

UTICAJ DIGITALNE ŠTAMPE TEKSTILA NA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE

Nevena Vukić¹

Rezime: Danas kada živimo u tranziciji sa analognog na digitalno, promene pokreću digitalne inovacije, dok će se promene u budućnosti voditi kako digitalnim inovacijama, tako i održivošću. Razvoj tekstilne industrije se odigrava uporedo sa razvojem grafičke industrije i iz tog razloga pored tradicionalne sito štampe tekstila, danas je sve češća i digitalna štampa, sa tendencijom porasta udela na tržištu. Potrebe zavišim kvalitetom, manjim tiražima i individualnim dizajnom, dovele su do promena na tržištu štampe tekstila širom sveta. Konvencionalna sito štampa tekstila podrazumeva značajan utrošak vode i energije, dok je uporedo izvor industrijskog zagađenja vode. Digitalne štampe tekstila podrazumeva primenu zelenijih potrošnih materijala (boja koje ne sadrže isparljiva organska jedinjenja i ureu), kao i primetnu uštedu energije, vode i smanjenje hemiskog otpada. U ovom radu istaknute su prednosti i mane digitalne inkdžet i tradicionalnesito štampe tekstila, prikazani su aktuelni podaci stanja na tržištu, kao i predviđanja za budućnost. Analizom literaturnih izvora zaključeno je da je inkdžet štampa tekstila omogućila njegov održivi razvoj i višestruko uvećala opcije za štampanje, pre nego što ih je pojednostavila.

Ključne reči: tekstil, digitalna štampa, inkdžet štampa, održivi razvoj, štampa na zahtev.

THE INFLUENCE OF DIGITAL TEXTILE PRINTING ON THE ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: Today, we live in the transition from analog to digital and change is driven by digital innovation, while change in the future will be driven by both digital innovation and sustainability. The development of the textile industry is parallel with the development of the graphic industry, and for this reason, beside the traditional textile screen printing, digital inkjet printing is also present on the market, with a tendency to increase its market share. Increasingly frequent needs for higher quality, smaller runs and personal designs have led to changes in the textile printing market around the world. Conventional textile screen printing involves a significant consumption of water and energy, while it is also a source of industrial water pollution. Digital textile printing implies the use of greener consumables (inks without volatile organic compounds and urea), as well as a noticeable saving of energy, water and reduction of chemical waste. This paper highlights the advantages and disadvantages of digital and traditional textile printing, presents current data on the market, as well as predictions for the future. The analysis of literature sources concluded that textile inkjet printing enabled its sustainable development and multiplied printing options, before simplifying them.

Key words: textile, digital printing, inkjet printing, sustainable development, print on demand.

1. UVOD

Savremeno tržište štampe tekstilnih materijala je sve zahtevnije, posebno u segmentu brzine štampe, kvaliteta, efektivnosti, kao i potrebe za sve nižim troškovima procesa proizvodnje i dorade. Ovi zahevi direktno utiču na razvoj novih tehnologija, koje danas imaju sve značajniju i obimniju primenu. Sito štampa je najdominantnija tehnika štampe tekstilnih materijala, ali je ova tehnika u poslednje vreme dobila konkurenta u vidu digitalne inkdžet štampe (engl. *Ink Jet printing*).

Digitalna štampa se pozicionira na tržištu zbog svojih brojnih prednosti u odnosu na konvencionalne tehnike štampe, a to su na prvom mestu brži i fleksibilniji postupak pripreme, dobar kvalitet štampe, isplativa štampa malih tiraža, kao i mogućnost postizanja specijalnih efekata i štampe velikih formata, uz eliminisanje gubitaka i nepotrebnih ulaganja. Poslednjih godina digitalna inkdžet štampa beleži značajan rast u svim oblastima primene, pa i u štampi tekstilnih materijala čime daje novi zamah razvoju tekstilne industrije. Digitalni radni tok se povezuje direktno od porudžbine do isporuke robe, od početka proizvodnje do gotovog proizvoda, odnosno ostvaruje se pun proces digitalnog toka.

¹Dr, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka, Svetog Save 65, Čačak, e-mail: nevena.vukic@ftn.kg.ac.rs

Istorijat inkdžet štampe počinje još 1968. godine, kada je primenjen prvi patent ove tehnologije. U industriji proizvodnje tepiha, mašine za inkdžet štampu su u upotrebi od sedamdesetih godina XX veka, a od devedesetih, za štampanje na papiru inkdžet štampači su postali lako dostupni [1]. Na sajmu tekstilnih i odevnih tehnologija 1995. godine digitalna inkdžet štampa je prvi put demonstrirana na rolnama tekstilnog materijala [1].

Tekstilnoj industriji se nameću zahtevi za ispunjenjem brojnih savremenih ekoloških i bezbednosnih uslova [2]. Promenom načina štampe iz tradicionalne sito u digitalnu inkdžet štampu, dolazi do ukupne uštede vode, gasa i električne energije, što digitalnu štampu čini efikasnijim i održivijim postupkom, čime se potencijalno može smanjiti emisija ugljendioksida. Takođe, primena digitalne štampe tekstila donosi komercijalnu, operativnu i ekološku korist, u vidu uštede energije, potrošnog materijala i smanjenja otpada.

2. ŠTAMPA TEKSTILA

Jedna od često korišćenih metoda štampe tekstila je ravna sito štampa, koja predstavlja proces u tekstilnoj industriji automatizovane verzije stare manuelne sito štampe. Zbog niske produktivnosti procesa ravne sito štampe, razvijena je rotaciona sito štampa. Konvencionalna ravna i rotaciona sito štampa, iako dominantni postupci štampe tekstila, imaju i brojna ograničenja [3]. Prvenstveno, pri štampi dizajna tehnikom sito štampe, poznato je da je neophodno izvršiti razdvajanje boja, odnosno izradu štamparskih formi za svaku od njih. Takođe, potrebno je uzeti u obzir i ograničenja vezana za dimenzije dizajna koji se štampa, posebno kod postupka rotacione sito štampe, pri kome je usled rotacije cilindra, dizajn ponavljajući. Štampa tekstilnih materijala rotacionom sito tehnikom isplativa je za velike tiraže. Takođe, za štampu tekstila često je potrebno izvršiti predtretman površine, a mora se uzeti u obzir i minimizacija količine otpada iz primenjenih tretmana.

Digitalna inkdžet štampa predstavlja drugu dominantno korišćenu tehniku štampe tekstila, pomoću koje se može štampati bilo koji tiraž različitih dimenzija, skoro bez ograničenja u bojama [4]. Upoređivanjem konvencionalne sito i savremene inkdžet štampe, može se doći do zaključka da digitalna štampa ima kraći radni tok i jednostavnija je za korišćenje. Dok sito štampa ima dug i intenzivan radni tok pri kome je potrebno izvršiti zahtevniju pripremu za štampu, usklađivanje boja, kao i obaviti brojne procese nakon štampanja (slaganje sita, čišćenje itd.).

3. DIGITALNA ŠTAMPA TEKSTILA

Postupci digitalne štampe su osmišljeni da obezbede isplativo, precizno i brzo štampanje u boji u kratkom vremenskom intervalu. Mašine za digitalnu štampu su dizajnirane sa namerom da pruže kvalitetniji završni proizvod u odnosu na proizvode štampane konvencionalnim tehnologijama štampe. Za digitalnu štampu se smatra da je najpovoljnije rešenje za izradu promenljivog sadržaja sa kraćim proizvodnim ciklusom, a kao rezultat toga, brže se isporučuje finalni proizvod. Procenjuje se da će globalno tržište digitalne štampe doživeti nagli rast u budućnosti, a jedan od razloga može biti i primena ovog postupka za obradu tekstilnih materijala.

Industrijski standard za digitalnu štampu na tekstu postavljen je 2003. godine na sajmu tekstilnih i odevnih tehnologija, uvođenjem visokokvalitetnih inkdžet štampača [1]. Od tada, tehnologija je značajno evoluirala, pojavom mašina novih generacija. Na razvijenim tržištima, digitalna inkdžet štampa se široko koristi jer može smanjiti ukupne troškove štampe proizvoda. Štampa tekstila, posebno u oblasti reklamne industrije, zajedno sa industrijom sportske odeće, ubrzano usvaja inkdžet štampače širokog formata.

Tehnološki postupak digitalne inkdžet štampe tekstila je vrlo blizak postupku štampe na drugim podlogama. Prednosti ovog postupka su u širokim mogućnostima dizajna i štampe sa velikim brojem boja, bez problema prelaska sa izrade jednog dizajna na drugi. Takođe, prednosti se ogledaju i u brzoj pripremi štampe, dobrom kontrastu i oštrim linijama na otisku, mogućnosti štampe velikih formata i sve to bez otpadnog materijala. Naravno, postoje i tehnološki nedostaci povezani sa ovom metodom koji se prvenstveno oslikavaju u manjoj brzini štampanja, u poređenju sa rotacionom sito štampom tekstila i višoj ceni boje i opreme za štampu. Ograničavajući faktor brzine štampanja je tehnologija

glava inkdžet štampača. Brzine štampe se mogu povećati ukoliko dođe do napretka u mehanici glava za štampanje. Ostala ograničenja inkdžet štampača uključuju njihovu cenu, probleme koji mogu nastati usled začepjenja mlaznica štampača, recikliranje boje za štampu, sisteme ponovne upotrebe i ograničenja širine mašine. Evidentan je kontinuirani rad istraživačke i stručne zajednice na usavršavanju načina rada i tehnološkom napretku digitalne štampe.

Tekstilni materijal koji se štampa inkdžet postupkom mora proći predtretman različitim hemikalijama, da se štampana boja ne bi razlivala i razmazivala pre fiksiranja. Kontinuiran je i razvoj tehnologije inkdžet štampe tekstila, ali sa komercijalne tačke gledišta, ograničavajući faktori su viskozitet boja, veličina čestica pigmenata i otpornost štampanog sloja. Bez obzira na pomenuta ograničenja, inkdžet štampa je održiva komercijalna alternativna tehnika za male serije, visoko stilizovanog i kvalitetnog tekstila koji se koristi za brojne primene, kao što su izrada industrijskog tekstila, reklamnih znakova za spoljašnju upotrebu, kućnog tekstila, sportske odeće, odeće visoke mode, itd.

Digitalna štampa na tekstu daje nove mogućnosti uz manju štetnost primene ove tehnologije za životnu okolinu. Njenom primenom se smanjuje otpad, zastarelost, odlaganje ili kašnjenje proizvodnje. Odlikuje se kraćim radnim tokovima i jednostavnom primenom, za razliku od dominantno korišćene sito štampe tekstila koja ima dug i intenzivan radni tok. Međutim, koliko god tehnologija štampe tekstila danas bila dobra, procesi se i dalje poboljšavaju. Nove tehnologije i novi razvoj postojećih metoda obećavaju nastavak širenja mogućnosti štampanja na tekstu i u budućnosti.

Prema izveštaju koji je objavio *Allied Market Research*, globalno tržište digitalne štampe tekstila je 2019. godine iznosilo 2,2 milijarde dolara, a očekuje se da će dostići 8,8 milijardi dolara do 2027. godine, registrujući složenu godišnju stopu rasta (engl. *Compound Annual Growth Rate, CAGR*) od 19,1% u periodu od 2020. do 2027. godine. Tehnika sito štampe je i dalje značajno zastupljena, sa udelom od značajnih 93%, dok digitalna štampa tekstila zauzima udeo od preostalih 7% [5]. Očekuje se da ćemo biti u mogućnosti da vidimo nove digitalne procese završne obrade tekstila, kao i nove biznis koncepte i modele, kako u proizvodnji tako i u prodaji.

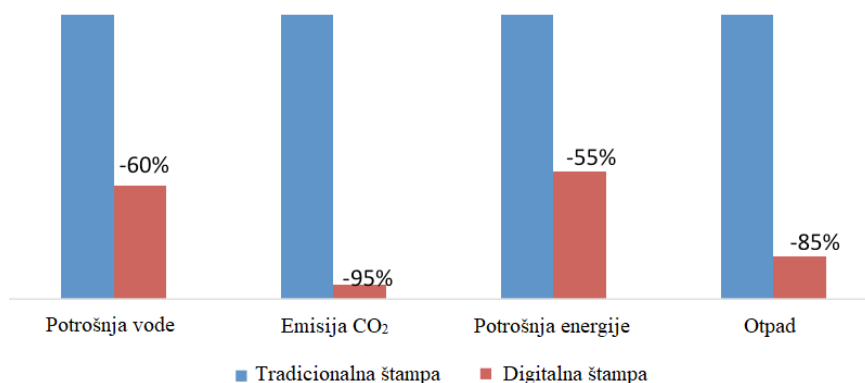
4. EKOLOŠKI ASPEKTI ŠTAMPE TEKSTILA

Savremene digitalne mašine za štampu mogu tretirati tkaninu korišćenjem inkdžet tehnologije, dok se boja nanosi na podlogu i suši i sve to u jednom prolazu štedeći vodu i energiju. Termin *boja*, je prihvatljiviji za digitalnu inkdžet štampu, dok se za tradicionalnu sito štampu tekstila češće koristi pojam *pasta*, upravo usled visoke viskoznosti i pastoznih svojstava korišćenih boja [6]. Fizička i hemijska svojstva boja za digitalnu štampu tekstila su precizno definisana i razlikuju se od uobičajenih štamparskih pastoznih boja. Pastozne boje za sito štampu ne mogu sadržati većinu hemikalija koje su potrebne za dobijanje jarkih, intenzivnih boja na tekstilnom materijalu. Sito štampa tekstila podrazumeva primenu značajno više boje, upravo zbog specifičnosti samog postupka pri kome se boja mehanički potiskuje kroz mrežu sita na kome se nalazi dizajn koje se štampa. Pri tom postupku, usled specifičnih reoloških svojstava boje za sito štampu, dolazi do njenog otpora. Za održavanje konzistencije boje u sito štampi najbitniji su stabilnost i kontrolisana viskoznost boje, što direktno utiče na kvalitet štampanog otiska. Konvencionalna sito štampa podrazumeva potrošnju velikih količina emulzije na bazi vode, jer je proces fizički neprecizan i zahteva hemijsku stabilizaciju da bi se postigao zadovoljavajući kvalitet štampe.

Postupak digitalne štampe tekstila uz visoko precizno nanošenje boje značajno eliminiše potrošnju vode. Pored razlike u količini vode, između sito i digitalne štampe tekstila značajna je i razlika u potrošnji energije. Sušenje tekstila koji je štampan digitalnom tehnikom, zahteva značajno manju potrošnju energije u odnosu na sušenje otiska nastalog tradicionalnom sito tehnikom. Na Slici 1 detaljno je prikazan uticaj tehnologije digitalne štampe tekstila na životnu sredinu. Podaci su prikazani u odnosu na tradicionalnu sito štampu i ukazuju na to da primenom digitalne štampe tekstila se mogu postići uštede u potrošnji vode od 60%. Takođe, dolazi do smanjenja emisije ugljen-dioksida od čak 95%, smanjenja potrošnje energije od 55% i značajnog smanjenja otpada za čak 85% [7]. Smatra se da će svi aspekti održivosti i zelene hemije biti važni u lancu snabdevanja u tekstilnoj industriji [8].

18. KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM RIZIK I BEZBEDNOSNI INŽENJERING

Takođe, predviđa se da će se štampa i proizvodnja obavljati lokalno, čime se dostižu ciljevi ekološke održivosti.



Slika 1 - Uticaj tehnologije digitalne štampe tekstila na životnu sredinu [7].

Uticaj digitalnih tehnologija na održivi razvoj se može realizovati i kroz neke od njegovih ciljeva [9]. Primena inkdžet tehnologije pruža brojne prednosti, jer se smanjuje količina proizvodnog otpada, štedi energija i smanjuje kapitalni rizik. Takođe, bržom isporukom i smanjenim transportom, redukuje se emisija CO₂, a novi poslovni modeli se šire. Samim tim se podržava ciklarna ekonomija.

Tržište tekstilne industrije postavlja sve više zahteve u pogledu povećanja kvaliteta, konzistentnosti, unikatnosti i efikasnosti, a jedan od odgovora na postavljene zahteve je štampa na zahtev (engl. *Print on - Demand*). Posebno u oblasti modne i sportske industrije, potrošači danas iznose specifične zahteve brendovima u pogledu konzistentnosti kvaliteta materijala i trajnosti štampe na tkanini. Zahteva se visoka otpornost tkanina na kojima se štampa, kao i otpornost štampanog sloja boje, posebno na dejstvo sunčeve svetlosti, visoke temperature i veliki broja pranja. Prisutni su i zahtevi za personalizacijom koji će omogućiti potrošačima da se izraze i istaknu u masi. Sve pomenuto zahteva brz odgovor i proizvodnju koja se može postići kroz štampu tekstila na zahtev pomoću koje se eliminišu problemi prekomerne proizvodnje i nagomilavanja zaliha [10]. Ovim postupkom se smanjuje ukupna količina otpada tekstilne industrije i postiže ekološki odgovorno poslovanje.

5. ZAKLJUČAK

Tehnologija inkdžet štampe kao digitalni postupak, doživljava sve učestaliju primenu, uključujući i štampu tekstila, koji je do skoro uglavnom zavisio od konvencionalne tehnologije sito štampe. Digitalna štampa tekstila spada u jedan od profitabilnijih segmenata grafičke industrije. U tehnologiji inkdžet štampe, specifični zahtevi vezani za boje i hemikalije koje se koriste u procesu, treba da budu zadovoljeni uzimajući u obzir i kriterijume održivog razvoja.

Kako se poslovni modeli menjaju u skladu sa intenzivnim promenama u globalnom okruženju, stabilnost i održivost lanca snabdevanja postaju vrlo značajni i primena digitalne štampe tekstila će nastaviti da ima značajan uticaj na budućnost tekstilne proizvodnje. Proizvodi se sada mogu proizvoditi na zahtev, blizu potrošača, koristeći tehnologije koje smanjuju negativan uticaj na životnu sredinu. Međutim, velika početna ulaganja u pogone za digitalnu štampu u zemljama u razvoju predstavljaju veliki izazov za ovu tehnologiju.

Uprošćavanjem tehnološkog postupka štampe, smanjuje se i korišćenje vode, koje je od izuzetnog značaja. Digitalnom štampom tekstila pored smanjenja količina vode koja se upotrebljava za tradicionalne tehnike, značajno se štedi i energija, čime se smanjuje ugljenični otisak. Takođe, se

koristei manje količine boje u odnosu na tradicionalni sito postupak, što pozitivno utiče na brojne ekološke probleme.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.colorjetgroup.com/blog/digital-textile-printing-evolution-progression>, decembar 2022.
- [2] Vukić, N.; Popović, Đ.; Kojić, D.: *Ecolabel criteria for textile products with focus on chemicals in printing processes*, Scientific Conference with International Participation Circular Economy and Environmental Labelling CEEL 2021, Novi Sad, 2021.
- [3] Meseldžija, M.; Vukić, N.; Erceg, T.; Budinski, N.; Lavicza, Z.; Lera, I.; Kojić, D.: *The analysis of the substrate influence on the print quality parameters of screen printed textile*, VIII International Conference of Social and Technological Development, Trebinje, 8-9 November, 2019, Proceedings 362-369.
- [4] Popović Đ., Kojić D., Vukić N., *Functional Printing Materials for Smart Textile Applications*, XIII International scientific conference contemporary materials, Banja Luka, 11th September, 2020, Proceedings 209-226.
- [5] Prakhar, J.; Eswara, P.: *Digital Textile Printing Market Outlook: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021 -2030*. Allied Market Research
- [6] *Inks for digital printing*, Editor(s): Christina Cie, In Woodhead Publishing Series in Textiles, *Ink Jet Textile Printing*, Woodhead Publishing, 2015.
- [7] <https://catnewtech.com/digital-printing-a-positive-step-towards-sustainability-in-textiles/>, decembar 2022.
- [8] Anoushka, R.; Anupam, C.; S. Wazed, A.: *Green chemistry: Its opportunities and challenges in colouration and chemical finishing of textiles*, Sustainable Chemistry and Pharmacy, 27, 2022.
- [9] <https://sdgs.un.org/goals/>, decembar 2022.
- [10] Ewing, P.; Smyth, S.: *The Future of Digital Print: Long-Term Strategic Forecasts to 2029*, Smithers Pira, 2019.