

3 CONCLUSION

In this article three different approaches were introduced.

- ▶ Cellulose coatings which could provide excellent and bio-compatible barriers for packaging material, not hampering their recyclability
- ▶ Paper Polymer Composites (PPC) on the basis of fibrous residues from paper production reducing waste disposing costs and allowing a more holistic utilization of raw materials
- ▶ 3-dimensional cellulose moldings as lightweight construction components as well as many other applications

We do not claim that there are no unanswered questions around the idea of extending the use of cellulose and cellulose fibres beyond traditional applications but on the basis of the promising results found in recent research activities, we at TU Dresden feel more than encouraged to further pursue these and similar approaches. This applies even more to micro- or nanocellulose materials which have the potential to revolutionize material science in the not too distant future. It is currently becoming a playground of imagination and visionary ideas and it attracts many different industries. It might go far beyond what is usually understood by »thinking out of the box«. But in view of their particular expertise and competency

the paper industry should forcefully seize this opportunity. Eventually, however, no matter who takes the initiative there should not be any misconception that uncovering these treasures will be easy or for free. It will rather require serious and hard research work as well as an appropriate financial background.

4 REFERENCES

- [1] DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. World Economic and Social Survey 2013 - Sustainable Development Challenges. United Nation publication, 2013, no. E.13.II.C.1, pp 1-22
- [2] EUROPEAN UNION: Decision No. 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, 2009, no. L140/136, pp
- [3] CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPER INDUSTRIES: CEPI Roadmap 2050, 1. ed., 2011, pp
- [4] AZIZI SAMIR, M.A.S., ALLOIN, F., DUFRESNE, A. Review of Recent Research into Cellulosic Whiskers, Their Properties and Their Application in Nanocomposite Field. Biomacromolecules, 2005, vol. 6, no. 2, pp 612-626
- [5] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Marine Litter, an analytical overview. UNEP, 2005, pp 2-6
- [6] CHATAIN, B. MEPs clamp down on wasteful use of plastic carrier bags. European Parliament Press Release, 2015, pp 1-2
- [7] SIMON, J., MÜLLER, H.P., KOCH, R., MÜLLER, V. Thermoplastic and biodegradable polymers of cellulose. Polymer Degradation and Stability, 1998, vol. 58, no. 1-3, pp 107-115

[8] AULIN, C., GÄLLSTEDT, M., LINDSTRÖM, T. Oxygen and oil barrier properties of microfibrillated cellulose films and coatings. Cellulose, 2010, vol. 17, pp 559-574

[9] ERIKSEN, Ø., SYVERUD, K., GREGERSEN, Ø.W. The use of microfibrillated cellulose produced from kraft pulp as strength enhancer in TMP paper. Nordic Pulp&Paper Research Journal, 2008, vol. 23, no. 3, pp 299-304

[10] WANSKE M., WEBER, P.G., GROSSMANN, H., SIWEK, S., JORNITZ, F., WAGENFÜHR, A. Paper Polymer Composites (PPC) Added value through recycling. ipw, 2013, vol. 11/12, pp 45-50

¹ René Kleinert, Harald Grossmann, Tilo Gailat, Paul-Gerhard Weber in Ina Greiffenberg, ¹Institute of Wood and Paper Technology, TU Dresden, Marschnerstraße 39, 01307 Dresden, Germany, e-Mail: papiertechnik@mhp.mw.tu-dresden.de

IZDELAVA TISKANIH STIKAL NA PAPIRJU

FABRICATION OF PRINTED SWITCHES ON PAPER

Tanja Pleša¹, Matija Mraović², Urška Kavčič³, Matej Pivar¹, Tadeja Muck¹

IZVLEČEK

Raziskava obravnava področje tiska pasivnih elementov električnih vezij, natančneje tiska stikal. V uvodnem delu sta opredeljena funkcionalni tisk in tiskana elektronika, nato pa sta opisana sestava in delovanje tiskanega stikala. Cilj raziskave je bil izdelati po obliki in velikosti različna tiskana stikala na papir s tehnologijo sitotiska in raziskati optimalne pogoje za njihovo delovanje. Izdelano je bilo stikalo na osnovi kondenzatorja in stikalo na osnovi elektrode na treh tiskovnih materialih: specialni papir za tisk elektronike, recikliran papir in PC folija, z uporabo funkcionalne prevodne tiskarske barve in s tehniko sitotiska. Tiskana stikala so bila naknadno lakirana ali laminirana in analizirana. Obe vrsti stikal sta kapacitivni, saj delujeta na principu spremembe kapacitivnosti. V normalnem neaktivnem stanju ima stikalo nazivno kapacitivnost, z dotikom prsta na površino stikala se kapacitivnost spremeni. To spremembo zaznamo z merilnim vezjem. Analiziral se je vpliv različnih dejavnikov na delovanje stikal: oblike in velikosti kondenzatorja/elektrode, tiskovnega materiala, vlage v zraku, lakiranja in laminiranja. Na koncu se je stikala kontaktiralo na vezje (Atmel) in preverilo njihovo delovanje oziroma funkcionalnost. Izdelana je bila aplikacija na embalaži za prižig LED lučke. Izdelani senzori se vključujejo na izdelek z namenom, da mu povečajo funkcionalnost, interaktivnost in mu dodajo vrednost. Primerni so za vključitev na vse papirne proizvode: knjige, revije, plakate, embalažo itd. prav tako pa jih lahko uporabimo kot elemente za izdelavo na dotik občutljivih naprav kot so tipkovnice, daljinski upravljalniki in podobno.

Gljučne besede: funkcionalni tisk, tiskana elektronika, stikala, kondenzator, elektroda, sitotisk

ABSTRACT

This study examines the printing of passive electrical circuit elements, specifically printed switches. The introduction defines functional printing and printed electronics, and the printed switch composition and function are explained. The aim of this study was to create printed switches of various shapes and sizes using screen printing, as well as determine the optimal operating conditions. Two types of switches were developed in the experimental part of this study: the capacitive and the electrode switches. Various forms of circuits were designed and screen-printed with functional conductive ink on various printing substrate: special paper for printed electronics, recycled paper and foil. The printed switches were varnished and laminated. Both types of switches are capacitive switches which work on the principle of change in capacitance. When a switch is inactive it has the nominal value of capacitance. The value of capacitance changes when the user touches the switch. This change was measured by a measuring circuit. Measurements were made on each of them and the influence of various factors was evaluated: the shape and size of the capacitors/electrodes, printing substrate, varnishing, and laminating. Finally, switches were applied to the circuit (Atmel) and the functionality of the switches was analysed. One of the sensors was used on packaging to turn on the LED light. Printed switches can be applied to products to increase functionality, interactivity and value. They are suitable for all paper products: books, magazines, posters, packaging etc. We can use them to create touch devices such as keyboards, remote controllers and much more.

Keywords: functional printing, printed electronics, switch, capacitor, electrode, screen printing

1 UVOD

Tiskana elektronika je za mnoge novost, a dejstvo je, da že lep čas prodira na trg, ki ga konvencionalna elektronika ne more osvojiti, npr. embalaža, plakati. Prinaša povsem nov pogled na elektroniko in njene aplikacije [1]. Tiskana elektronika temelji na gibkih materialih, kot so plastične folije, papir in tekstilije, in klasičnih proizvodnih procesih, kot so sitotisk, fleksotisk, globoki tisk, ofsetni tisk in kapljični tisk. Za tisk uporabljamo prevodne tiskarske barve [2].

2 EKSPERIMENTALNI DEL

V okviru raziskave smo izdelali tiskana stikala oz. senzore, ki jih lahko

apliciramo na promocijsko embalažo, plakate in druge izdelke papirne industrije. Stikala za svoje delovanje potrebujejo še sklop elektronske logike. Senzorje smo natisnili s tehniko sitotiska, ki omogoča tisk na toge in fleksibilne materiale. Kot tiskovni material smo pri tisku uporabili PE-folijo, specialni papir za tisk elektronike ABO in recikliran papir VIMAX podjetja Vipap Videm Krško d.d. Izdelali smo dve vrsti tiskanih stikal oz. senzorjev: senzorje na osnovi kondenzatorja in senzorje na osnovi ene elektrode. Raziskavo smo zaključili z izdelavo delujočih kapacitivnih senzorjev tako na osnovi kondenzatorja kot na osnovi elektrode in preučili pogoje njihovega delovanja.

2.1 Delovanje

V okviru raziskave smo izdelali kapacitivna in elektrodna stikala na papirju. Obe omenjeni vrsti stikal delujeta na osnovi delovanja kondenzatorja. Kondenzator je elektrotehniški element, ki shranjuje električni naboj. Sestavljen je iz dveh kovinskih elektrod (plošč) s površino S , ki sta odmaknjeni druga od druge za razdaljo d . Med ploščama je zrak ali drug dielektrik. Ko priključimo kondenzator na napetost U , sprejme naboj Q . Tedaj velja: $Q=CU$. S črko C označujemo kapacitivnost kondenzatorja, ki jo podajamo v faradih [F]. Kapacitivnost nam pove, koliko naboja lahko sprejme kondenzator pri določeni napetosti. Odvisna je od ploščine elektrod, razdalje med njima in dielektričnih lastnosti



www.melamin.si

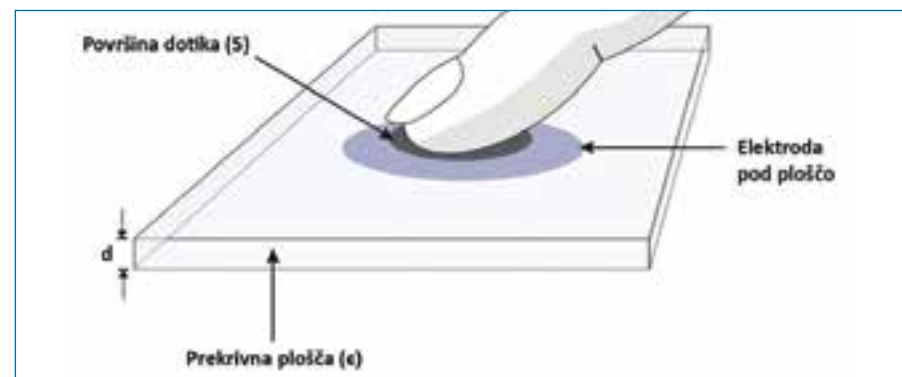
materiala med ploščama. Izračunamo jo po enačbi: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$. ϵ_0 označuje dielektričnost vakuma ($8,854 \cdot 10^{-12} / \text{Vm}$), ϵ_r relativno dielektričnost uporabljenega dielektrika, S površino plošč kondenzatorja in d razdaljo med njima [3]. Kapacitivno stikalo deluje na principu spremembe kapacitivnosti. V normalnem, neaktiviranem stanju ima stikalo (kondenzator) nazivno kapacitivnost. Z dotikom prsta na površino stikala se stikalo spremeni kapacitivnost. Ta efekt nastane zaradi spremembe dielektričnosti celotnega sistema in vnosa elektrine/naboja v sistem s prstom (stikalo + prst). Spremembo kapacitivnosti lahko seveda zaznamo le z merilnim vezjem - integrirana vezja (čipi).

Elektrode prav tako delujejo na principu kondenzatorja. Natisnjena elektroda predstavlja eno ploščo, uporabnik prst pa drugo ploščo in skupaj tvorita kondenzator. Uporabnik s prstom na elektrodo prenese električni naboj, ki spremeni kapacitivnost. Ta je definirana po isti enačbi, kot smo jo že omenili: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$. ϵ_0 označuje dielektričnost vakuma ($8,854 \cdot 10^{-12} / \text{Vm}$), ϵ_r relativno dielektričnost prekrivne plošče, S površino dotika in d razdaljo med elektrodo in prstom oz. debelino prekrivne plošče (slika 1) [4].

Uporabnik z dotikom občutljive elektrode spremeni kapacitivnost, ki vpliva na pretok naboja, ki ga meri čip. Tako elektodam ne moremo meriti kapacitivnosti, ampak lahko le preverimo njihovo delovanje. Elektrode smo vezali na vezje po priporočilih podjetja Atmel. Elektroda v vezju deluje kot stikalo na dotik za prižig LED-lučke.

2.2 Materiali in metode

Stikala smo natisnili na tri substrate: PE-folijo, specialni papir za tisk elektronike



Slika 1: Slikovni prikaz parametrov enačbe za kapacitivnost
Figure 1: Graphical display of capacity equation parameters

Preglednica 1: Lastnosti uporabljenih tiskanih materialov
Table 1: Properties of used printed materials

	PC-folija (PC)		ABO-papir (ABO)		VIMAX-papir (VIMAX)	
Gramatura ISO 536	56,2 g/m ²		127,9 g/m ²		59,7 g/m ²	
Debelina ISO 534	92 μm		91 μm		62 μm	
Hrapavost po Bendtsenu ISO 8791-2	A-stran	29 ml/min	A-stran	1 ml/min	A-stran	69 ml/min
	B-stran	315 ml/min	B-stran	6 ml/min	B-stran	65 ml/min

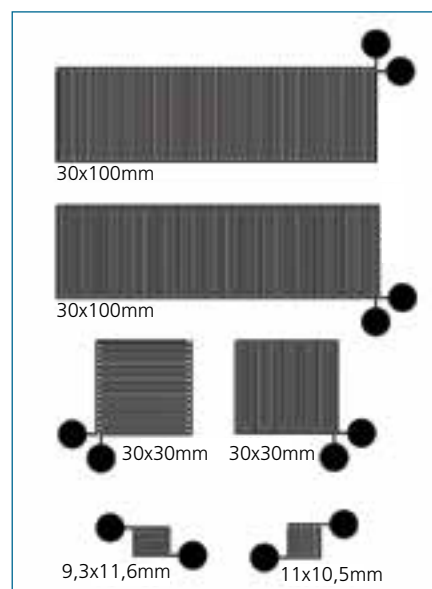
ABO in recikliran papir VIMAX podjetja Vipap Videm Krško d.d. Njihove lastnosti so podane v preglednici 1.

Senzorje smo natisnili s srebrovo prevodno tiskarsko barvo CRSN2442 proizvajalca SunChemical in jih nato lakirali z lakom SG 70/15 podjetja Coates Screen oziroma plastificirali s poliestersko folijo za dvostrano toplo plastificiranje. Senzorje smo kontaktirali s čipom QTouch AT42QT1010 podjetja Atmel.

2.3 Izdelava stikal

Stikala smo izdelali v sedmih korakih:

(i) **Oblikovanje kondenzatorjev in elektrod** – Za preliminarne raziskave smo oblikovali kondenzatorje dveh dizajnov: linije kondenzatorja v obliki glavnika in linije kondenzatorja v obliki serpentine (slika 2). Oba dizajna smo naredili v dveh velikostih:



Slika 2: Kondenzatorji različnih velikosti in oblik
Figure 2: Capacitors of different sizes and shapes



Slika 3: Elektrode različnih velikosti in oblik: levo – polne elektrode, desno – šrafirane elektrode
Figure 3: Electrodes of different sizes and shapes: full electrodes (left) and electrodes with stripes (right)

30 x 30 mm in 30 x 100 mm. V nadaljevanju raziskav smo velikost kondenzatorjev zmanjšali na 9,3 x 11,6 mm.

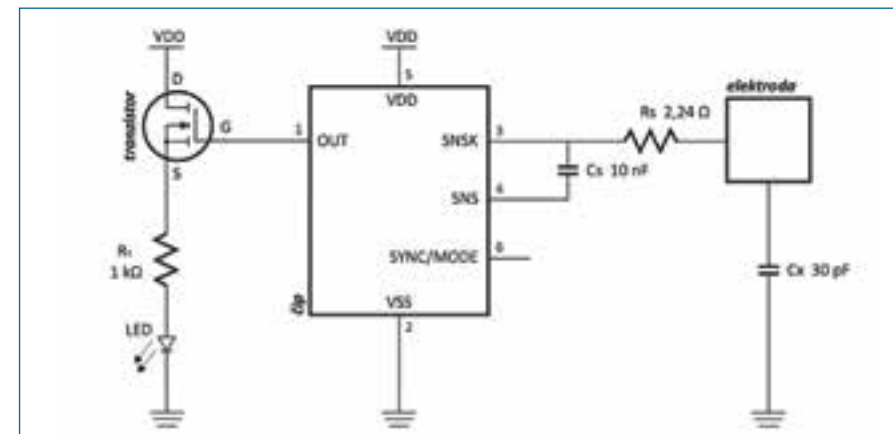
V programu Adobe Illustrator smo dizajnirali elektrode dveh različnih oblik: okrogle in kvadratne (slika 3). Za vsako smo oblikovali dve različici: polne in šrafirane, v treh različnih velikostih: okrogle premerov 15 mm, 20 mm in 25 mm in kvadratne z dolžinami stranic 15 mm, 20 mm in 25 mm. Vse elektrode so vključevale prevodne linije dolžine 50 mm in širine 5 mm. Prevodna linija se zaključi s polnim krogom premera 9 mm za lažje naknadno kontaktiranje čipov.

(ii) **Izdelava tiskovne forme** – Tiskovno formo smo izdelali na sitotiskarski mrežici z 120 linijami/cm, ki smo jo osvojili z emulzijo in jo izvetljevali skozi pozitiven film.

(iii) **Tisk** – Tiskali smo na polavtomatskem tiskarskem stroju za sitotisk. Tiskali smo na tri tiskovne materiale: PE-folijo, papir za tisk elektronike ABO in recikliran papir VIMAX. Naredili smo 15 odtisov na vsak tiskovni material. Odtise smo posušili s 5-kratnim prehodom skozi sušilni stroj pri 120°C.

(iv) **Lakiranje in laminiranje** – Del senzorjev smo zaščitili pred zunanjimi vplivi in jih električno izolirali, da z dotikom ne povzročimo kratkega stika. Za lakiranje smo uporabili sito s 77 linijami/cm, preko katerega smo s tehniko sitotiska ročno nanесли lak. Za laminiranje pa smo uporabili pisarniško folijo za plastificiranje in pisarniški plastifikator.

(v) **Merjenje kapacitivnosti** – Senzorjem na osnovi kondenzatorja velikosti 30 x 100 mm in 30 x 30 mm smo izmerili kapacitivnost z digitalnim multimetrom po impedančni metodi in sicer pri treh pogojih: brez dotika, ob dotiku z enim prstom in ob dotiku z dvema prstoma. Na podlagi meritev smo preučili vpliv dejavnikov: oblike in velikosti kondenzatorja/elektrode, tiskovnega materiala, vlage v zraku, lakiranja in laminiranja.



Slika 4: Shema vezja
Figure 4: The circuit scheme

(vi) **Kontaktiranje na vezje** – Senzorje smo kontaktirali s čipom QTouch na vezje po navodilih iz Atmelove dokumentacije.

Glavne komponente vezja (slika 4) so čip QTouch AT42QT1010, tiskana elektroda, Cs in Cx kondenzator, ter LED lučka. Čip ima 6 terminalov:

- ▶ OUT – izhod (odgovor na zaznavanje – prižig LED-lučke)
- ▶ VSS – 0 V
- ▶ VDD – napajanje iz vira – baterije 4,5 V
- ▶ SNSK – občutljivi terminal, povezan s Cs in elektrodo
- ▶ SNS – občutljivi terminal, povezan s Cs
- ▶ SYNC – sinhronizacija in način vnosa [4]

Cs in Cx sta kondenzatorja, na katera se prenese naboj, ki ga uporabnik prinese na elektrodo ob dotiku. Cs mora biti večji od Cx. Čip meri spremembo naboja na Cs kondenzatorju, ki je vezan med SNSK in SNS-terminal. V vezje smo vključili še dva upornika: upornik Rs med Cs kondenzatorjem in elektrodo in upornik R1 pred LED-lučko. Upornika poskrbita za enakomerno polnjenje in praznjenje kondenzatorja in enakomeren prižig in izklop LED-lučke.

(vii) **Aplikacija** – Senzorje smo uporabili kot stikala za prižig LED-lučke na predstavitveni kartonasti embalaži (slika 5).



Slika 5: Aplikacija senzora na predstavitveno embalažo za prižig LED lučke
Figure 5: Demonstration of sensor on packaging

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

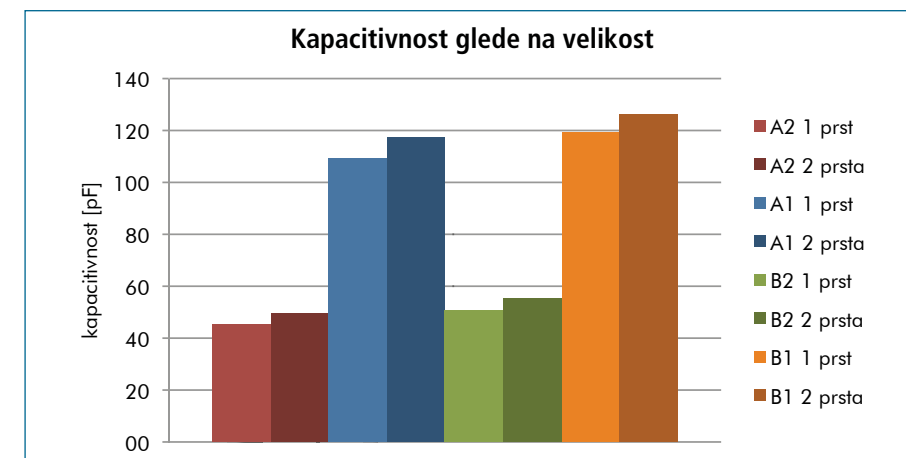
Na kondenzatorjih dimenzije 30 x 100 mm in 30 x 30 mm smo izvedli meritve kapacitivnosti z digitalnim multimetrom. Meritve niso bile povsem merodajne zaradi merjenja na skrajnem robu merskega območja instrumenta, vendar smo si z njimi pomagali predvideti obnašanje minimaliziranih senzorjev, katerih kapacitivnosti zaradi njihove majhnosti nismo mogli izmeriti. Senzorje smo razdelili v naslednje razrede:

Preglednica 2: Oznake senzorjev
Table 2: Sensors label

	Glavnik (A)	Serpentine (B)
30 x 100 mm (1)	A1	B1
30 x 30 mm (2)	A2	B2

Opazovali smo odvisnost kapacitivnosti od velikosti kondenzatorja. Ugotovili smo da ima večji kondenzator večjo kapacitivnost in da ima senzor z linijami v obliki serpentine večjo kapacitivnost od senzora z linijami v obliki glavnika (slika 6).

Kapacitivnost je odvisna tudi od tiskovnega materiala: na ABO papirju je največja, na VIMAX papirju je manjša in najmanjša je na PC foliji (slika 7). Kapacitivnost je odvisna od geometrije in snovnih lastnosti dielektrika (substrata) $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$. V enačbi



Slika 6: Odvisnost kapacitivnosti glede na velikost in obliko senzora
Figure 6: Capacitance vs geometry

so snovne lastnosti dielektrika zajete v konstanti ϵ_r (relativna dielektričnost materiala), geometrija kondenzatorjev pa je bila na vseh substratih enaka. Relativna dielektričnost PC folije znaša 3.2. Za papir, ki je zelo nehomogen material pa je podana med 3 in 4 mogoče celo več, spreminja se pa tudi z vsebnostjo vode v papirju. ABO papir je zelo premazan papir z različnimi dodatki in polnili in ima očitno največjo dielektrično konstanto med vsemi vzorci, VIMAX papir ima precej manj dodatkov kot ABO papir in posledično manjši ϵ_r , PC folija pa je zelo homogen material z zelo točno izmerjeno dielektrično konstanto 3.2. Torej lahko sklepamo, da imata oba papirja višjo ϵ_r od PC folije. Dielektrične konstante materiala nismo merili, ker sta meritev in interpretacija zapleteni.

Preučili smo še dvig kapacitivnosti v odvisnosti od velikosti kondenzatorja in tiskovnega materiala. Razlika kapacitivnosti je pri senzorjih dimenzije 30 x 30 mm večja kot pri senzorjih 30 x 100 mm. Pri senzorjih 30 x 30 mm namreč s prsti prekrijemo večji del njihove celotne površine, kot pri senzorjih 30 x 100 mm. Večji dvig kapacitivnosti smo zaznali pri senzorjih z linijami v obliki glavnika kot pri senzorjih z linijami v obliki serpentine (slika 8).

Dvig kapacitivnosti je največji na PC foliji, manjši na VIMAX papirju in najmanjši na ABO papirju (slika 9).

Meritve smo izvedli tudi na lakiranih in laminiranih vzorcih in prišli do zaključka, da na kapacitivnost ne vplivata – zaznali smo manjša odstopanja, ki smo jih zaradi visoke merske napake zanemarili. Z zmanjšanjem kondenzatorjev na dimenzijo 9,3 x 11,6 mm se je tudi nazivna kapacitivnost znižala. Kapacitivnost je bila prenzika celo za natančnejši LCR meter. Zaznali smo povišanje kapacitivnosti ob dotiku, vendar so bile merske napake prevelike, da bi meritve izvedli. Namesto tega smo se lotili izdelave stikal na osnovi elektrode.

Po vključitvi senzorjev na sestavljeno vezje smo ugotovili, da čip zazna spremembo naboja ob dotiku tako na kondenzatorjih

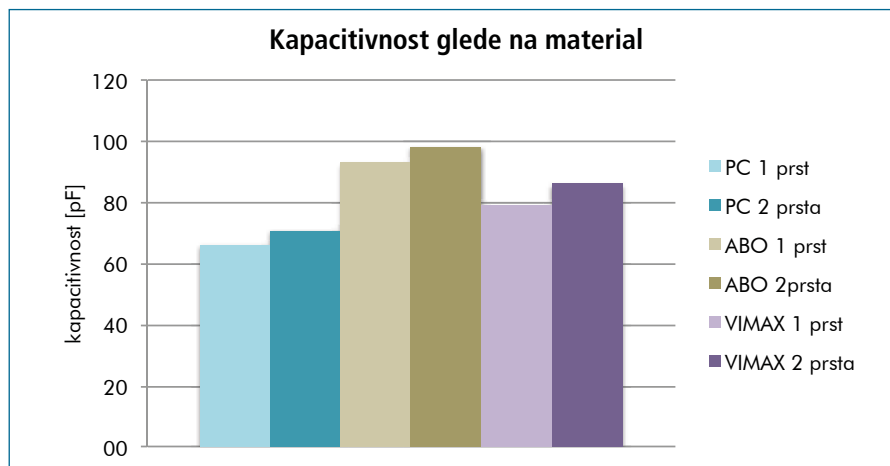
kot elektrodah in jo tako spremeni v stikalo, občutljivo na dotik. Ob vključitvi v vezje so delovali kot stikala tako senzori na osnovi kondenzatorja, izdelani pri preliminarnih raziskavah, zmanjšani senzori na osnovi kondenzatorja kot tudi senzori na osnovi elektrode. Senzorji na osnovi kondenzatorja in senzori na osnovi elektrode so kapacitivni senzori – njihovo delovanje temelji na spremembi kapacitivnosti in zato se je čip odzval na delovanje obeh vrst senzorjev.

Senzorji na osnovi kondenzatorja so se izkazali za bolj občutljive. Delujejo senzori vseh dimenzij, tako plastificirani kot lakirani vzorci. Senzorji na osnovi elektrode so manj občutljivi. Sicer delujejo vse velikosti senzorjev, s polnim in štafiranim dizajnom, razen elektrod, ki smo jih plastificirali, ker je bil sloj folije, s katero smo zaščitili senzore, predebel, da bi čip zaznal njihovo delovanje. Lakirani vzorci pa delujejo brez težav, ker je plast laka tanjša.

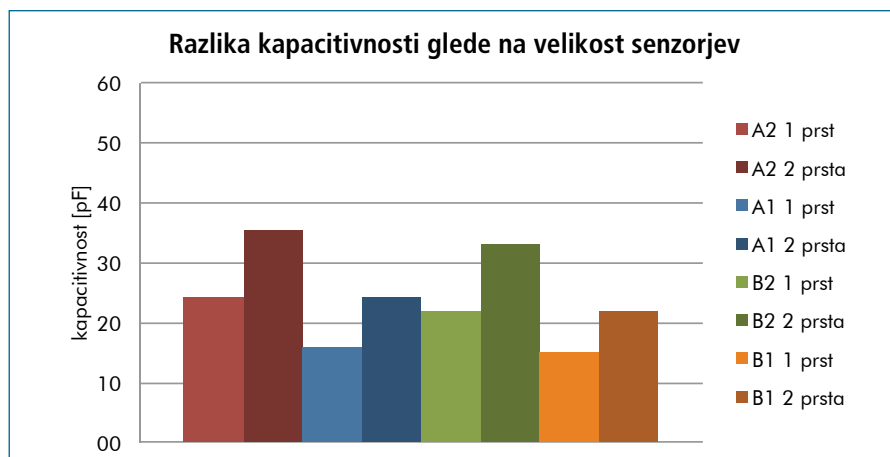
Izdelane senzore lahko vključimo na končni izdelek z namenom, da povečajo funkcionalnost, interaktivnost in mu dodajo vrednost. Primerni so za vse papirne proizvode: knjige, revije, plakate, promocijsko embalažo itd. Prav tako pa jih lahko uporabimo pri oblikovanju na dotik občutljivih računalniških tipkovic, daljinskih upravljalcev in vseh ostalih naprav s tipkami. Stikala so cenovno ugodna rešitev, vendar tako kot RFID-tehnologija (t. i. radiofrekvenčna identifikacija) ne bodo množično prodrla v embalažno industrijo. Večina izdelkov je namreč prepoceni, da bi se pametna embalaža izplačala. Svetlo prihodnost tiskanih stikal vidimo v interaktivnih plakatih in knjigah, kjer je osnovna surovina papir, in drugih inovativnih rešitvah.

4 ZAKLJUČEK

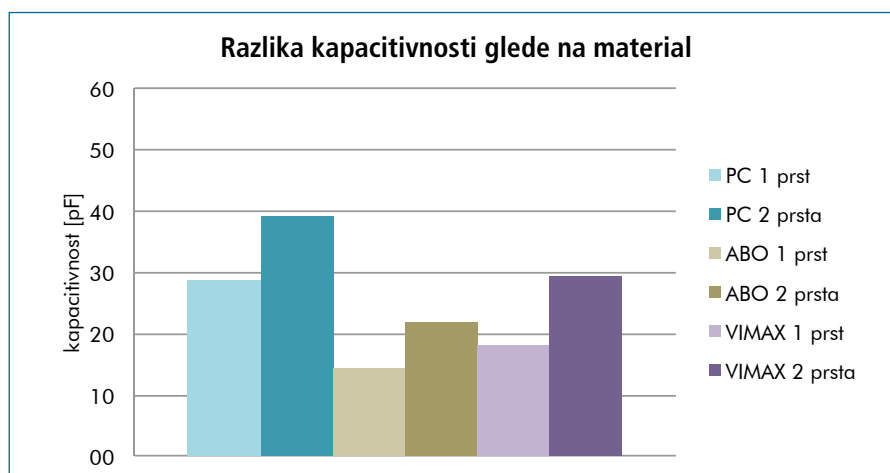
V okviru raziskave smo s tehniko sitotiska izdelali dva tipa tiskanih kapacitivnih stikal: stikala na osnovi kondenzatorja in stikala na osnovi elektrode. Za svoje delovanje potrebujejo še sklop elektronske logike. Dokazali smo da obe vrsti stikal delujeta. Za tiskovni material smo izbrali specialni papir za tisk elektrone, recikliran papir in PC folijo. Z merjenjem kapacitivnosti smo analizirali delovanje stikal na osnovi kondenzatorja. Preučili smo vpliv oblike in velikosti kondenzatorjev, tiskovnega materiala in zaščite na delovanje stikal. Stikalom na osnovi elektrode smo zaradi njihovega načina delovanja lahko le preverili delovanje ob vključitvi na vezje. Za prikaz smo senzor vključili v embalažo, kjer je uporabljen za prižig led lučke. Tiskana stikala so uporabna na celotnem področju papirne industrije: knjige, revije, plakati embalaža itd. Izdelke naredijo bolj funkcionalne in interaktivne hkrati pa jim povečajo dodano vrednost.



Slika 7: Odvisnost kapacitivnosti senzorjev glede na tiskovni material
Figure 7: Capacitance vs substrate



Slika 8: Razlika kapacitivnosti ob dotiku glede na velikost in obliko senzorjev
Figure 8: Relative capacitance vs geometry



Slika 9: Razlika kapacitivnosti ob dotiku glede na tiskovni material
Figure 9: Relative capacitance at touch vs substrate

LITERATURA

- [1] MRAOVIČ, M., MUCK, T., PIVAR, M., TRONTEL, J. and PLETERŠEK, A. Humidity sensors printed on recycled paper and cardboard. *Sensors*, 2014, št. 14, str. 14.
- [2] STAREŠINIČ, M. and MUCK, T. Large-area, Organic & Printed Electronics Convention. *Grafičar*, 2010, št. 5, str. 8–9.
- [3] LAVRIČ, A. Instrukcije elektrone [dostopno na daljavo]. Satcitananda Instrukcije Riki, obnovljeno 1. 7. 2012 [citirano 30. 12. 2014]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://instrukcije.net/instrukcije/osnove-elektrotehnike/elektronika-resitve/#.VKKyQACOA>.

- [4] Atmel. QTAN0079 Buttons, Sliders and Wheels Sensor Design Guide [dostopno na daljavo]. Atmel dokumentacija, obnovljeno 2015 [citirano 20. 7. 2015]. Dostopno na svetovnem spletu: <http://www.atmel.com/products/TouchSolutions/bsw/default.aspx?tab=documents>.

¹Tanja Pleša, Matej Pivar in Tadeja Muck
²Matija Mraovič
³Urška Kavčič
¹Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Snežniška 5, 1000 Ljubljana
²Inštitut za celulozo in papir, Bogiščeva 8, 1000 Ljubljana
³Valkarton Rakek d.o.o. Partizanska 7, 1381 Rakek

POVZETKI IZ TUJE STROKOVNE LITERATURE

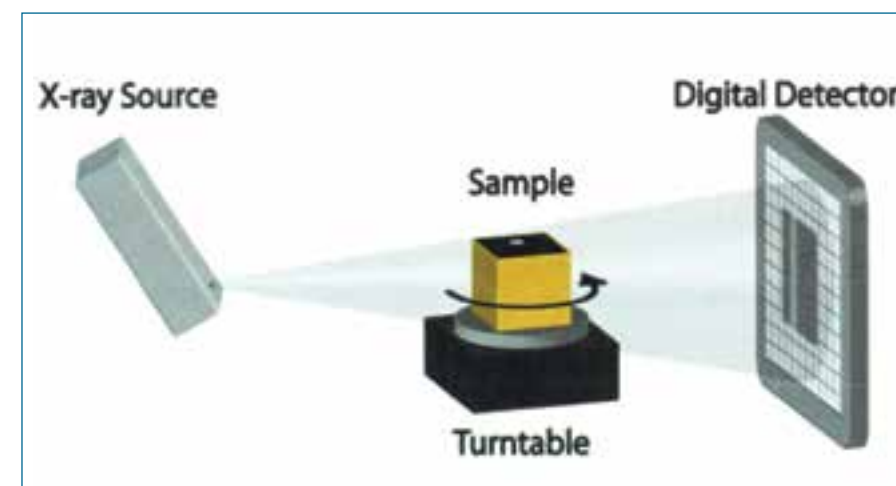
ABSTRACTS FROM FOREIGN EXPERT LITERATURE



Uporaba računalniške rentgenske diagnostike za analizo papirja

The use of x-ray computed tomography for paper analysis

Wolfinger, T., Westenberger, P., Fischer, S., Naujock, H. J., Exner, W.: *Professional Papermaking* 12 (2015) 2: 43–47



Osnovna shema računalniške tomografije
Basic set-up of computer tomography

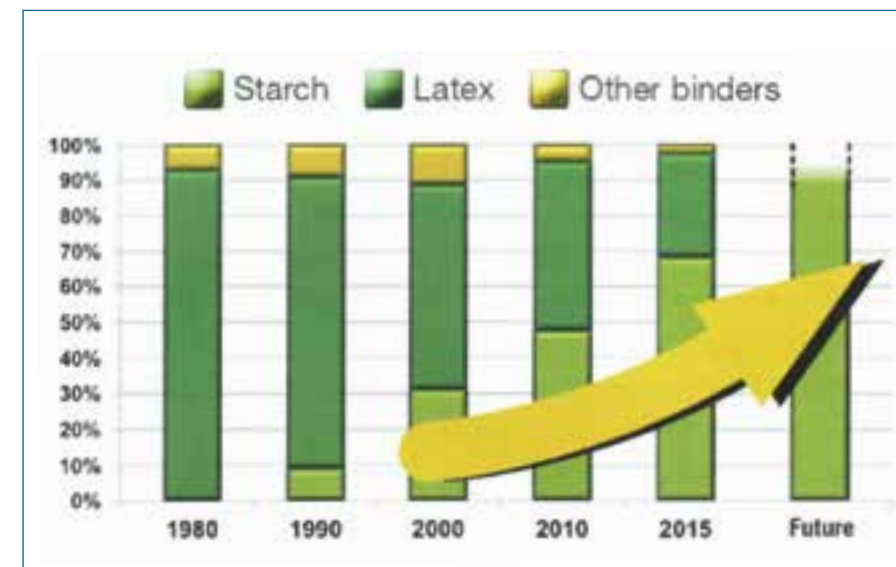
Uporaba računalniške tomografije oz. CT-slikanja postaja vse pomembnejše orodje pri analizi papirja. Omogoča izdelavo kakovostne slike, ki je primerna za nadaljnje procesiranje in analizo podatkov. V članku je opisana nova metoda karakterizacije vlakninske mreže z uporabo CT-slikanja, ki omogoča karakterizacijo materiala po segmentih. Tako se pridobijo pomembni podatki o številu stičišč in prepletu vlaken ter specifični površini vlaken. Merjeni parametri kažejo dobro ponovljivost. Metoda se je izkazala kot izvrstna za karakterizacijo prepleta nemletih (nerafiniranih) vlaken, medtem ko je njena uporabnost za vrednotenje mreže mletih (rafiniranih) vlaknin še omejena in jo bo potrebno nadgraditi.

Vir: BRUKER SkyScan

Razvoj naravnih veziv po meri naročnika

Customer focused development of nature-derived binder

Becker, A., Voigt, A.: *Professional Papermaking* 12 (2015) 2: 28–29



Spreminjanje vsebnosti veziva v premaznih mešaninah
Development of the coating color binder composition

Sodobna papirna industrija teži k večji produktivnosti, kar je povezano z znatnim zniževanjem proizvodnih stroškov. V skladu s tem je treba posebno pozornost posvetiti premaznim tehnologijam pri izdelavi tiskovnih papirjev. Sestave premaznih mešanice se stalno izboljšujejo, da se zadosti reološkim, vezivnim in kakovostnim zahtevam za specifični premaz. Proizvodnja in kemijska predelava škroba sta v porastu in danes je možno izdelati premazne mešanice visoke gostote, v katerih je visok delež veziva izdelanega na osnovi škroba. Pri proizvodnji tržno zanimivih premazov je potrebno upoštevati potrebe in zahteve kupcev.

Vir: Professional Papermaking

Janja Zule,
Inštitut za celulozo in papir