z odpadki (ang. Producer Responsibility Organizations). Te v proizvajalčevem imenu in za njegov račun zagotavljajo ustrezno ravnanje z odpadki, ki nastanejo iz določene vrste proizvodov, proizvajalci pa v zameno plačujejo mesečne ali letne prispevke, ki krijejo stroške izvajanja teh skupnih shem. Takšen sistem imamo tudi v Sloveniji.

V Sloveniji je sistem ROP uveljavljen na področju odpadne embalaže, odpadnih nagrobnih sveč, odpadne električne in elektronske opreme, odpadnih baterij in akumulatorjev, izrabljenih vozil, izrabljenih gum, odpadnih fitofarmaceutskih sredstev, ki vsebujejo nevarne snovi, in na področju odpadnih zdravil. Novela Zakona o varstvu okolja (Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja (ZVO-1J)), določa, da so proizvajalci dolžni zagotavljati in financirati predpisano ravnanje z vsemi odpadki, ki nastanejo iz izdelkov, za katere velja ROP. Končno je treba izpostaviti tudi, da ZVO-1J jasno določa proizvajalčevo subsidiarno finančno in organizacijsko odgovornost za izpolnjevanje obveznosti sistema ROP, ki jih sicer zanje izpolnjujejo družbe za ravnanje z odpadno embalažo [13].

Na mednarodni ravni ravnanje z odpadki najceloviteje ureja Baselska konvencija [14], katere prvotni cilj je bil ureditev nepravilnega transporta odpadkov razvitih držav v države v razvoju [15]. Če država, v katero se odpadki uvažajo, ne ravna okolju prijazno, je država izvoznica dolžna prekiniti takšen izvoz odpadkov. Čeprav Baselska konvencija predstavlja korak v pravo smer, zlasti v smislu mednarodnega usklajevanja, njene določbe ne določajo nikakršnega zmanjšanja količine proizvodnje

odpadkov, saj je ta zavzela t. i. nizvodni ali downstream pristop ravnanja z odpadki ter določa le, kdaj in kako se ravna z odpadki [16].

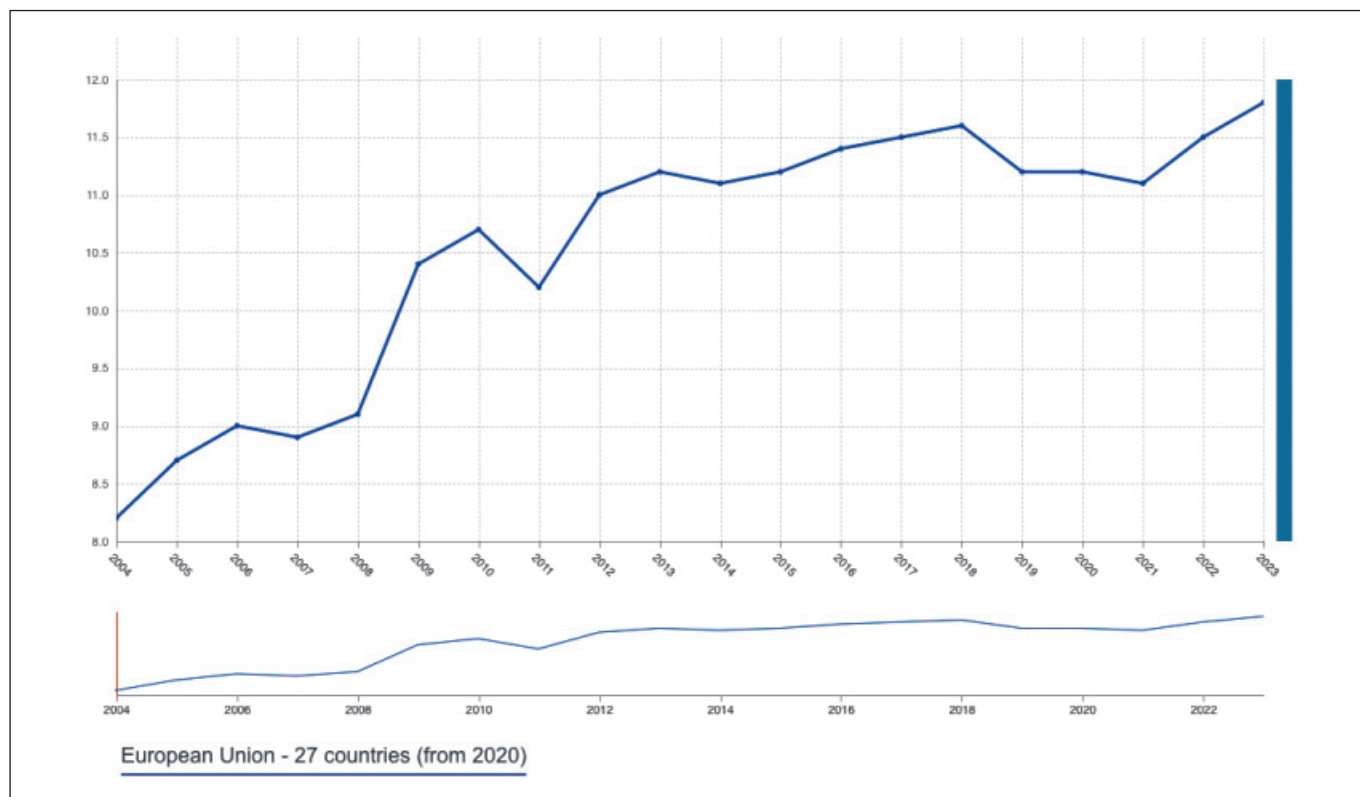
Nasprotje od nizvodnega pristopa predstavlja t. i. gorvodni oz. upstream pristop, ki se osredotoča na začetne faze življenjskega kroga odpadkov predvsem na njihovo proizvodnjo in uporabo. Primer takšne mednarodne pogodbe je Stockholmska konvencija, ki prepoveduje oziroma omejuje proizvodnjo in uporabo nekaterih najbolj nevarnih kemikalij, znanih pod imenom »obstoja organska onesnaževala«. V Evropski uniji mejnik sodobnega ravnanja z odpadki predstavlja Okvirna direktiva o odpadkih 2008/98/ES [17], ki je v pravni red Unije uvedla hierarhijo ravnanja z odpadki in sistem ROP. Kot okvir krožnemu gospodarstvu hierarhija ravnanja z odpadki upošteva zlasti prednostni vrstni red pri ravnanju z odpadki s pomočjo petstopenjske (narobe obrnjene) piramide od najbolj zaželene možnosti, tj. preprečevanja, do najmanj zaželene prednostne možnosti, tj. odstranjevanja.

VLOGA PAPIRJA V ZELENEM JAVNEM NAROČANJU

Papirnati izdelki imajo v okviru zelenih javnih naročil pomembno vlogo, saj predstavljajo enega izmed 20 predmetov javnega naročanja, kjer je potrebno obvezno upoštevanje okoljskih vidikov po Uredbi o zelenem javnem naročanju.

Zeleno javno naročanje je postopek, po katerem javni organi naročajo blago in storitve, ki imajo v svojem življenjskem krogu manjši vpliv na okolje kot blago in storitve z isto osnovno funkcijo [18]. Javni organi kot naročniki morajo pri izbiri embalaže upoštevati tudi minimalne zahteve glede deleža recikliranih materialov, ki jih bo določila Komisija z izvedbenimi akti [19]. Poleg tega morajo naročila dajati primat embalaži, ki je primerna za večkratno uporabo. Ker se zeleno javno naročanje več ne osredotoča zgolj na naročnike, ponudnike in predmet naročila, temveč zajema tudi širše okoljske in socialne vidike, je odraz krožnega gospodarstva. Namen zelenega javnega naročanja je predvsem znižanje negativnega vpliva na okolje z javnim naročanjem za okolje manj obremenjujočega blaga in storitev kot tudi zgled zasebnemu sektorju in potrošnikom, naj iščejo za okolje sprejemljivejše ponudbe. Dodatno se z zelenim javnim naročanjem spodbudi tudi ponudnike, naj trg bogatijo z okoljsko sprejemljivejšimi ponudbami in storitvami ter hkrati stremijo k razvoju okoljskih inovacij in posledično k prehodu na krožno gospodarstvo.

Za obvezno upoštevanje okoljskih vidikov Uredba o zelenem javnem naročanju določa 20 predmetov javnega naročanja [20], pri čemer



Slika 2: Prikaz stopnje krožnosti med letoma 2004 in 2023 za Evropsko unijo in Slovenijo (vir: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/line?lang=en). / Figure 2: Display of the circularity rate between 2004 and 2023 for the European Union and Slovenia.

hkrati določa tudi cilje, ki morajo biti doseženi ob javnem naročilu predmetov s seznama. Cilji so določeni v deležih v smislu najmanj kolikšen odstotek cilja je treba doseči pri določenem javnem naročilu. Tako mora na primer naročnik pri naročanju pisarniškega papirja in higienskih papirnatih izdelkov naročiti blago, pri katerem delež primarne vlaknine, pridobljene iz trajnostno upravljanih gozdov, v pisarniškem papirju in higienskih papirnatih izdelkih, izdelanih iz primarne vlaknine, znaša najmanj 50 odstotkov, ob čemer mora delež reciklirane vlaknine v pisarniškem papirju in higienskih papirnatih izdelkih, izdelanih iz predelane vlaknine, znašati najmanj 30 odstotkov.

ZAKLJUČEK

Ravnanje, skladno s krožnim gospodarstvom, ni novost. Sprva je bilo življenje po načelih krožnega gospodarstva nuja za preživetje prvih ljudi, ki so živeli v času hudega pomanjkanja in lakote. Glede materialnih dobrin so se ljudje ravnali po pravilu »porabi vse, izrabi, naredi sam ali preživi brez [21].« Ljudje so lahko preživeli le s pomočjo nizke porabe in vnovične uporabe. To so dosegli z znanjem o izdelovanju izdelkov iz že uporabljenih materialov za druge namene in popravili pokvarjenih izdelkov, da so ohranili njihovo vrednost. Preobrat se je zgodil pred dobrimi 200 let z industrijsko revolucijo, ki je

družbo rešila pred pomanjkanjem zavetišča, hrane in materialnih dobrin [22]. Obsežno izkopavanje premoga in železove rude ter nadaljnega razvoja je privedlo do strojev, ki so močnejši od konj. Še sto let pozneje je elektrika dodatno spremenila način življenja ljudi. Novi materiali in energije so omogočili množično proizvodnjo dobrin. Nov način življenja je pomanjkanje spremenil v blaginjo, blaginjo v obilje in končno obilje v preobilje in množično odpadkov. Nuja po ravnanju v skladu s principi krožnega gospodarstva ni več temeljila v pomanjkanju, marveč v preobilju. Danes se koncept krožnega gospodarstva odraža v praksi predvsem prek eko industrijskih parkov, vendar pa so ti večinoma prisotni v severnoevropskih državah (pionirski sta Danska in Finska), na Kitajskem kot tudi v nekaterih državah Severne Amerike. Unija in države članice sprejemajo zavezujoče akte, ki od akterjev zahtevajo ravnanje v skladu z načeli krožnega gospodarstva, večina držav ima tudi vzpostavljen sistem za zbiranje in ločevanje odpadkov, med posamezniki je čedalje močnejše zavedanje o pomembnosti zmanjšanja porabe, vnovične uporabe in reciklaže, med gospodarskimi subjekti pa zavedanje, da bo prihodnost odvisna od okolju prijaznejših alternativ v proizvodnji. Tako je sklenjen krog na makro, mikro in mezo ravni uveljavitve krožnega gospodarstva. Uredba

(EU) 2025/40 predstavlja pomemben korak k izboljšanju ravnanja z embalažo, saj uvaja zavezujoče cilje: do leta 2030 mora biti vsaj 10 odstotkov embalaže izbranih kategorij vnovič uporabljene, do leta 2035 mora biti 100 odstotkov embalaže tehnično in ekonomsko reciklabilne ali kompostabilne, embalaža mora biti označena z enotnimi simboli za ločeno zbiranje. Udeležanje krožnega gospodarstva je najbolj razvidno iz stopnje krožne uporabe materialov, ki ga vsako letno objavi Eurostat. Delež uporabljenih materialnih virov, ki izvirajo iz recikliranih odpadnih materialov, je v letu 2023 dosegel na ravni Unije 11,8 odstotka, na ravni Slovenije pa 8,8 odstotka [23]. Stopnja krožnosti je precej (pre) nizka, kljub temu da je sicer v porastu. V primerjavi z letom 2022 se je stopnja kroženja povečala zgolj za 0,3 odstotne točke. Ob tej statistiki je potreben razmislek o tem, ali je krožno gospodarstvo res naša edina rešitev. Krožno gospodarstvo v svojem popolnem stanju je edino, ki bi lahko imelo učinek na nadaljnjo kakovost našega življenja, kar je manj od tega, je upočasnjeno nadaljnje drsenje v propad. Ali je krožno gospodarstvo sploh možno v popolnem stanju, kar pomeni, da je izkoristek sekundarnih surovin popoln, z ničelnimi odpadki, brez izkoriščanja primarnih virov, pa je drugo vprašanje.

LITERATURA IN VIRI

- [1] Institut Montaigne, The circular economy: reconciling economic growth with the environment. 2016, str. 8.
- [2] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 6. člen.
- [3] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 11. člen.
- [4] Dajčman, Nina, Obveznosti gospodarskih subjektov po novi embalažni uredbi, Pravna praksa, št. 28, 2021, str. 14–16.
- [5] OECD, Extended Producer Responsibility (EPR) and the Impact of Online Sales, OECD Environment Working Papers 142, OECD Publishing, Pariz 2019, str. 7, dostopno na <https://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-extended-producer-responsibility-and-the-impact-of-online-sales.pdf>.
- [6] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 39. člen.
- [7] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 43. člen.
- [8] Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Besedilo velja za EGP) UL L 312, 22.11.2008, člen 3, tč. 1. dostopno na <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098>.
- [9] Dostopno na spletu: <https://www.gov.si/teme/vrste-odpadkov/>.
- [10] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 4. člen.
- [11] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 6/2. člen.
- [12] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES, 22. člen.
- [13] Dajčman, Nina, Obveznosti gospodarskih subjektov po novi embalažni uredbi, Pravna praksa, št. 28, 2021, str. 14–16.
- [14] Baselska konvencija o nadzoru prehoda nevarnih odpadkov preko meja in njihovega odstranjevanja (UL L 39 z dne 16. februarja 1993, str. 3–22), dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=celex%3A21993A0216%2802%29>.
- [15] dostopno na spletu: <https://eur-lex.europa.eu/SL/legal-content/summary/basel-convention-on-the-control-of-transboundary-movements-of-hazardous-wastes-and-their-disposal.html>.
- [16] Kreft, Katja, Problematika plastike v okolju, Pravna praksa, št. 35–36, 2022, str. 10–11.
- [17] Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Besedilo velja za EGP) OJ L 312, 22. 11. 2008, p. 3–30, dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>.
- [18] Sporočilo Evropske komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij, Javna naročila za boljše okolje, COM(2008) 400, 16. 7. 2008.
- [19] Uredba (EU) 2025/40 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. decembra 2024 o embalaži in odpadni embalaži, spremembi Uredbe (EU) 2019/1020 in Direktive (EU) 2019/904 ter razveljavitvi Direktive 94/62/ES (Besedilo velja za EGP).
- [20] Dostopno na spletni strani Ministrstva za javno upravo: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MJU/DJN/Zeleno-JN/ZeJN_P4_papir_februar-2020.pdf.
- [21] DeKay, S. H. (2011). Use It Up, Wear It Out, Make It Do, or Do Without: Communicating Sustainability in the Workplace. Business Communication Quarterly, 74(1), 60–62. dostopno na: <https://doi.org/10.1177/1080569910395568>.
- [22] Stahel, W. R. (2020). History of the Circular Economy. The Historic Development of Circularity and the Circular Economy. In: Eisenriegler, S. (eds) The Circular Economy in the European Union. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50239-3_2.
- [23] Dostopno na spletu: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/table?lang=en.



Optimizacija postopka hidrotermične razgradnje odpadnih olupkov ananasa

Optimisation of the hydrothermal decomposition of pineapple peel waste

► Ana Marija Črešnar, Mojca Škerget, Maja Čolnik
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Izvleček

Ananas (*Ananas comosus*) je priljubljen tropski sadež. Zaradi njegove široke uporabe in obsežne predelave nastajajo velike količine odpadkov, ki predstavljajo od 25 do 35 odstotkov celotne mase sadeža in lahko povzročajo veliko obremenitev za okolje. Eno izmed obetavnih in učinkovitih metod za procesiranje odpadne biomase predstavljajo hidrotermični procesi (pod- in nadkritična voda). Pri teh postopkih sočasno potekajo številne reakcije, ki povzročijo predelavo odpadne biomase v koristne izdelke.

Cilja raziskave sta bila načrtovanje in optimizacija postopka izolacije vrednih spojin iz odpadnih olupkov ananasa s hidrotermičnimi procesi z uporabo metode odzivnih površin (RSM) po zasnovi Box-Behnkenovega eksperimentalnega načrtovanja. Hidrotermično razgradnjo olupkov ananasa smo izvajali pri različnih reakcijskih pogojih, kjer smo spreminjali tri parametre: temperaturo (180, 200 in 220 °C), čas (15, 30 in 45 min) in razmerje topilo – material (10:1, 20:1 in 30:1 mL/g).

Ugotovili smo, da imata reakcijska parametra temperatura in čas največji vpliv na razgradnjo in pridobivanje vrednih proizvodov iz odpadkov ananasa, saj se z višanjem temperature in časa iz materiala ekstrahira večja količina vrednih spojin. V razgradnih izdelkih smo zaznali visoke vrednosti totalnih fenolov (od 90,50 do 156,90 mg/g ekstrakta) in visoke antioksidativne dejavnosti (od 54,5 do 78 %). Na podlagi eksperimentalnih podatkov, ki smo jih obdelali v programu Design Expert, smo pridobili optimalne pogoje (temperatura 205,4 °C, čas 32,34 min in razmerje topilo – material 21,346:1 mL/g) za ekstrakcijo totalnih fenolov (164,1 mgGA/g ekstrakta), derivatov sladkorjev (5-HMF (33,43 mg/g ekstrakta), furfurala (27,96 mg/g ekstrakta), 5-MF (1,46 mg/g ekstrakta)) in antioksidativne aktivnosti (71,14 %). S tem smo potrdili, da ima podkritična voda velik potencial kot medij za pridobitev vrednih spojin iz odpadkov ananasa.

Ključne besede: ekstrakcija s podkritično vodo, odpadna biomasa, odpadki ananasa (*Ananas comosus*), celokupni fenoli, antioksidativnost, derivati sladkorja

Abstract

Pineapple is a perennial plant from the Bromeliaceae family. The processing of pineapples generates large amounts of waste, accounting for between 25 and 35% of the fruit's weight, which can have a major impact on the environment.

Conventional and non-conventional extraction methods have proven to be effective for processing pineapple waste. Among the non-conventional extraction techniques, hydrothermal processes (sub- and supercritical water) for processing biomass have attracted the most interest, as in these processes, the decomposition reactions of the waste biomass with subcritical water and the separation of the decomposition products take place simultaneously.

The main objective of the research was to develop and optimise the process for isolating valuable compounds from pineapple peels using the response surface method with Box-Behnken design. The hydrothermal decomposition of pineapple peel waste was carried out under different conditions, in which three parameters were changed, i.e. temperature (180, 200, and 220 °C), time (15, 30, and 45 min) and solvent-to-material ratio (10:1, 20:1, and 30:1 mL/g).

Temperature and time have the greatest influence on the extraction of valuable compounds with subcritical water, as a larger amount of valuable compounds is extracted with increasing temperature. High antioxidant activity (from 54.5 to 78%) of the extracts and the content of total phenols (from 90.50 to 156.90 mg/g extract) were found in the decomposition product.

Based on the experimental data processed with the Design Expert programme, optimal conditions (temperature 205.4 °C, time 32.34 min, and solvent-to-material ratio 21.346:1 mL/g) for the extraction of total phenols (164.1 mgGA/g extract), sugar derivatives (5-HMF (33.43 mg/g extract), furfural (27.96 mg/g extract), 5-MF (1.46 mg/g extract)) and antioxidant activity (71.14%) were determined. This confirms that subcritical water has great potential as a medium for the extraction of valuable compounds from pineapple waste.

Keywords: extraction with subcritical water, biomass waste, pineapple waste (*Ananas comosus*), total phenols, antioxidant activity, sugar derivatives

1 Uvod

Ananas je trajnica družine Bromeliaceae, ki jo ljudje jedo po vsem svetu. [1] Proizvodnja ananasa se je v zadnjem desetletju precej povečala. Ocenjeno je bilo, da je v letu 2023 svetovna proizvodnja ananasa znašala približno 27,08 milijarde USD in na podlagi analize trga in trendov rasti, napovedi za prihodnost kažejo, da naj bi se velikost trga ananasa povečala kar na 36,80 milijarde USD do leta 2028. [2]

Ananas se lahko uživa svež ali pa se uporablja za pripravo sokov, marmelad in vložene sadja. Vendar pa se s predelavo sadeža pridela tudi velike količine odpadkov (med 25 in 35 odstotkov), ki se lahko uporabijo za krmo živali, v večji meri pa se odlagajo na odlagališča ali celo sežigajo, kar pa obremenjuje okolje. Hkrati s takšnim ravnanjem dragocene bioaktivne sestavine in druge vredne komponente iz odpadne biomase (sladkorji, beljakovine, vitamini, minerali, fenolne spojine in furfurali) ostanejo neizkoriščene. [3] Bioaktivne snovi

predstavljajo heterogeno skupino spojin, ki imajo pomembno fiziološko in farmakološko vlogo v prehrani, prehranskih dopolnilih, farmacevtskih izdelkih in kozmetičnih pripravkih. Makrohranila, kot so ogljikovi hidrati in beljakovine, zagotavljajo energijo ter gradbene komponente za delovanje in obnovo telesnih tkiv. Vitamini in minerali delujejo kot esencialni sodejavniki v številnih encimskih procesih, uravnavajo presnovo, podpirajo imunski sistem ter prispevajo k ohranjanju normalnih funkcij organov. Fenolne spojine kot predstavnice sekundarnih rastlinskih metabolitov izkazujejo izrazite antioksidativne in protivnetne učinke, s čimer prispevajo k zaščiti celic pred oksidativnim stresom in vnetnimi poškodbami tkiv. [4] Olupki ananasa vsebujejo hemiceluloze in pentoze, zaradi česar predstavljajo naravni substrat za tvorbo furfurala prek ustrezne kisle ali katalitične hidrolize pod optimalnimi pogoji. [5] Pravilno očiščen in obdelan furfural se uporablja kot reagent pri sintezi furan derivatov, smol in topil, v nizkih koncentracijah pa tudi kot dodatek v hrani. [6]

tracijah pa lahko deluje tudi kot naravna aroma ter služi kot medprodukt pri sintezi drugih bioaktivnih spojin. [6]

Konvencionalne in nekonvencionalne ekstrakcijske tehnike so se izkazale kot učinkovite metode za predelavo odpadkov ananasa. [1] Med nekonvencionalnimi pristopi največ zanimanja kažejo hidrotermični postopki, ki omogočajo hkratno razgradnjo biomase s podkritično vodo in separacijo nastalih izdelkov. Podkritično vodo imenujemo vodo pod tlakom pri temperaturi nad njenim vreliščem pri standardnem tlaku in pod kritično točko ($T_k = 374,15^\circ\text{C}$, $P_k = 22,1\text{ MPa}$). Tlak podkritične vode mora biti višji od parnega tlaka pri določeni temperaturi, da voda ostane v tekočem stanju. S povišanjem temperature se fizikalno-kemijske lastnosti podkritične vode močno spremenijo in voda lahko hkrati deluje kot topilo, reaktant in katalizator. Podkritična voda je netoksična in okolju prijazno topilo, primerno za predelavo odpadne biomase v vredne izdelke. V primerjavi z organskimi topili (npr. metanol, etanol) ponuja prednosti z vidika varnosti in okoljske sprejemljivosti. [7], [8]

2 Eksperimentalni del

V raziskovalnem delu smo preučevali učinkovitost hidrotermičnega postopka s podkritično vodo za izolacijo vrednih spojin iz odpadnih olupkov ananasa. Za določitev začetnih pogojev razgradnje smo izvedli nekaj testnih eksperimentov, s katerimi smo določili tri ravni pogojev, in sicer za temperaturo, čas in razmerje topilo – material. Parametre smo nato vnesli v program Design – Expert 7.0, ki nam je predlagal 17 eksperimentov.

2.1 Hidrotermična razgradnja s podkritično vodo

Hidrotermično razgradnjo s podkritično vodo smo izvedli v visokotlačnem in visokotemperaturnem šaržnem reaktorju iz nerjavečega jekla ($V=60\text{ mL}$). Količina vzorca in volumen vode v reaktorju sta bila odvisna od predlaganega razmerja topilo – material (10:1, 20:1 in 30:1).

V reaktor smo najprej prenesli določeno količino zmletih posušenih olupkov ananasa in destilirano vodo. Zatesnjen reaktor smo postavili na magnetno mešalo, ga ovili z grelno kačo, reaktor prepihali z dušikom in nastavili začetni tlak v reaktorju na 40 bar. Reaktor smo segreli do želene temperature (180°C , 200°C in 220°C) in nato izvedli reakcije razgradnje pri stalni temperaturi. Po določenem reakcijskem času (15, 30 in 45 min) smo reaktor hitro ohladili, da smo zaustavili proces razgradnje. Nastalo reakcijsko zmes smo prefiltrirali in s pomočjo rotacijskega uparjalnika odstranili vodo iz vodne faze ter določili količino izoliranega ekstrakta.

2.2 Določanje antioksidativne dejavnosti z radikalsko metodo

Antioksidativno dejavnost ekstraktov smo določili z uporabo stabilnega 2, 2 – difenil – 1- pikrihidrazil (DPPH) prostega radikala. Vzorce smo pripravili tako, da smo v stekleničke odpipetirali 3 mL DPPH raztopine (koncentracija DPPH je znašala 0,2 mg/mL) in 77 μL raztopine ekstrakta ter tako pripravljene vzorce termostatirali 15 minut pri sobni temperaturi v temnem prostoru, medtem ko smo referenčno raztopino pripravili z metanolom in jo takoj pomerili. Absorbanco vzorcev smo izmerili na UV-Vis spektrofotometru pri valovni dolžini 515 nm. [9] Antioksidativna dejavnost je izražena v odstotkih.

2.3 Določanje totalnih fenolov

Vsebnost totalnih fenolov smo določili na osnovi oksidacijske reakcije fenolnih spojin s Folin-Ciocateu reagentom (FC). Vzorec smo pripravili tako, da smo zmešali 0,5 mL raztopine ekstrakta, 2,5 mL FC reagenta (razredčeno 1:10 v vodi) in 2 mL raztopine Na_2CO_3 (75 mg/mL). Pripravljene raztopine smo termostatirali 5 minut v vodni kopeli pri 50°C . [10] Ohlajenim raztopinam smo izmerili absorbanco na UV-Vis spektrofotometru pri 760 nm. Koncentracijo totalnih fenolov v ekstraktih smo izračunali s pomočjo umeritvene krivulje z galno kislino po enačbi:

$$Y_{GA} = \frac{\text{Abs}-0,0374}{9,4655}$$

kjer Abs predstavlja absorbanco raztopine vzorca, izmerjene pri 760 nm in Y_{GA} koncentracijo GA v raztopini ekstrakta [mg/mL]. Rezultate smo predstavili v mg galne kisline (GA) na g ekstrakta.

2.4 HPLC-analiza sladkorjev in furfuralov

Koncentracijo različnih furfuralov (5–HMF, furfural, 5-MF) v nastalih vodnih fazah po hidrotermični razgradnji smo določili s pomočjo sistema HPLC in kolone Agilent ZORBAX, katere temperatura je znašala 25°C . Mobilna faza je bila sestavljena iz topila A, ki je predstavljal metanol, in topila B, ki je bila mešanica Milli Q vode in 0,1 % trifluorooctetne kisline. Uporabljeni so bili gradienti: 0 min 90 % B, 18 min 65 % B in 20 min 90 % B. Pretok skozi kolono je bil 1 mL/min, medtem ko je volumen injiciranega vzorca ekstrakta znašal 10 μL . Detekcija furfuralov je potekala pri valovni dolžini 280 nm.

Za določanje vsebnosti sladkorjev v ekstraktih pa smo uporabili sistem HPLC Shimadzu Nexera s RI-detektorjem. Ločitev komponent smo izvedli z izokratsko metodo na kromatografski koloni pri 60°C in pretoku mobilne faze 0,6 mL/min. Za mobilno fazo smo uporabili 5 mM raztopino H_2SO_4 . Vsebnosti sladkorjev in njihovih derivatov smo preračunali s pomočjo umeritvenih krivulj standardnih raztopin in rezultate predstavili v mg komponente na g ekstrakta.

2.5 Optimizacija procesnih parametrov

Z namenom zmanjšanja števila izvedenih eksperimentov in optimizacije procesa izolacije vrednih spojin iz olupkov ananasa smo izvedli eksperimentalni načrt in uporabili metodo odzivnih površin z zasnovo Box-Behnkenovega načrtovanja. V statistiki je BBD eksperimentalni načrt z metodo odzivnih površin, ki potrebuje podatke o neodvisnih spremenljivkah in najmanj tri eksperimentalne ravni, da lahko predlaga eksperimentalni načrt. V našem primeru smo optimizirali tri neodvisne spremenljivke: A – temperaturo ($^\circ\text{C}$), B – čas (min) in C – razmerje topilo – material (mL/g) v treh eksperimentalnih ravneh. Eksperimentalni načrt je vključeval 17 kombinacij izbranih parametrov, pri čemer je bilo pet ponovitev centralne točke namenjenih oceni čiste napake vsote kvadratov.

Na podlagi eksperimentalnega načrta smo izvedli eksperimente pri predlaganih pogojih ter ekstrakte analizirali na vsebnost totalnih fenolov in antioksidativno dejavnost ter vsebnost sladkorjev in furfuralov. Pridobljene rezultate smo vpisali v program Design – Expert 7.0 in izvedli statistično analizo variance (ANOVA). Za vsak posamezen parameter smo razvili funkcijsko odvisnost v obliki večstopenjskega polinoma, da je zadostil vsem pogojem. Za tem smo določili tudi optimalne pogoje.

3 Rezultati in diskusija

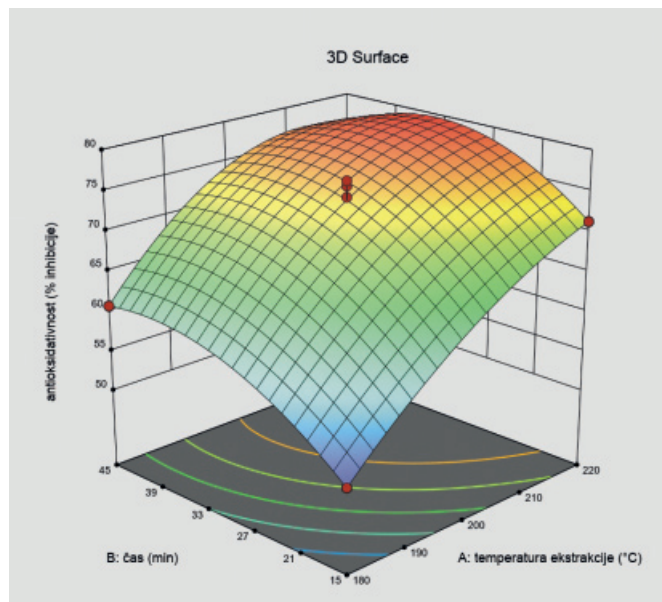
Postopek hidrotermične razgradnje odpadkov iz ananasa v vredne izdelke smo optimizirali z uporabo metode odzivnih površin (RSM). Najprej smo izvedli eksperimente s predlaganimi kombinacijami treh ključnih spremenljivk, nato pa smo z uporabo večfaktorske regresijske analize eksperimentalnih rezultatov za posamezne izolirane spojine izpeljali ustrezne modele v obliki večstopenjskih polinomov. S tem smo pridobili tudi optimalne pogoje ekstrakcije s čim višjo antioksidativno aktivnostjo, vsebnostjo totalnih fenolov ter visoko vsebnostjo 5-HMF.

3.1 Antioksidativna dejavnost

Na podlagi eksperimentov smo ugotovili, da antioksidativna dejavnost v ekstraktih s temperaturo narašča, in sicer s 50 % pri 180°C na 78 % pri 220°C , kjer smo pri razmerju topilo – material 30 mL/g dosegli tudi maksimalno vrednost. Kot smo ugotovili iz rezultatov, reakcijski čas in razmerje topilo – material bistveno ne vplivata na antioksidativno dejavnost ekstraktov, medtem ko ima temperatura velik vpliv. Kot rezultat regresijske analize eksperimentalnih podatkov smo dobili model v obliki polinoma druge stopnje za napoved antioksidativne dejavnosti ekstraktov (Y_1) v odvisnosti od procesnih parametrov (enačba 3.1).

$$Y_1 = 74,26 + 9,85A + 2,63B + 2,18AC - 3,12BC - 8,01A^2 + 9,52B^2 \quad (3.1)$$

Eksperimentalni in izračunani rezultati po metodi BBD so skladni, saj so odstopanja le med 0 in 3 odstotki. Slika 3-1 prikazuje antioksidativno dejavnost ekstraktov pri razmerju topilo – material 20 mL/g v tridimenzionalnem diagramu, izračunano z zgornjim modelom (enačba 3.1).

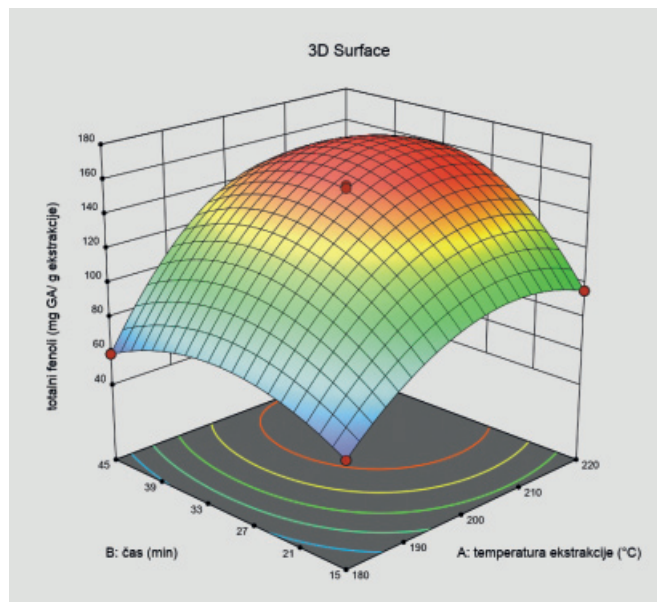


Slika 3-1: Odvisnost antioksidativne dejavnosti ekstraktov iz olupkov ananasa od temperature in časa pri razmerju topilo/material (20 mL/g) / Figure 3-1: Effect of temperature and extraction time on the antioxidant activity of pineapple peel extracts at a solvent-to-material ratio of 20 mL/g.

3.2 Vsebnost totalnih fenolov

Podobno kot antioksidativna dejavnost tudi vsebnost totalnih fenolov v ekstraktu s temperaturo narašča. Pri 180 °C so vsebnosti totalnih fenolov v ekstraktih zelo nizke, in sicer se gibljejo od 53,10 do 69,90 mg/g ekstrakta. Ta temperatura je najverjetneje prenizka, da bi se iz olupkov ananasa ekstrahirala večja količina fenolov. Z nadaljnjim naraščanjem temperature koncentracija totalnih fenolov v ekstraktih narašča in doseže najvišje vrednosti (od 90,50 do 156,90 mg/g ekstrakta) pri 200 °C in 220 °C (Slika 3-2). Rezultat regresijske analize eksperimentalnih podatkov je polinom druge stopnje (enačba 3.2), ki daje ustrezne rezultate za napoved vsebnosti totalnih fenolov v ekstraktih (Y_2), saj so odstopanja med teoretičnimi in eksperimentalnimi podatki pod 7 %.

$$Y_1 = 154,40 + 32,90A + 9,08B + 8,93C + 4,75AB - 39,23A^2 - 28,17B^2 - 16,67C^2 \quad (3.2)$$



Slika 3-2: Tridimenzionalna odzivna površina modela za določitev vsebnosti totalnih fenolov pri razmerju topilo – material 20 mL/g. / Figure 3-2: Three-dimensional response surface model for determining the total phenolic content at a solvent-to-material ratio of 20 mL/g.

3.3 Sladkorji in njihovi derivati

V času razgradnje ananasovih olupkov so nastajali različni sladkorji (glukoza, fruktoza), ki pa so z višanjem temperature razpadali in se pretvorili v njihove derivate (furfurale). V Tabeli 3-1 so predstavljeni eksperimentalni in teoretični rezultati najpogostejše zastopanega sladkorja (glukoza) in derivata sladkorjev (5-HMF). Koncentracija glukoze v ekstraktih se pri 180 °C giblje od 3,90 do 11,60 mg/g ekstrakta. Z višanjem temperature koncentracija glukoze v ekstraktih narašča ter pri 200 °C znaša od 0,60 do 18,31 mg/g ekstrakta, nato pa pri temperaturi 220 °C upade in znaša le še od 0,0 do 1,28 mg/g ekstrakta. Visoke temperature in daljši reakcijski časi najverjetneje povzročijo, da se glukoza z reakcijo dehidracije ali izomerizacije začne pretvarjati v 5-HMF in ostale razgradne izdelke. [11] Regresija eksperimentalnih podatkov nam da polinomom druge stopnje (enačba 3.3) za izračun koncentracije glukoze v ekstraktih (Y_3).

$$Y_3 = 16,07 - 3,80A + 1,60C + 1,35AB - 2,25AB - 5,56A^2 - 5,96B^2 + 6,32C^2 \quad (3.3)$$

Run	T [°C]	t [min]	R(topilo - material) [mL/g]	glukoza [mg/g ekstrakta]		5-HMF [mg/g ekstrakta]	
				EKSPERIMENTALNO	IZRAČUNANO	EKSPERIMENTALNO	IZRAČUNANO
1	220	30	30	0	-0,25	13,23	12,77
2	200	30	20	15,32	16,07	35,15	34,9
3	200	30	20	18,31	16,07	33,18	34,9
4	220	30	10	1,28	1,04	11,7	11
5	220	45	20	1	1,3	12,3	12,92
6	200	45	10	0,6	0,54	17,21	17,29
7	200	45	30	5,5	5,45	22,24	22,09
8	200	15	30	5,27	5,33	18,79	18,7
9	220	15	20	0	0,19	11,07	11,61
10	200	30	20	16,22	16,07	35,67	34,9
11	200	30	20	14,4	16,07	34,41	34,9
12	200	30	20	16,12	16,07	36,1	34,9
13	180	45	20	6,4	6,21	6,28	5,74
14	180	30	10	3,9	4,15	3,87	4,33
15	200	15	10	3,8	3,85	19,36	19,52
16	180	30	30	11,6	11,84	5,86	6,55
17	180	15	20	10,8	10,5	6,51	5,9

Tabela 3-1: Eksperimentalne in izračunane vsebnosti glukoze in 5-HMF v ekstraktih dobljenih s hidrotermično razgradnjo olupkov ananasa / Table 3-1: Experimental and calculated contents of glucose and 5-HMF in extracts obtained by hydrothermal degradation of pineapple peels.

Najnižjo koncentracijo 5-HMF smo zaznali pri 180 °C, kjer se vrednosti gibljejo od 3,87 do 6,51 mg/g ekstrakta. Koncentracija 5-HMF v ekstraktih s temperaturo narašča in pri 200 °C, 30 min in razmerju topilo – material 20 mL/g doseže najvišjo vsebnost (36,10 mg/g). Z nadaljnjim višanjem temperature do 220 °C pa začne koncentracija 5-HMF upadati (od 11,07 do 9,36 mg/g ekstrakta) zaradi nadaljnje razgradnje v druge izdelke (plinske komponente, bio-ogljje). Izračunane vsebnosti 5-HMF v ekstraktih (Y_4) smo določili na podlagi polinoma druge stopnje (enačba 3.4), ki ga je predlagal program:

$$Y_4 = 2189,17 + 83,02A + 7,95C + 7,87BC + 1409,72A^2 + 240,89B^2 + 265,43C^2 \quad (3.4)$$

3.4 Optimizacija hidrotermične razgradnje olupkov ananasa po metodi BBD

Glavni cilj raziskave je bil določiti optimalne pogoje postopka izolacije vrednih spojin iz olupkov ananasa s hidrotermično razgradnjo. Želeli smo pridobiti ekstrakt s čim višjo koncentracijo totalnih fenolov, 5-HMF in antioksidativno aktivnostjo (Tabela 3-2) in z zadovoljivimi vsebnostmi ostalih spojin.

Računalniški program je predlagal naslednjo kombinacijo procesnih parametrov:

$$T = 205,4 \text{ } ^\circ\text{C}, t = 32,34 \text{ min in } R_{\text{topilo/material}} = 21,346 \text{ mL/g.}$$

Pri teh pogojih bi naj vsebnost totalnih fenolov znašala 162,29 mg GA/g ekstrakta, antioksidativna dejavnost 76,76 % ter vsebnost 5-HMF 34,37 mg/g ekstrakta. Pri teh pogojih smo vnovič izvedli hidrotermično razgradnjo ananasovih olupkov ter pridobili naslednje eksperimentalne rezultate: vsebnost totalnih fenolov je znašala 164,10 mg GA/g ekstrakta, antioksidativna dejavnost 71 % ter vsebnost 5-HMF 33,43 mg/g ekstrakta. Na podlagi pridobljenih rezultatov lahko vidimo, da se eksperimentalni in teoretični podatki zelo dobro ujemajo. S tem smo potrdili ustreznost izbranih modelov.

	IZRAČUNANE VREDNOSTI	EKSPERIMENTALNE VREDNOSTI
izkoristek ekstrakcije [%]	24,76	25,98
antioksidativna aktivnost [%]	76,76	71,14
totalni fenoli [mg/g ekstrakta]	162,29	164,1
5 – HMF [mg/g ekstrakta]	34,37	33,43
furfural [mg/g ekstrakta]	27,74	27,96
5 – MF [mg/g ekstrakta]	0,14	1,46

Tabela 3-2: Izračunane vrednosti po metodi BBD in eksperimentalno določene vrednosti hidrotermične razgradnje olupkov ananasa s podkritično vodo pri optimalnih pogojih / Table 3-2: Calculated values obtained using the BBD method and experimentally determined values of the hydrothermal degradation of pineapple peels in subcritical water under optimal conditions.

4 Zaključek

Cilj raziskovalnega dela je bil načrtovati in optimizirati postopek pridobivanja vrednih spojin (fenolne spojine, sladkorji, furfurali) iz olupkov ananasa s pomočjo hidrotermične razgradnje s podkritično vodo. S pomočjo metode odzivnih površin smo določili optimalne pogoje za doseg čim višjih vsebnosti fenolnih komponent, antioksidativne dejavnosti in vsebnosti 5-HMF v ekstraktih ob zadovoljivi vsebnosti ostalih vrednih spojin.

Na podlagi rezultatov smo ugotovili, da imata temperatura in čas najizrazitejši vpliv na učinkovitost pridobivanja bioaktivnih spojin iz odpadnih olupkov ananasa. Nizke temperature so povzročile nizke koncentracije vrednih komponent v ekstraktih iz ananasovih olupkov, medtem ko so se z zvišanjem temperature na 200 °C v ekstraktih bistveno povečale koncentracije skupnih fenolnih spojin, topnih sladkorjev in furfuralov, prav tako pa se je v ekstraktih zvišala tudi antioksidativna dejavnost. Nadaljnjo zvišanje temperature na 220 °C pa je povzročilo razgradnjo nastalih izdelkov v sekundarne razgradne izdelke, kot so plini in trdne snovi. Časovno trajanje hidrotermične razgradnje 30 min je optimalno za pridobivanje vrednih spojin, kar pa ne velja za krajši čas 15 min, kjer se ne ekstrahira dovolj spojin, in daljši čas (45 min), kjer se vredne spojine že začnejo razgrajevati. Optimalni pogoji za pridobitev čim višjih vsebnosti totalnih fenolnih komponent, antioksidativne dejavnosti in ekstraktov, bogatih s 5-HMF, so bili: $T = 205,4 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t = 32,34 \text{ min}$ in razmerje topilo material 21,346 mL/g. Pri teh pogojih smo nato še eksperimentalno določili vsebnosti posameznih komponent in ugotovili dobro ujemanje teoretičnih in eksperimentalnih rezultatov. Ugotovili smo, da je voda dober medij za izolacijo vrednih komponent iz odpadne biomase in da lahko z optimizacijo parametrov pomembno vplivamo na zelene razgradne izdelke.

Literatura

- [1] Salve, R. R., in Ray, S. Comprehensive study of different extraction methods of extracting bioactive compounds from pineapple waste – A review. The Pharma Innovation Journal, 2020, vol. 9, št. 6, str. 327–340.
- [2] Research and Markets, Pineapple Market Analysis, Growth Trends & Forecasts 2023–2028 - Rising Demand for Fresh Pineapples Adds Impetus to Market Expansion, Dostopno na spletu: <https://www.globenewswire.com/news-release/2024/01/24/2815659/28124/en/Pineapple-%20Market-Analysis-Growth-Trends-Forecasts-2023-2028-Rising-Demand-for-Fresh-Pineapples-Adds-%20Impetus-to-Market-Expansion.html>.
- [3] Sepúlveda, L., Romani, A., Aguilar, C. N., in Teixeira, J. Valorization of pineapple waste for the extraction of bioactive compounds and glycosides using autohydrolysis. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2018, vol. 47, str. 38–45.
- [4] Sorrenti, V., Burò, I., Consoli, V., in Vanella, L. Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. International Journal of Molecular Sciences, 2023, vol. 24, št. 3, str. 2019.
- [5] Meena, L., Sengar, A. S., Neog, R. in Sunil, C. K., Pineapple processing waste (PPW): Bioactive compounds, their extraction, and utilisation: A review. Journal of Food Science and Technology, 2021, vol. 59, št. 11, str. 4152–4164.
- [6] Eseyin, A. E., in Steele, P. H. An overview of the applications of furfural and its derivatives. International Journal of Advanced Chemistry, 2015, vol. 3, št. 2, str. 42–47.
- [7] Cheng, Y., Xue, F., Yu, S., Du, S. in Yang, Y. Subcritical Water Extraction of Natural Products. Molecules, 2021, vol. 26, št. 13, str. 4004.
- [8] Ferreira, C., Moreira, M. M., Delerue – Matos C. in Sarraguça M. Subcritical Water Extraction to Valorize Grape Biomass – A Step Closer to Circular. Molecules, 2023, vol. 28, št. 22, str. 7538.
- [9] Marinova, G. in Batchvarov, V. Evaluation of the methods for determination of the free radical scavenging activity by DPPH. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2011, vol. 17, str. 11–24.
- [10] Čolnik, M., Irgolič, M., Perva, A. in Škerget, M. The Conversion of Pistachio and Walnut Shell Waste into Valuable Components with Subcritical Water. Processes, 2024, vol. 12, št. 1, str. 195.
- [11] Čolnik M., Irgolič M., Perva A. in Škerget M. Hydrolytic Decomposition of Corn cobs to Sugars and Derivatives Using Subcritical Water. Processes, 2025, vol. 13, št. 1, str. 267.



Primerjava izdelave kakovostnih odtisov na papirjih izdelanih iz konvencionalnih lesnih vlaken in vlaken enoletnih tujerodnih rastlin

Comparison of the production of high-quality prints on paper made from conventional wood fibers and fibers from annual alien plants

►► Klemen Možina, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

1 OPIS PROJEKTA PUŠ

Znanstveno-raziskovalni projekt, ki ga je razpisalo Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije, pod javnim razpisom "Problemsko učenje študentov v delovno okolje: gospodarstvo, negospodarstvo in neprofitni sektor v lokalnem/regionalnem okolju 2024–2027 (PUŠ v delovno okolje 2024–2027)", je trajal med 1. 2. in 31. 5. 2025. Projekt je opredeljen kot sodelovanje Univerze v Ljubljani z gospodarstvom, s poudarkom vključitve študentov različnih stopenj študija v problemsko reševanje in povezovanje z gospodarstvom, s ciljem pridobivanja strokovnih kompetenc, katere bodo pripomogle k vstopu na trg dela, nižji brezposelnosti in lažjemu prehodu iz fakultet v gospodarstvo.

PUŠ PROJECT DESCRIPTION

The scientific research project published by the Ministry of Higher Education, Science and Innovation under the call for applications "Problem-Based Learning in the Workplace: Economy, Non-Economy and Non-Profit Sector in the Local/Regional Environment 2024–2027 (PUŠ in the Workplace 2024–2027)" ran between 1 February and 31 May 2025. It was defined as an incentive for the cooperation between the University of Ljubljana and the economy, with a focus on including students at various levels of studies in problem solving and connecting with the economy, aiming to obtain professional competencies that will facilitate the entry into the labour market, contribute to lower unemployment, and assist the transition from faculties to the economy.

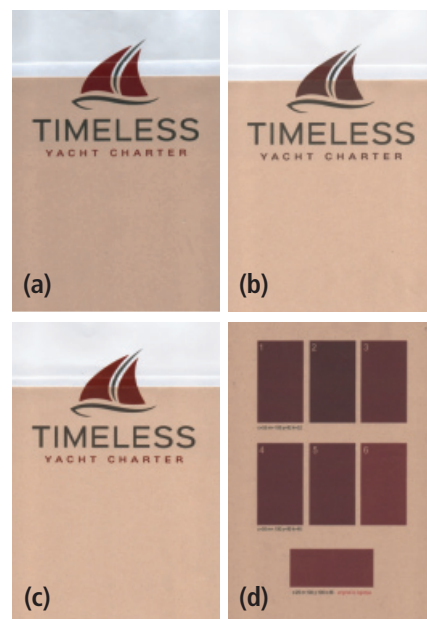
2 VSEBINA PROJEKTA

Cilj projekta je bil vključiti študente različnih stopenj študija, tj. 1. in 2. stopnje, v problemsko reševanje in povezovanje z gospodarstvom ter pridobivanje kompetenc, ki bodo krepile njihove kompetence za prihodnost, nižji stopnji brezposelnosti in lažji prehod na trg dela. Preko projekta so študenti pridobivali praktične izkušnje tekom študija in se povezovali z gospodarstvom, saj je bilo za potrebe izvedbe projekta vzpostavljeno sodelovanje s podjetjem DTM Tehnologije, d. o. o. Vseskozi trajanja projekta smo vzpodbujali

inovativnost in kritično razmišljanje študentov. S študenti smo raziskali, kako izdelati barvni profil tiskalnika, da bo kontrast barv identičen kot pri papirjih, proizvedenih iz primarnih celuloznih vlaken, tudi na papirjih nižje stopnje beline (pod 40 %), ki so običajno reciklirani papirji ali alternativni viri celuloznih vlaken (iz invazivnih tujerodnih rastlin).

2.1 Problemska situacija

Uporaba "nebelih" vrst papirjev, proizvedenih iz sekundarnih celuloznih vlaken ali celuloznih vlaken enoletnih rastlin, kot so invazivne tujerodne rastline (Japonski dresnik; papir proizveden na ICP v okviru projekta Applause), je v tiskarskem pomenu precej kompleksna in je uporaba tovrstnih papirjev omejena. Bolj ko so papirji beli, bolj izrazit je kontrast odtisa in višja je stopnja čitljivosti in razumljivosti zapisane informacije. Ker je uporaba papirjev proizvedenih iz alternativnih virov nujna, saj so naravni viri omejeni, je posledično potrebno prilagoditi tudi strojno in programsko opremo tiskalnikov, tako kapljičnih, kot tudi elektrofotografskih. Problem nastane pri uporabi tovrstnih papirjev, proizvedenih iz npr. invazivnih tujerodnih rastlin, kateri imajo bistveno nižjo stopnjo beline, pod 85 %, kot jo imajo papirji iz primarnih lesnih celuloznih vlaken. Programska in strojna tiskarska oprema sloni na vhodnem podatku, ki je postal standard, da je belina papirja preko 90 % iz katerega izhaja produkcijski standard na osnovi katerega je izvršeno tudi strojno barvno upravljanje. Naš cilj je tako bil, vzpostaviti možnost izbire vhodne beline papirja in temu posledično prilagoditev nanosa tiskarske barve/tonerja. V okviru preizkusov smo izvedli več zaporednih eksperimentov, da bi podrobno ocenili vpliv papirja, tiskarske tehnike in barvnih profilov. Na vseh treh vrstah papirja smo izvedli tisk z dvema tiskarskima tehnikama, tj. elektrofotofski (Xerox Versant 280 Press) in kapljični tisk (Epson WorkForce Pro WF-C579R). Zaradi odsotnosti natančnih barvnih vrednosti (npr. svetlosti, natančne vrednosti barvnih kanalov) smo izdelati povsem nov logotip podjetja, da smo ga lahko v nadaljevanju reproducirali.



Slika 1: Primerjava odtisov elektrofotografija (a) in kapljični tisk (b); (c) Primerjava odtisov elektrofotografije na pisarniškem in papirju iz Japonskega dresnika; (d) Primerjava najboljših odtisov približkov rdečih odtenkov kapljičnega tiska na Japonskem dresniku. / Figure 1: Comparison of electrophotographic (a) and inkjet prints (b); (c) Comparison of electrophotographic prints on office paper and paper made from Japanese knotweed; (d) Comparison of the best prints of red shades of inkjet prints on paper made from Japanese knotweed.

3 ZAKLJUČEK

V gospodarskem smislu papir izdelan iz celuloznih vlaken Japonskega dresnika predstavlja zanimivo surovino za podjetja, ki iščejo trajnostne rešitve in so pripravljena prilagajati svoje grafične materiale. V ta kontekst sodi tudi sodelovanje z manjšim podjetjem DTM Tehnologije d.o.o., ki se je v okviru projekta PUŠ odločilo za preizkus takšnega materiala v realnem poslovnem okolju. Kljub tehničnim izzivom papir iz invazivnih tujerodnih rastlin ponuja pomemben trajnostni potencial, saj prispeva k zmanjšanju rabe lesnih virov in hkrati rešuje problem razraščanja invazivnih vrst.

Na projektu so sodelovali: Marjan Djuras (direktor DTM Tehnologij, d.o.o.) in študentje UL NTF, Anja Sarjanović, Melita Koželj, Tosja Macedoni, Klementina Peternel, Urša Jurečič in Lovro Rebič.

Vpliv optičnih lastnosti papirja na določanje ravnovesja beline fotografij

Influence of paper optics on white balance determination in photographs

► Veronika ŠTAMPFL, Jure AHTIK, Klemen MOŽINA
Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje, Katedra za informacijsko in grafično tehnologijo

Izvleček

Natančna nastavitve ravnovesja beline je za verodostojno barvno reprodukcijo pri fotografskem zajemu ključnega pomena. Po navadi v ta namen zajamemo standardizirano testno tablico in pozneje v digitalni poprodukciji z odčitanjem vrednosti natančno nastavimo ravnovesje beline. Kadar standardizirane testne tablice niso na voljo, fotografi za nastavitve ravnovesja beline pogosto uporabljajo različne nadomestne bele površine, kot so pisarniški papirji, pri čemer ni znano, kako optične lastnosti tovrstnih papirjev vplivajo na delokrog. V raziskavi smo analizirali vpliv optičnih lastnosti šestih komercialno dostopnih papirnih vzorcev na barvno reprodukcijo pri različnih svetlobnih virih. Fotografije barvne testne tablice ColorChecker DC smo obdelali z nastavitvijo beline glede na posamezne vzorce papirja in analizirali barvne razlike (ΔE_{00}) ter ločeno spremembe v svetlosti (ΔL), nasičenosti (ΔC) in barvnem tonu (Δh). Rezultati so pokazali, da so barvne razlike pri uporabi posameznih papirjev majhne in pod pragom zaznavnosti, kar potrjuje njihovo primernost za komercialne fotografske namene. Pri natančnejši statistični analizi (ANOVA) pa se pokažejo razlike, ki nakazujejo, da za namene, kjer je zahtevana izrazito natančna barvna reprodukcija, uporaba pisarniških papirjev za nastavitve ravnovesja beline ni primerna. Največjo nestanovitnost smo zaznali pri spremembi barvnega tona, zlasti v kombinaciji z LED-osvetlitvijo, kjer rezultati niso bili napovedljivi. Sklepamo, da so analizirani pisarniški papirji primerno uporabni za osnovno nastavitve belega ravnovesja, za namene, kjer je zahtevana natančna barvna reprodukcija, pa njihovo uporabo odsvetujemo.

Ključne besede: papir, belina, optična belila, fotografija, ravnovesje beline, barvne razlike, papir, belina, optična belila, fotografija, ravnovesje beline, barvne razlike

Abstract

Accurate white balance adjustment is essential for a credible colour reproduction in photographic capture. Typically, this is achieved by capturing a standardised test chart and later adjusting the white balance precisely in digital post-production based on sampled reference values. When such test charts are not available, photographers often resort to using various substitute white surfaces, such as office papers, although the influence of their optical properties on the process is not well understood. In this study, we examined the impact of the optical properties of six commercially available office paper samples on colour reproduction under different lighting conditions. Photographs of a ColorChecker DC colour chart were processed by setting the white balance according to each paper sample. We analysed colour differences (ΔE_{00}), along with separate changes in lightness (ΔL), chroma (ΔC), and hue (Δh). The results showed that colour differences between paper samples were minor and remained below the perceptibility threshold, confirming their suitability for commercial photographic purposes. However, more a detailed statistical analysis (ANOVA) revealed variations that indicate office paper is not appropriate for applications where highly precise colour reproduction is required. The greatest inconsistency was observed in hue shifts, particularly under LED lighting, where outcomes were unpredictable. We conclude that the tested office papers are suitable for basic white balance adjustment, but their use is not recommended in contexts that demand exact colour fidelity.

Keywords: paper, whiteness, optical whiteners, photography, white balance, colour differences

Uvod

Nastavitve ravnovesja beline pri fotografskem zajemu je ključnega pomena za natančno in kakovostno barvno reprodukcijo. Ravnovesje beline fotograf nastavi bodisi na fotografski napravi ali pa v začetnih korakih digitalne poprodukcije, kjer se ravnovesje uravnateži glede na sivinske površine na fotografiji. V ta namen na fotografskih scenah pogosto uporabljamo barvne testne tablice, kot je na primer *ColorChecker Passport*, kadar te niso na voljo, pa uporabimo druge materiale iz okolice, ki jih subjektivno imamo za bele. Tako se med tovrstnimi površinami, ki jih imamo za bele, pogosto znajde pisarniški papir, pri čemer ni raziskano, kako njegove optične lastnosti vplivajo na kakovost uravnave ravnovesja beline v korakih digitalne fotografske poprodukcije, ki jo izvedeta fotograf in/ali retušer. V ta namen ter z namenom ozaveščanja ciljne skupine fotografov o pomembnosti papirnih lastnosti smo zasnovali raziskavo, v kateri smo za uravnavanje beline na fotografijah uporabili šest komercialno dostopnih in naključnih vzorcev pisarniških papirjev ter ovrednotili barvne spremembe, ki so posledica njihovih optičnih lastnosti, predvsem v deležu vsebnosti optičnih belil.

Optična belila so snovi, dodane papirju z namenom, da ta absorbira več ultravijolične svetlobe in jo odseva v obliki vidne, tj. modrikaste svetlobe, s čimer papir navidezno postane bolj »bel«. Čeprav slednje za človeško zaznavo estetsko izboljša videz papirja, pa predstavljajo resno spremenljivko v barvno-kalibracijskih procesih digitalnih fotografskih sistemov. Nekatere raziskave, kot je npr. Anderssonova [1], so pokazale, da lahko razlike v vsebnosti optičnih belil povzročajo merilne napake pri zajemu z digitalnimi fotografskimi kamerami, saj se optični učinek belil razlikuje glede na svetlobni vir in UV-vsebnost. Prav zaradi tega barvna kalibracija, opravljena na enem papirju, ni nujno prenosljiva na drugega, kar vodi do nekonsistentnih barvnih lastnosti slike. Raziskave, ki so preučevale vpliv optičnih belil na barvno zaznavo in reprodukcijo, poročajo o znatnih razlikah, kot je raziskava Yang [2], kjer navaja, da lahko spektralni odziv pri določenih valovnih dolžinah odstopa za 4–5 %, zlasti v modrem delu spektra, kjer optična belila



najizraziteje fluorescirajo. Witt [3] ugotavlja razlike do 10 enot med osvetlitvijo s halogensko in ksenonsko svetlobo kot posledico prisotnosti optičnih belil. Ti rezultati poudarjajo pomembnost nadzorovanih svetlobnih pogojev in previdne uporabe papirja kot referenčne bele površine v barvno-kritičnih kontekstih.

Dozdajšnje študije so v več primerih poudarile, da razlike v optičnih lastnostih papirjev pomembno vplivajo na zaznane barvne vrednosti, kar vodi do težav pri standardizaciji postopkov barvnega uravnavanja v tiskovnih procesih, torej končnega upodabljanja na papirju. Andersson in Norberg [4] sta izpostavila, da razlike v sevani UV-svetlobi med različnimi viri osvetlitve povzročijo zaznavne barvne razlike na natisnjenih fotografijah, kjer je bila za uravnavanje beline uporabljena papirna podlaga z neenakomerno vsebnostjo optičnih belil. Podobno tudi Tian in Chung [5] ugotavljata, da uporaba optičnih belil v papirjih premakne barvne vrednosti v smer negativnih b^* vrednosti, kar pomeni modrikast odtenek, in da so nelinearne metode barvne korekcije učinkovitejše od linearnih pri popravljanju teh učinkov.

Kljub pomembnosti tematike je v literaturi le malo študij, ki bi sistematično ovrednotile vpliv komercialno dostopnih pisarniških papirjev na uravnavanje ravnovesja beline pri fotografskem zajemu. Še posebej redke so študije, ki bi obravnavale interakcije med optičnimi lastnostmi papirja in različnimi svetlobnimi viri, kot so halogenski, ksenonski in LED. V ta namen smo v raziskavi analizirali vpliv šestih izbranih papirnih vzorcev na reprodukcijo barv pri različnih svetlobnih

pogojih. Cilj raziskave je bil ugotoviti, v kolikšni meri lahko optične razlike med papirji vplivajo na nastavitve beline in posledično na natančnost barvnega zajema, ter oceniti njihovo ustreznost za uporabo v komercialnih in analitičnih kontekstih.

Eksperimentalni del

V raziskavo smo vključili šest komercialno dostopnih in naključno izbranih papirnih vzorcev, ki so na trgu dostopni v kategoriji večnamenskega pisarniškega papirja. Za kriterij izbire smo si postavili šest najbolj/najpogostejše prodajnih papirjev pri spletnem ponudniku *Mimovrste.com* v maju 2025. Vsi vzorci so formata A4, deklarirane gramature 80 g/m^2 ter so bili v času raziskave na voljo v prosti prodaji. Podrobnosti in oglaševane lastnosti posameznih vzorcev so prikazane v *Preglednici 1*. Vsem vzorcem smo na aparatu Datacolor ELREPHO S1 izmerili optične lastnosti, rezultati so prikazani v *Preglednici 2*. Meritve ISO-beline so bile izvedene v skladu s standardom ISO 2469 [6], rumenost po standardu ISO 18314-3 [7] in neprosojnost v skladu s standardom ISO 2471 [8].

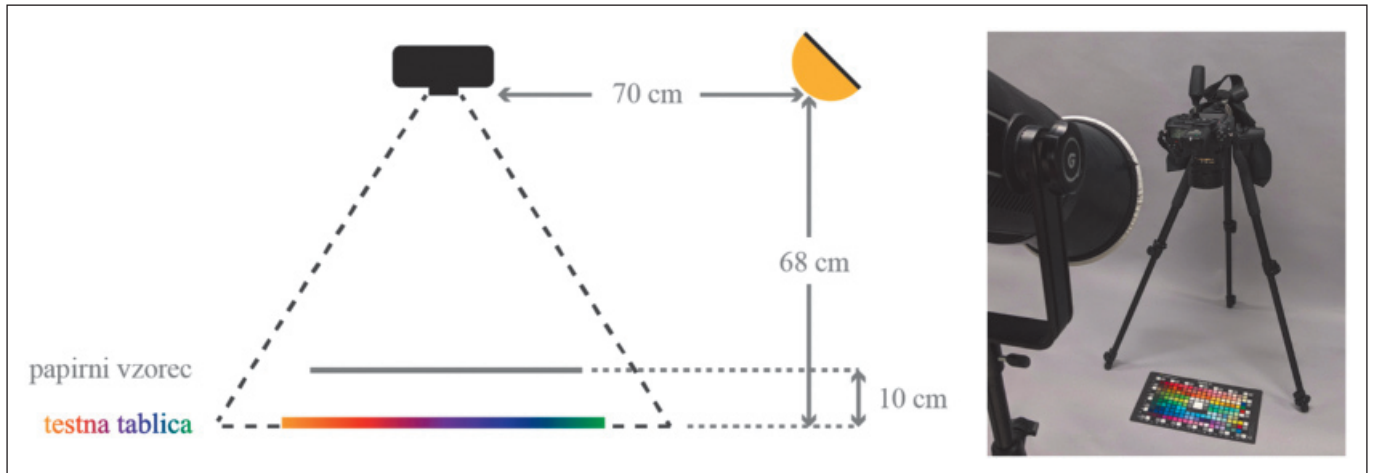
Testno sceno smo umestili v fotografski studio, ki je omogočal namestitev nevtralnega sivega ozadja, kot za opazovanje barv predvideva standard ISO 3664 [9]. Nanj smo umestili barvno testno tablico *ColorChecker DC* z 237 barvnimi polji, ki smo jo naenkrat osvetlili le z enim svetlobnim virom (halogen, ksenon, LED) pod kotom 45° in na višini ter razdalji 70 cm. Fotoaparat za zajem testne površine smo ume-

Vzorec	Proizvajalec	Model	Certifikati
V1	Radeče papir	Copy paper standard	FSC
V2	Mondi	Dolphin everyday paper	PEFC, Ecolabel, green range
V3	hp	Home&Office	FSC, Ecolabel, ISO 9706
V4	Sinarline	Multi purpose premium copier	PEFC, ISO 9001, ISO 14001, ISO 9706, SVLK Indonesia
V5	Xerox	Business	ISO 9706, 100 % elemental, chlorine free bleached
V6	Navigator	Universal	FSC, Ecolabel

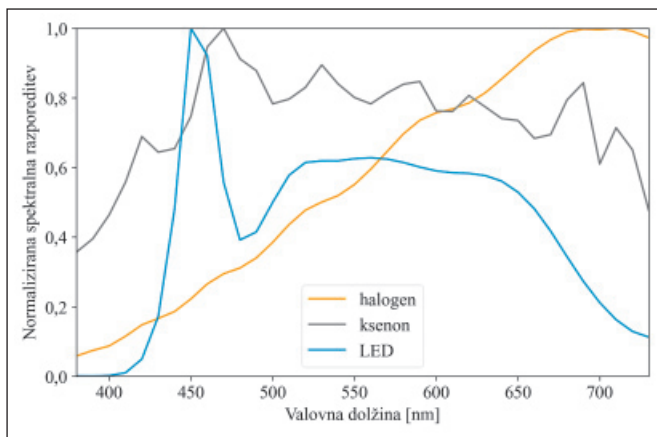
Preglednica 1: Specifikacije papirnih vzorcev. / Table 1: Paper sample specifications.

Vzorec	Stran	ISO-belina [%]		Rumenost [%]		Prosojnost [%]	
		$\bar{x}$	S_x	$\bar{x}$	S_x	$\bar{x}$	S_x
V1	A	107,67	0,43	-27,31	0,43	92,48	0,16
	B	107,11	0,49	-26,17	0,49	92,5	0,17
V2	A	85,89	0,09	-25,18	0,09	92,82	0,31
	B	103,23	0,08	-25,48	0,08	92,75	0,23
V3	A	87,08	0,05	-23,85	0,05	92,03	0,29
	B	103,96	0,08	-23,85	0,08	92,28	0,2
V4	A	102,93	0,25	-31,85	0,25	94,91	0,12
	B	103,33	0,28	-32,31	0,28	94,98	0,13
V5	A	103,84	0,08	-24,50	0,08	92,78	0,22
	B	103,89	0,08	-24,66	0,08	93,07	0,25
V6	A	110,99	0,09	-37,74	0,09	94,64	0,13
	B	110,68	0,1	-35,39	0,1	94,81	0,11

Preglednica 2: Izmerjene optične lastnosti vzorcev. / Table 2: Measured optical properties of the samples



Slika 1: Shema in fotografija testne postavitve. / Figure 1: Diagram and photo of the test setup.



Slika 2: Izmerjene spektralne razporeditve testnih svetlobnih virov (normaliziran razpon od 0 do 1). / Figure 2: Measured spectral distributions of the test light sources (normalised range from 0 to 1).

stili ploskovno proti testni tablici in na višini 68 cm, ki je omogočala celoten zajem testne površine brez odbojev svetlobe. Papirni vzorec smo pridržali 10 cm pred testno tablico, tako kot sicer na fotografski sceni pridrži list papirja pred opazovano sceno. Shema postavitve je prikazana na Sliki 1.

Kljub osvetljevanju z enim svetlobnim virom naenkrat smo z njegovo oddaljenostjo zagotovili dovolj enakomerno osvetlitev barvne testne tablice. Za osvetljevanje smo namreč izbrali tri tipe svetlobnih virov, pri čemer je bil v nekaterih primerih na voljo le eden. Svetlobne vire smo izbrali glede na njihovo pogostost uporabe v fotografskem studiu. Kot klasično fotografsko svetilo smo izbrali halogenski svetlobni vir *Kaiser Studioliight H*, za ksenonski svetlobni vir studijsko bliskavico *Elinchrom ELC PRO HD 500* in za LED svetlobni vir *Godox SL-150W III*. Na vse tri svetlobne vire smo za potrebe osvetljevanja scene namestili isti nastavek za mehčanje izvorne svetlobe. Spektralne razporeditve testnih svetlobnih virov so prikazane na Sliki 2.

Za zajem smo uporabili fotoaparat *Nikon D850* z objektivom *AF-S Nikkor 50mm f/1.4G*, ki dovoljuje fotografski zajem z nizkimi stopnjami geometrijskih in barvnih popačenj. Fotografirali smo v surovem formatu, ki ne upošteva ravnovesja beline ter dovoljuje naknadno prilagajanje barv brez izgub v kakovosti upodobitve. Nastavitev ISO-občutljivosti in čas osvetlitve smo prilagodili glede na jakost razpoložljive

svetlobe, tako da smo zagotovili kakovostno osvetlitev podobe, medtem ko smo zaslonko nastavili na $f/5,6$ ter s tem zagotovili najvišjo stopnjo ostrine, ki jo je možno doseči z uporabljenim objektivom.

Pri vsaki od treh svetlobnih situacij smo zajeli po 13 fotografij, in sicer barvno testno tablico ter vsakega od šestih papirnih vzorcev, pri čemer smo proti fotoaparatu najprej obrnili stran A, nato pa še stran B. Nastale fotografije v surovem formatu smo uvozili v program *Adobe Lightroom Classic* (različica 14.0.1) ter slike testne tablice 12-krat prilagodili ravnovesje beline glede na odčitane vrednosti na fotografijah papirnih vzorcev. 12 barvno uravnoteženih slik smo izvozili v 8-bitnem formatu TIFF ter jih uvozili v programsko kodo, ki smo jo z odprtokodnimi knjižnicami zasnovali v programskem jeziku *Python*. To nam je omogočilo samodejno odčitavanje barvnih vrednosti posameznega barvnega polja, uravnavanje svetlosti slikam glede na izmerjene referenčne vrednosti ter primerjavo vsakega barvnega polja s pripadajočo referenčno vrednostjo.

Referenčne vrednosti posameznega barvnega polja smo pridobili s spektrofotometričnim merjenjem, za kar smo uporabili napravo *i1 Pro 2* in programsko opremo *ArgyllCMS* (različica 1.3). Naprava je bila nastavljena na osvetljevanje s standardno svetlobo D50 (način M1), geometrijo merjenja $45^\circ/0^\circ$ in 2° standardnega opazovalca.

Med odčitanimi in referenčnimi vrednostmi smo nato izračunali barvne razlike CIE deltaE 2000 ter razlike v svetlosti CIE L^* , nasičenosti CIE C^* in barvnem tonu CIE h_{uv} , za kar smo uporabili odprtokodne knjižnice *Colour* [10].

Za statistično vrednotenje vpliva posameznega parametra na rezultate smo uporabili analizo variance (ANOVA), kjer smo za stopnjo značilnosti določili p-vrednost 0,05. Za kombinacije faktorjev statističnega vpliva, ki so pokazali odvisnost, smo izvedli tudi Tukeyev post-hoc test.

Rezultati z razpravo

V raziskavi smo ovrednotili vpliv šestih različnih vzorcev papirja, tako po A- kot tudi po B-strani. Prilagoditvam ravnovesja beline fotografij smo kot faktor vpliva dodali tudi spremenljiv tip svetlobnega vira, ki osvetljuje fotografsko sceno. S tem smo želeli preveriti, v kolikšni meri so pisarniški papirji primerni za osnovno odčitavanje in upravljanje ravnovesja beline pri fotografskih zajemih. Vpliv posameznega parametra na rezultate smo statistično preverili z analizo variance ANOVA (Preglednica 3).

Rezultati statistične analize (Preglednica 3) so pokazali, da ima tip svetlobnega vira pomemben vpliv na barvne razlike DE_{00} , medtem ko

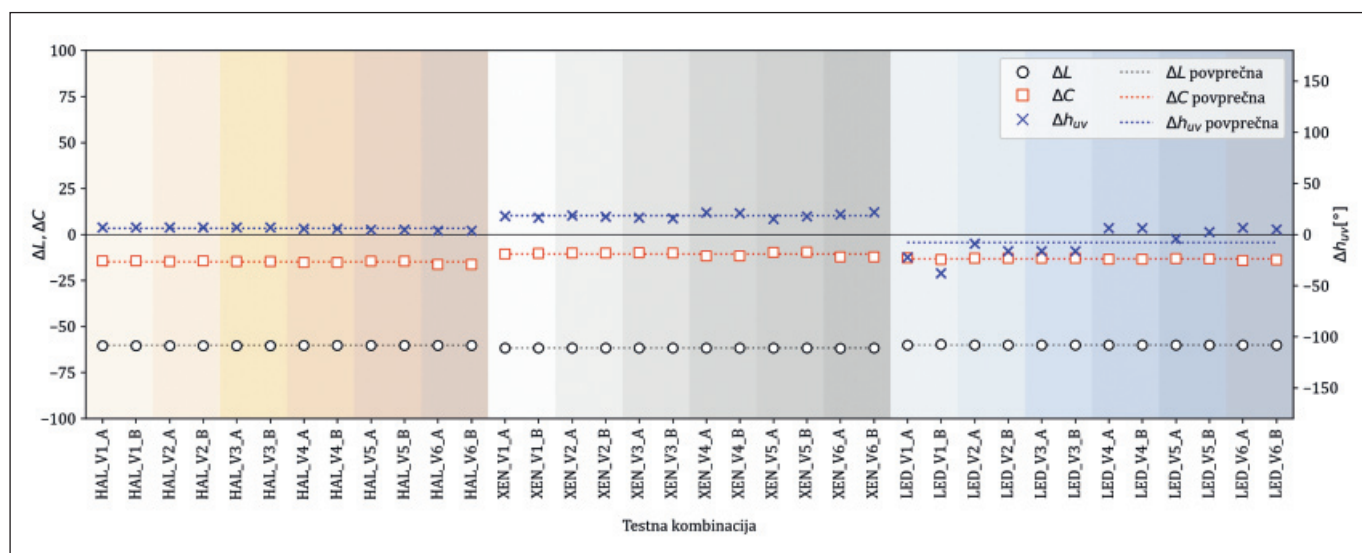


	Faktor	Vsota kvadratov razlik	Prostostne stopnje	F-porazdelitev	p-vrednost	Statističen vpliv
DE_{00}	Svetlobni vir	1,21734	2	70,34384	2,36E-07	pomemben
	Vzorec	0,11066	5	2,55780	0,08477	nepomemben
	Stran	0,01209	1	1,39735	0,26006	nepomemben
	Svetlobni vir : Vzorec	0,17560	10	2,02943	0,12269	nepomemben
	Vzorec : Stran	0,02956	5	0,68322	0,64502	nepomemben
	Ostane	0,10383	12	NaN	NaN	NaN
DL	Svetlobni vir	18,67643	2	1756,68360	1,56E-15	pomemben
	Vzorec	0,02598	5	0,97737	0,46989	nepomemben
	Stran	0,00392	1	0,73729	0,40736	nepomemben
	Svetlobni vir : Vzorec	0,05413	10	1,01819	0,48098	nepomemben
	Vzorec : Stran	0,01993	5	0,74991	0,60175	nepomemben
	Ostane	0,06379	12	NaN	NaN	NaN
DC^*	Svetlobni vir	110,56796	2	1092,09815	2,66E-14	pomemben
	Vzorec	13,24181	5	52,31661	9,86E-08	pomemben
	Stran	0,00298	1	0,05895	0,81227	nepomemben
	Svetlobni vir : Vzorec	3,32793	10	6,57410	0,00161	pomemben
	Vzorec : Stran	0,08349	5	0,32988	0,88533	nepomemben
	Ostane	0,60746	12	NaN	NaN	NaN
Dh_{uv}	Svetlobni vir	4125,26078	2	235,73834	2,34E-10	pomemben
	Vzorec	732,83122	5	16,75108	4,79E-05	pomemben
	Stran	8,13336	1	0,92956	0,35400	nepomemben
	Svetlobni vir : Vzorec	1392,32177	10	15,91287	0,00002	pomemben
	Vzorec : Stran	69,54409	5	1,58964	0,23626	nepomemben
	Ostane	104,99592	12	NaN	NaN	NaN

Preglednica 3: Rezultati statistične analize ANOVA. / Table 3: Results of the ANOVA statistical analysis.

ostali faktorji nanje nimajo statistično značilnega vpliva. Povprečna vrednost razlik DE_{00} za halogenski svetlobni vir je 51,34, s standardnim odstopanjem 0,04, za ksenonski vir 50,98, s standardnim odstopanjem 0,11, ter za LED vir 51,40, s standardnim odstopanjem 0,16. Nizke vrednosti odstopanj za posamezen tip svetlobnega vira potrjujejo, da vzorci papirja tako za A- kot za B-stran nimajo jasnega/zaznavnega vpliva na barvne razlike DE_{00} . Kadar je stopnja spremembe DE_{00} nižja od 2, razlik s prostim očesom praviloma ne zaznamo [11], kar kaže, da kljub izračunani statistični pomembnosti opazovalec ne bi razločil

med rezultati, ki so posledica uravnavanja ravnovesja beline fotografij z različnimi vzorci papirja. Kljub temu da so barvne razlike na pogled nezaznavne, je na področju analize barv s fotografskim zajemom nujna natančna zaznava lastnosti barvnih površin. Zato smo statistično analizo vpliva faktorjev izvedli tudi za spremembe v posamezni komponenti barvnega prostora CIE LCh_{uv}. Pričakovano se je svetlobni vir izkazal kot statistično pomemben faktor, tj. za vse tri komponente, ter je pomembno vplival na spremembe svetlosti DL , nasičenosti DC in barvnega tona Dh_{uv} . Razlike so prikazane na Sliki 3.



Slika 3: Razlike v svetlosti DL, nasičenosti DC in barvnem tonu Dhuv za vse testne kombinacije. / Figure 3: Differences in DL brightness, DC saturation and Dhuv hue for all test combinations.

Svetlostne vrednosti fotografij smo pred analizo uravnavali glede na referenčne meritve belih in črnih barvnih polj, vendar so razlike DL za posamezen svetlobni vir (*Slika 3*) kljub temu jasno vidne. Povprečna vrednost za halogenski vir je $-60,35$, za ksenonskega $-61,70$ in za LED $-60,04$, kar nakazuje, da se v primeru kombinacije papirnih vzorcev s ksenonskim svetlobnim virom barve reproducirajo svetleje kot v kombinaciji s preostalima dvema svetlobnima viroma, vključenima v raziskavo. Kljub temu ni zaznani odstopanj glede na papirni vzorec, kar potrjuje tudi statistična analiza, kjer so p -vrednosti za preostale faktorje bistveno višje od mejne $0,05$.

Pri spremembah nasičenosti DC in odmika po barvnem tonu Dh_{uv} je poleg svetlobnega vira statistično značilen faktor tudi vzorec papirja, pri čemer stran vzorca ne vpliva na rezultate. Statistično značilna je tudi interakcija svetlobne vira in vzorca papirja, kar nakazuje, da optične lastnosti vzorcev papirja vplivajo na uravnavanje ravnovesja beline v korakih poprodukcije ter tako lahko pripeljejo do različnih lastnosti reproduciranih barv.

Pri analizi rezultatov (*Slika 3*) opazimo, da od povprečne vrednosti DC za posamezen svetlobni vir v kombinacijah s halogenskim in ksenonskim svetlobnim virom najbolj odstopata le $V4$ in $V6$, pri čemer v kombinaciji z LED-svetlobnim virom tega odstopanja ne zaznamo, kar kaže tudi Tukeyev post-hoc test. Opazovana vzorca se od ostalih razlikujeta predvsem v optičnih lastnostih porumenelosti in prosojnosti, pri čemer se porumenelost giblje med $-37,74$ in $-31,85$ % ter neprosojnost med $94,64$ in $94,98$ %.

Pri analizi rezultatov za Dh_{uv} opazimo v kombinacijah s halogenskim in ksenonskim svetlobnim virom bolj enakomerne rezultate z nižjimi odstopanji – najvišje odstopanje od povprečne vrednosti za halogenski vir je $-2,18$ ter $3,61^\circ$ za ksenonski vir, pri čemer razlike od povprečne vrednosti v kombinaciji s ksenonskim virom vnovič kažeta $V4$ in $V6$ ($3,32$ in $3,61^\circ$). Teh odstopanj s Tukeyevim post-hoc testom nismo zaznali kot statistično pomembna, medtem ko so prav vse razlike za kombinacije vzorcev in LED-svetlobnega vira statistično pomembne, pri čemer se vrednosti odstopanj od povprečne gibljejo med $-30,12$ in $14,56^\circ$. Vzorci $V1$, $V2$ in $V3$ ter vzorec $V5$ po A-strani imajo prosojnost nižjo ali enako $92,82$ % ter kažejo negativni odmik v Dh_{uv} , medtem ko ima preostalih pet kombinacij višjo prosojnost ter kažejo pozitivni odmik po barvnem tonu. Kljub temu ta zveznost ne utemelji neenakomernih razlik v kombinaciji z vzorci $V1$, kjer je neprosojnost za A- in B-stran podobna ($92,48$ in $92,50$ %), statistična analiza pa ni pokazala jasnih vplivov transkosti barvnih vzorcev. To kaže na nepredvidljivost interakcij različnih vzorcev papirja s svetlobo, ki jo proizvaja LED-svetlobni vir, saj nismo našli jasne povezave med optičnimi lastnosti materialov in razlikami v barvni reprodukciji.

Sklepi

Rezultati raziskave so pokazali, da so razlike v skupni barvni razliki DE_{00} med posameznimi papirnimi vzorci dovolj majhne (nižje od 2), da pri komercialni rabi fotografske opreme nimajo zaznavnega vpliva na kakovost uravnave ravnovesja beline. Ne glede na optične lastnosti testiranih papirjev – vključno z belino, porumenelostjo in neprosojnostjo – povprečne vrednosti DE_{00} ostajajo pod pragom zaznavnosti s prostim očesom, kar pomeni, da lahko uporabimo kateri koli izmed testiranih papirjev za nastavitve beline, kadar je končni namen fotografije vezan npr. na promocijo, arhivsko dokumentacijo ali kateri koli drug neanalitičen oz. nestandardiziran fotografski zajem.

Če je namen fotografskega zajema natančna barvna reprodukcija, kot na primer pri znanstvenih analizah, restavratorskih postopkih ali reprodukciji umetniških del, postane razumevanje vplivov posameznih

optičnih lastnosti papirjev pomembnejše. V tem kontekstu se izkaže, da izbira papirja sama po sebi ne povzroča pomembnih odstopanj v svetlosti (ΔL), razen v povezavi s svetlobnim virom – vendar so te razlike zanemarljive in ne vplivajo bistveno na barvno zaznavo. Bolj očiten je vpliv pri spremembi nasičenosti barvnih polj (ΔC), kjer rezultati kažejo, da porumenelost in neprosojnost papirja prispevata k zaznavnim razlikam. Pri spremembah barvnega tona (Δh_{uv}) se pokaže, da imajo različni vzorci različen vpliv, vendar ta ostaja predvidljiv v primeru uporabe halogenskih in ksenonskih svetlobnih virov.

Največjo nepredvidljivost opažamo pri uporabi LED-svetlobnih virov. Rezultati spremembe barvnega tona (Δh_{uv}) kažejo statistično pomembna odstopanja, kar pomeni, da interakcija med LED-svetlobo in analiziranimi papirji vodi do neenotnih barvnih rezultatov. V praksi to pomeni, da pri uporabi LED-osvetlitve ni mogoče zanesljivo predvideti, kako bo določen papir – če ga uporabimo za urnavno ravnovesja beline – vplival na barvno reprodukcijo.

Na podlagi predstavljenih rezultatov zato sklepamo, da so vsi analizirani papirji primerni za nastavitve ravnovesja beline v običajnih fotografskih postopkih, kjer barvna natančnost ni ključna. V kontekstih, kjer pa je cilj fotografske reprodukcije natančna analiza barv, svetujemo previdnost pri uporabi neprofesionalnih referenčnih površin, še posebej v kombinaciji z LED-osvetlitvijo, kjer priporočamo kalibracijo opreme in izvedbo barvnega upravljanja.

Raziskavo je sofinancirala Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (raziskovalni program št. P2-0450).

Literatura

- [1] ANDERSSON, M. Digital camera calibration for color measurements on prints. Proc. Color Imaging XII: Processing, Hardcopy, and Applications, ESCHBACH, R. in MARCU G. G. (urednik), št. 6493, jan. 2007. doi: 10.1117/12.704392.
- [2] YANG, L. Detailed analysis of the UV-adjustment techniques used in paper and graphic industries. Color Res Appl, let. 42, št. 1, str. 19–26, feb. 2017. doi: 10.1002/col.22015.
- [3] WITT, K. Colorimetric control of photographic prints: the problem of fluorescence. Proc. 9th Congress of the International Colour Association, CHUNG, R. in RODRIGUES, A. (urednik), št. 4421, str. 777, jun. 2002. doi: 10.1117/12.464659.
- [4] ANDERSSON, M., in NORBERG, O. Color measurements on prints containing fluorescent whitening agents. Proc. Color Imaging XII: Processing, Hardcopy, and Applications, ESCHBACH, R., in MARCU G. G. (urednik), št. 6493, jan. 2007. doi: 10.1117/12.704196.
- [5] TIAN, Q. H., in CHUNG, R. A Study of Optical Brightening Agents (OBA) Correction Methods. Adv Mat Res, let. 174, str. 346–349, dec. 2010, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.174.346.
- [6] ISO 2469:2024: Paper, board and pulps – Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor), str. 28.
- [7] ISO 18314-3:2022: Analytical colorimetry. Part 3: Special indices, str. 6.
- [8] ISO 2471:2008: Paper and board – Determination of opacity (paper backing) – Diffuse reflectance method, str. 8.
- [9] SIST ISO 3664:2011: Graphic technology and photography – Viewing conditions.
- [10] COLOUR DEVELOPERS. Colour Science – Colour. Dostopno na spletu: <https://www.colour-science.org/>
- [11] JAVORŠEK, D., KARLOVITS, I., in MUCK, D. Reproduciranje barv in barvno upravljanje, 1. izd. Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2013.



10 izzivov, s katerimi se soočajo proizvajalci celuloze in papirja v letu 2025

Ten challenges the pulp and paper sector is facing in 2025

►► (povzeto po: Pulp and Paper Technology, Where Global Business Connect Virtually)

The pulp and paper sector constantly faces demanding challenges imposed by the market, and the situation in 2025 is no different. The ten elements that will most significantly affect the sector development are stated below.



Industrija celuloze in papirja se vseskozi sooča s številnimi zahtevnimi izzivi, ki jih narekuje trg, in tudi v letu 2025 ni nič drugače. V nadaljevanju je predstavljenih 10 elementov, ki so oz. bodo najbolj vplivali na razvoj sektorja.

Dilema glede trajnosti izdelave papirja; to se je iz neobvezne spremenilo v temeljno nujnost, pri čemer se podjetja za doseganje nujnosti predvsem soočajo z doseganjem operativne odličnosti ob sočasni trajnostno poslovnimi pristopi, predvsem s stališča energetskih potreb in uporabe vode.

Naraščajoči stroški surovin in motnje v dobavni verigi; stroški surovin in poslovanja še naprej naraščajo, na kar v največji meri vplivajo velika nihanja cen celuloze in kemikalij ter nepredvidljivost dobavnih verig, kar je posledica globalne geopolitične nestabilnosti in napetosti. Kako se lahko sektor sooči s temi izzivi? *Uporaba alternativnih virov celuloznih vlaken (bambus, konoplja in kmetijski odpadki), izboljšani postopki recikliranja in učinkovito upravljanje logistike.*

Vpliv okoljskih predpisov na industrijo; saj pretirana okoljska zakonodaja zmanjšuje operativno fleksibilnost številnih proizvajalcev v sektorju. Da bi podjetja ostala v prednosti, morajo sprejeti in izvajati okoljske strategije ravnanja z odpadki, vlagati v posodobitve tehnologij, ki zmanjšujejo emisije, in proizvajalci bi morali sprejeti rešitve za večinsko biorazgradljivo embalažo.

Krčenje gozdov in tveganja v dobavni verigi; celuložno-papirna industrija se v veliki

meri sooča z enim največjih izzivov sodobnega časa, tj. izčrpavanje gozdov. *Rešitev* za bolj zeleno prihodnost je v uporabi večjega deleža alternativnih virov celuloznih vlaken (Točka 2), doslednost izvajanja ostrih predpisov gospodarjenja z gozdovi ter razvoj dobavnih verig in sistemov sledljivosti za preprečevanje krčenja gozdov za zagotovitev trajnostne nabave verige surovin.

Digitalna preobrazba papirne industrije; avtomatizacija in sistemi za nadzor kakovosti, ki temeljijo na umetni inteligenci, skupaj z orodji za analizo podatkov, ki delujejo za povečanje učinkovitosti, prispevajo k stabilnejši proizvodnji, vendar brez vlaganja in sočasnega zagotavljanja usposabljanja delavcev za izvajanje teh sprememb ne bo šlo. Ključni napredki vključujejo vpeljavo inteligentnih senzorjev, ki omogočajo učinkovitejšo porabo energije, prediktivno vzdrževanje za izboljšano posodobitev proizvodnje in uporabo umetne inteligence kot pomoč za učinkovito napovedovanje sprememb povpraševanja na trgu.

Konkurenčnost digitalizacije; naraščajoče sprejemanje digitalnih alternativ znižuje povpraševanje po papirnih izdelkih, pretežno po časopisih, revijah in pisarniškem papirju. Kako lahko papirna industrija postane konkurenčnejša digitalnim medijem? Preusmeri se v proizvodnjo biorazgradljive embalaže, si prizadeva vstopiti na trg s proizvodi papirnatih izdelkov za npr. medicinske potrebe ipd.

Pomanjkanje delovne sile; rešitve za odpravo vrzeli v delovni sili bi lahko bile v razvoju in vpeljavi strategije za uvedbo sistemov

avtomatizacije, ki bodo zmanjšali potrebo po človeški delovni sili, ponudbo konkurenčnih osebnih dohodkov in programov za karierni razvoj ter izboljšanje varnosti in privlačnosti delovnih mest za ohranitev obstoječih zaposlenih.

Modernizacija in energetski izzivi; strategija modernizacije je lahko osnovana na nadgradnji kotlov in turbin za boljše energetsko učinkovitost, uvedbi digitalnih dvojčkov za napovedno vzdrževanje in prehodu na biogoriva in/ali alternativne vire energije.

Nihanja v povpraševanju; nujno potrebno spremljanje nestanovitnosti trga, saj ta z uvedbo fleksibilnih proizvodnih linij omogoča boljšo sposobnost odzivanja na spreminjajoče se potrebe strank, podjetja morajo ustvariti nove izdelke ter vzpostavitev zavezništva, kar bi zmanjšalo nihanja ponudbe in povpraševanja.

Sprejemanje inovacij in trajnosti; inovacije naj izhajajo iz prizadevanj po razvoju biorazgradljive embalaže in znižanja emisij ogljika, skupaj z učinkovitejšimi metodami recikliranja papirja.

Papirna in papirno predelovalna industrija bo v svoji trajnostni prihodnosti uspešna zaradi nenehnih naložb v digitalno preobrazbo proizvodnje, splošne posodobitve obratov in predvsem metod ravnanja z odpadki. Trije elementi, ki bodo vodili dosežke industrije v prihodnosti, so: **ODPORNOST, INOVACIJE IN TRAJNOST.**

Klemen Možina, Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Zanesljiv tehnični in storitveni partner industrije



ŠENČUR
Poslovna cona B 20,
4208 Šenčur
☎ +386 (0)4 279 22 22

2
poslovni
enoti

MIKLAVŽ
Ptujška cesta 13,
2204 Miklavž
☎ +386 (0)2 629 69 20

VOITH

Xcellence. All along the Line.

XcellLine

www.voith.com/xcelline

