

Stanje u proizvodnji visoko produktivnih inkjet tekstilnih printera iz role nakon sajma DRUPA 2024.

Igor Majnarić*, Ana Lešić, Marija Jakelić

Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, Zagreb, Hrvatska

*Dopisni autor: igor.majnarić@grf.unizg.hr

Prispjelo 28. siječnja 2025.

UDK 677.057.5:681.6

Stručni rad**

Na međunarodnom sajmu DRUPA 2024. predstavljene su razne inovacije u tehnologiji tiska. Među predstavljenim tehnologijama Inkjet je bio najistaknutiji, pronasavši primjenu u više industrijskih sektora, uključujući tiskanje tekstilnih materijala. U ovom radu opisat će se visokoproduktivni Inkjet strojevi specijalizirani za tisak na tekstu proizvođača Konica Minolta, DURST i EFI. Ova tri višebojna modela, opremljena različitim piezo Inkjet glavama i integriranim sustavima prije i nakon tiska, postižu impresivne proizvodne brzine od 1470 m²/h, 6400 m²/h i 828 m²/h. To su jednoprolazni rotacijski strojevi sa širinom valjaka većom od 2 metra, posebno modeli Konica Minolta NASSENGER SP-1, Durst Alfa 330 i EFI Reggiani HYPER ReNOIR 340.

Ključne riječi: Inkjet; Konica Minolta NASSENGER SP-1; Durst Alfa 330; EFI Reggiani ReNOIR 340

Professional paper**

Status in the production of roll to roll high-product inkjet textile printers after the DRUPA fair 2024

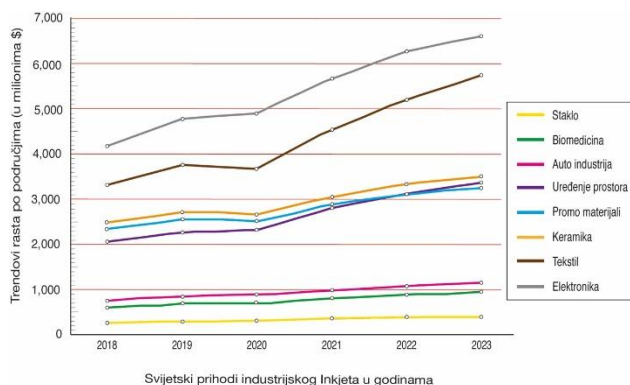
At the international trade fair DRUPA 2024, various innovations in printing technology were showcased. Among the presented technologies, Inkjet was the most prominent, finding applications across multiple industrial sectors, including printing textile materials. This paper will describe high-productivity Inkjet machines specialized for textile printing manufactured by Konica Minolta, DURST, and EFI. These three multi-color models, equipped with different piezo Inkjet heads and integrated pre- and post-treatment systems, achieve impressive production speeds of 1,470 m²/h, 6,400 m²/h, and 828 m²/h. They are single-pass rotary machines with roll widths exceeding 2 meters, specifically the Konica Minolta NASSENGER SP-1, Durst Alfa 330, and EFI Reggiani HYPER ReNOIR 340 models.

Keywords: Inkjet; Konica Minolta NASSENGER SP-1; Durst Alfa 330; EFI Reggiani ReNOIR 340

*Izlaganje na 17. znanstveno-stručnom savjetovanju „Tekstilna znanost i gospodarstvo”, 28. siječnja 2025., Zagreb, Hrvatska

1. Uvod

U posljednjih nekoliko godina (analiziran period od 2018. do 2023.) primjena Inkjet tehnologije je u značajnom porastu. Moderni Inkjet strojevi i proizvodnja Inkjet glave omogućila je postupke proizvodnje na različitim materijalima. Kao tehnika beskontaktnog tiska Inkjet je sve više u uporabi kao tehnika direktnog otiskivanja na staklo, keramiku, dijelove za auto industriju, elektroničke komponente. Koristi se u svrhu uređenja interijera, proizvodnju raznih promo materijala i ambalaže, tekstila i pripremu biomedicinskih preparata. Uvidom u svjetske trendove zamijećeno je da u tisku stakla, automobilske opreme i Inkjet proizvodnje biomedicinskih preparata ostvaren konstantni rast. U USA dolarima on globalno iznosi: 0,132 milijardi \$ staklo, 0,4 milijardi \$ auto industrija i 0,350 milijardi \$ biomedicina (sl.1).



Sl.1 Svjetski rast industrijskog Inkjet po sektorima

Inkjet tisak na keramiku, promo materijale te korištenje u svrhu uređenja interijera značajno su isplativiji. U godinama globalne pandemije sva tri sektora ne ostvaruju značajnije povećanje u prihodu. Međutim, povratkom na staro-normalno zabilježen je značajan porast u ostvarenom prihodu. Tako će u ispitivanom period od 6 godina biti zabilježen porast prihoda (Inkjet tisak promo materijala: 0,9 milijardi \$, otiskivanje keramike: 1 milijarda \$ te Inkjet u otiskivanju interijera 1,3 milijardi \$).

Digitalno otiskivanje tekstila i tisak elektronike su područja u kojima tehnika Inkjeta ima značajan razvojni utjecaj. Zbog Covid pandemije prihodi su stagnirali. Međutim, u analiziranom periodu od 2018. do 2023. najveće povećanje prihoda je ostvareno u tisku elektronike (2,43 milijardi \$) a neznatno manje ima Inkjet tisak na tekstil (2,42 milijardi \$). U digitalnom tisku tekstila ostvaren je porast od 11,5% (CAGR - Compounded Annual Growth Rate) uz ostvareni prihod u 2023. godini od 5,790 milijardi \$ [1].

2. Teorijski dio

Segment Inkjet otiskivanja na tekstil nije uniforman te se mogu pronaći različiti tržišni tekstilni segmenti. Digitalno otiskivanje Inkjet tehnologijom prvenstveno je ovisan o tipu primijenjene tiskovne podloge (prirodni materijali, sintetika, tkanina, pletivo) te njima prilagođenim Inkjet bojama. Ovisno o tome proizvodi li se tiskana odjeća (sportska, modna), tiskane tkanine za uređenje interijera (kućni namještaj, hotelske dekoracije), tiskani promocijski tekstilni materijali (majice i platnene vrećice), primjenjuju se kisele boje, disperzirane boje, dye sublimacijske boje, reaktivne i tekstilne pigmentirane boje.

Naravno tome su prilagođeni procesi predtretiranja materijala, postretmana otiska uz pravilan izbor ugrađenih Inkjet glava (konstrukcija glave i njihovo povezivanje u veće ispisne module). Samim time trenutno razlikujemo Inkjet strojeve koji rade principom (tehnologijom): direktno rola-rola otiskivanje na tkanine, direktno na odjeću i direktno na transferni film [2].

U ovom radu analizirana su tri reprezentivna i najzastupljenija proizvođača tekstilnih Inkjet strojeva (evropski DURST, Japanska Konica Minolta i američki EFI) čiji modeli rade principom rola-rola. Osnovna karakteristika triju odabranih modela je da njihovi strojevi mogu sadržavati jedinicu za predtretman, ali i termalno sušenje vrućom parom, vrućim transferom, transferom uz primjenu jedinice za pranje (fiksiranje) i post-tretman (ovisno o tome koriste li se pigmentirane, reaktivne ili dye sublimacijske Inkjet boje). Iako u rotacijskom analognom tisku na tekstil domi-nira primjena pigmentirane boje (57%), ona u digitalnom tisku čini samo mali dio (6%). U području digitalnog tiska primjenom dominiraju disperzivne / dye sublimacijske boje (46%), reaktivne boje (27%) i kisele boje (9%) [3].

2.1. Durst Alfa 330

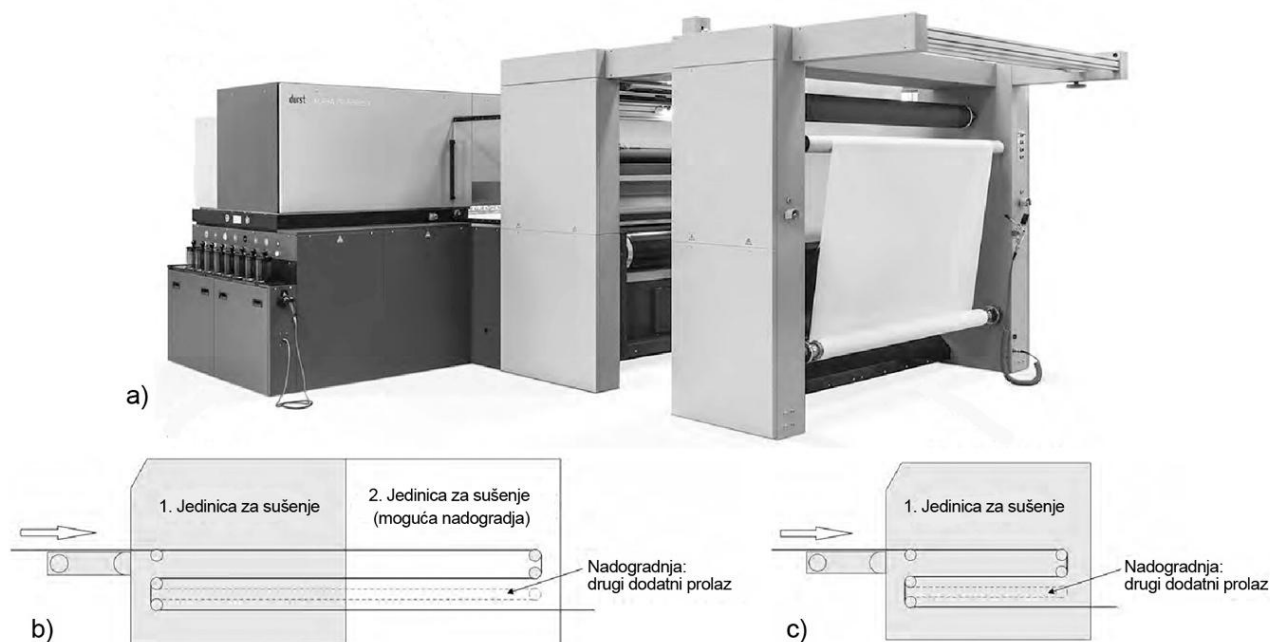
Tiskarski stroj Durst ALPHA 330 sa svojom širinom ispisa od 3300 mm namijenjen je proizvodnji kućnog tekstila, modne odjeće, majica, zastava, transparenata i materijala za vanjsko oglašavanje. Pri otiskivanju koristi 32 ili 64 Ricoh glave serije GEN5 (8 kolornih kanala sa 4 ili 8 glava po boji). Ugrađene Ricoh glave modela MH5441 karakterizira varijabilna kapljica veličine 7/14/21 pl uz frekvenciju kapanja od 30 kHz. Time je osigurana kvaliteta reprodukcije u rezoluciji od 300 x 600 dpi do 500 x 600 dpi. Ovisno o izboru rezolucije i broju prolaza omogućene su produkcijske brzine od: 1024 m²/h (1 prolaz 500 x 600 dpi), 1472 m²/h (1 prolaz 300 x 600 dpi), 512 m²/h (2 prolaza 500 x 600 dpi) i 736 m²/h (2 prolaza 300 x 600 dpi).

Pritom će se s većim brojem prolazaka Inkjet glava i većom rezolucijom ispisa ostvariti veća kvaliteta uz upola manju produktivnost.

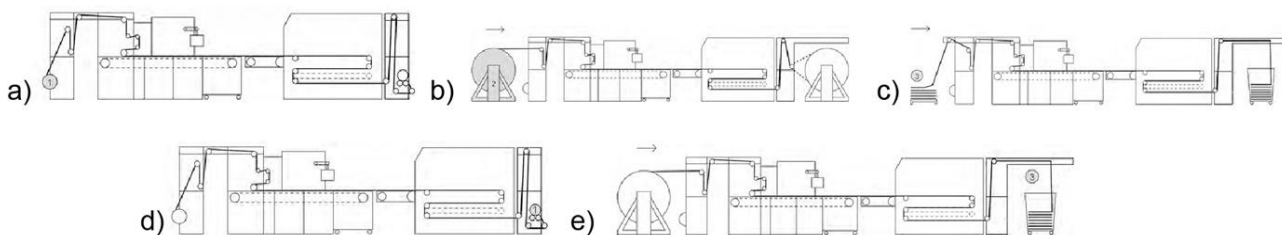
Tiskarski stroj Durst ALPHA 330 (sl.2) svojim kvalitetnim jedinicama za odmotavanje tekstilnih materijala (pamuk, poliester, poliamid, svila, viskoza, mješavine, vuna, sublimacijski papir) moguće je otiskivati na tekstilne role gramature od 40 to 500 g/m². Ovisno o primijenjenoj tiskovnoj podlozi konfiguracije 9 boja (CMYK, siva, zelena, narančasta, svijetla magenta, svijetla cijan) mogu varirati od: pigmentirane boje (uobičajene primjene: kućni tekstil, majice, modna odjeća), reaktivne boje (uobičajene primjene: kupaći kostimi, kućni tekstil, majice, modna odjeća), HDI reaktivne boje visokog zasićenja (uobičajene primjene: kućni tekstil, majice, modna odjeća) i disperzivne/dye sublimacijske boje (uobičajene primjene: kućni tekstil, modna odjeća, majice, zastave, transparenti, vanjsko oglašavanje) [4].

Durst koncept sušenja omogućava standardnu izvedbu (sadržava samo jednu jedinicu za sušenje) ili potpunu izvedbu linije za sušenje (s dvije jedinice za sušenje). U obje konstrukcije moguće je izvršiti opciju duljeg puta prolaza. Time će se trajanje sušenja udvostručiti. Energetski izvori pritom mogu biti odabrani između: plinskih sušača (prirodni plin = metan, tekući plin = propan i butan), električnih sušača, sušača zagrijanih uljem ili parom.

Ovisno o tipu podloge po završetku sušenja otisnute role moguće je izložiti na nekoliko konfiguracija završnog izlaganja. Kako bi se to moglo ostvariti moguće su ugradnje sljedećih jedinica: jedinice za vođenje tekstilnih materijala, opsijsko vođenje pletiva, jedinica za vođenje dvije role paralelno (potreban je i dualni ulaz role s malim promjerom), motorizirana jedinica za ulaganje malih rola (opcije pneumatskih vratila promjera 2 i 3 inča), jedinica s opcijom ulaganja velikih rola (opcija 1 m ili 2 m), jedinica za ulaganje presavijenog materijala [5].



Sl.2 Durst tiskarski stroj za tisak na tekstil: a) Durst ALPHA 330; b) opcija produžene sušara za Durst stroj c) opcija kraće sušara za Durst stroj [4]



Sl.3 Konfiguracija ulaza i izlaza za Durst stroj: a) motorizirano ulaganje male role - XC75150; b) Opcijsko ulaganje velike role do 2 m - XD75420; c) opsijsko ulaganje presavijenog materijala - XD75450; d) opsijsko izlaganje na malu rolu - XD75640; e) opsijsko izlaganje na veliku rolu od 2 m - XD75620 [5]

2.2. Konica Minolta NASSENGER SP-1

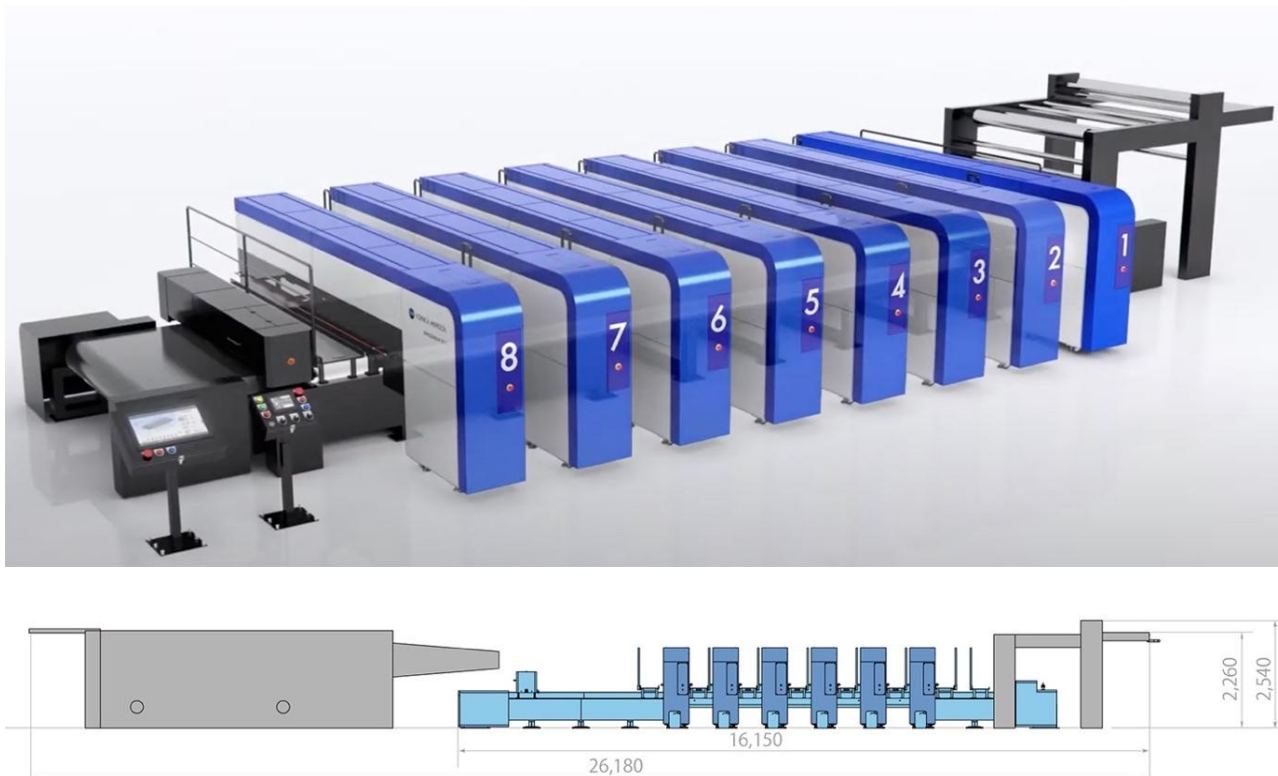
U trenutnoj ponudi tvrtke Konica Minolta najproduktivniji stroj za tisak na tekstil je NASSENGER SP-1 II generacije (sl.4). U odnosu na prethodnu seriju promijenjena je KM Inkjet glava 512HX umjesto koje se sada ugrađuje dvostruko produktivnija KM1024a serije SHE-Q. Dakle, zadržan je koncept kolornog jednoprolaznog Inketa sa širinom ispisa od 1830 mm. Ovisno o tipu korištenih Inkjet boja (reaktivna dye boja, disperzivna dye boja) na tržištu se može pronaći standardna konfiguracija sa 6 boja ili proširena s 8 boja (reaktivna dye sublimacijska boja: žuta, dodatna magenta, cijan, crna, narančasta, plava, ružičasta, siva, duboka crna; disperzivna dye boja: žuta, magenta, cijan, crna, ljubičasta, nebesko plava, siva, crvena, ljubičasta, dodatni cijan). Ugrađene KM1024a SHE-Q glave slagane su modularno u dva reda pri čemu se za otiskivanje jedne boje koristi 26 ispisnih glava (svaka glava tako spojena u dualno kućište ostvaruje rezoluciju ispisa od 2048 dpi). Drugim riječima, za ispisivanje svih 8 boja (maksimalna konfiguracija) koristi se ukupno 416 glava (208 dualnih glava). Otiskivanje karakterizira varijabilna veličina kapljica od 6 do 20 pl uz frekvenciju kapanja od 40 kHz (binarni mod) ili 22 kHz (8 bitni mod sa 4 formirane kapljice). Time je ostvarena kvaliteta kolorne reprodukcije u rezoluciji od 720 x 360 dpi do 720 x 900 dpi.

Ovisno o izboru rezolucije ostvarene su 4 produkcijske brzine: ultra velika brzina od 67,3 m/min (720 x 360 dpi i produktivnost od 4038 m²/h), velika brzina od 44,9 m/min (720 x 540 dpi i produktivnost od 2694 m²/h), standardna brzina od 33,7 m/min (720 x 720 dpi i produktivnost od 2022 m²/h) i visoka optička gustoća od 26,9 m/min (720 x 900 dpi i produktivnost od 1614 m²/h).

Za nesmetano otiskivanje stroju su dodani uređaji mala odmatajuća rola, velika odmatajuća rola, velika rola za namatanje, kamera za inspekciju registra, laserski uređaj za kompenzaciju bijelih linija i provjera i korekcija rada mlaznica te senzor za detektiranje nabora. Zbog svoje velike dimenzije (dužina od 16,00 m i širina 5,43 m) jedinica za sušenje nije direktno uključena u cijenu ali postoji mogućnost njihovog međusobnog povezivanja i usklađivanja [6].

2.3. EFI Reggiani HYPER ReNOIR 340

Američki proizvođač Inkjet strojeva EFI je 2021. godine predstavio svoj najproduktivniji stroj za tisak tekstila Reggiani HYPER ReNOIR 340 (sl.5). Riječ je o stroju koji tiska iz role širine 3400 mm što je ujedno i najveća dimenzija za tisak digitalnog tekstila, s mogućnošću primjene disperzivne direktne Inkjet boje, reaktivne boje, kisele Inkjet boje, disperzivno sublimacijske Inkjet boje te pigmentirane boje.



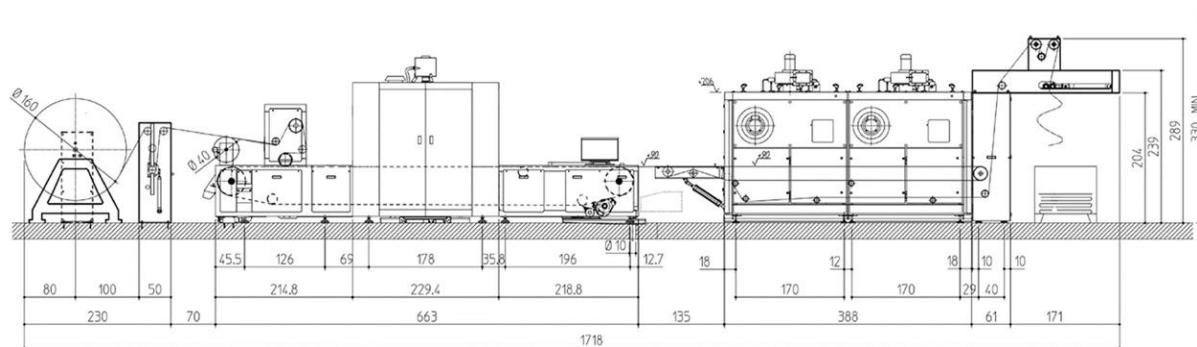
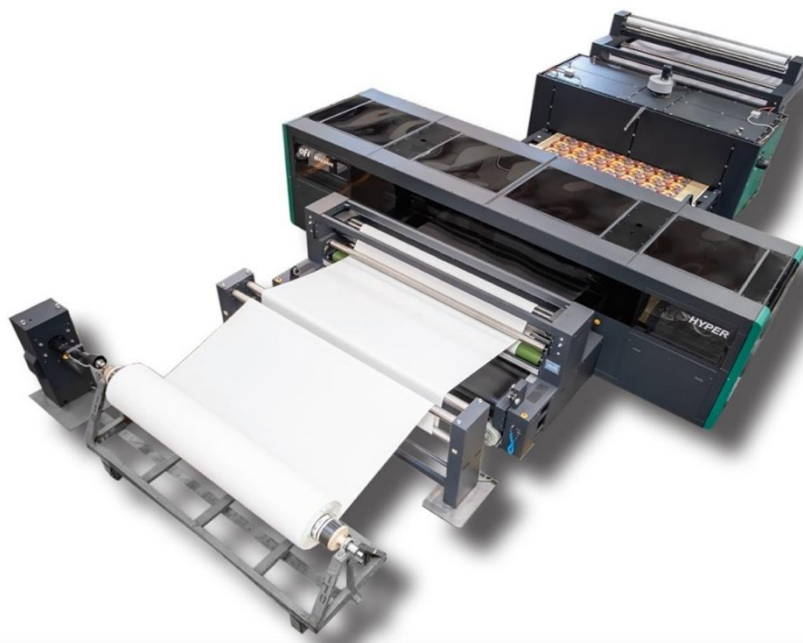
Sl.4 Jednoprolazna konstrukcija Inkjet stroja za tisak na tekstil Konica Minolta Nassenger SP-1: a) fotografija tipične konfiguracije; b) shematski prikaz sa dimenzijama [6]

Time je ostvarena mogućnost uspješnog otiskivanja odjeće i odjevnih dodataka, tekstila za kućnu uporabu, sportske odjeće i obuće, tekstila za vanjsko oglašavanje, odnosno materijala, kao što su pamuk, poliester, poliamid, svila, viskoza, poliester s elastinom, poliamid s elastinom, mješavine, vuna i sublimacijski papir.

Tiskovnu jedinicu čini ukupno 72 piezo Inkjet glava tvrtke Kyocera KJ4B serije EX600 koje rade odjednom s 8 kanala (8 ispisnih redova). Tako će svaka Inkjet boja (KMCY+ORVB) otiskivati s kolornim modulom koji čini 9 glava poredanih u jednu liniju. Kyocera piezo Inkjet glava KJ4B EX600 karakterizira tehnologija varijabilnih kapljica, čije su kapljice volumena od 5 do 16 pl uz frekvenciju kapanja od 30 kHz. Kako je riječ o modularnoj glavi koja se kreće u translacijskom gibanju lijevo-desno, kolorni otisak može nastati s jednim, dva, tri i četiri prolaza.

Time je osigurana i visoka kvaliteta reprodukcije, do maksimalne rezolucije od 600 x 2400 dpi. Producerska brzina prvenstveno ovisi o rezoluciji i odabranom broju prolaza te iznosi: 3150 m²/h (600 x 300 dpi + 1 prolaz), 1899 m²/h (600 x 600 dpi + 2 prolaza), 1266 m²/h (600 x 900 dpi + 3 prolaza) i 951 m²/h (600 x 1200 dpi + 4 prolaza).

Od dodatnih opcija Inkjet stroj Reggiani HYPER ReNOIR 340 može sadržavati malu odmatajuću rolu (40 cm promjera), veliku odmatajuću rolu (A okvir visine 160 cm) presavijani ulaz materijala, presavijeni izlaz materijala, mala rola za namatanje (40 cm) i velika rola za namatanje (A okvir visine 160 cm). Zbog uporabe različitih boja in-line sušač može biti dupliciran (industrijska dvostruka jedinica za sušenje), uz dodatak simetrijske ventilacije i ima visoko učinkoviti kapacitet izvlačenja. Dostupni izvori zagrijavanja su: plin, električni grijači, zagrijano ulje i vodena para [7].



SI.5 Višeprolazna konstrukcija EFI Inkjet stroja za tisak na tekstil Reggiani HYPER ReNOIR 340: a) fotografija tipične konfiguracije; b) shematski prikaz s dimenzijama [7]

3. Rezultati s raspravom

Na tržištu tiskarskih strojeva za tekstil rola - rola ne postoji standardna konstrukcija, već svaki proizvođač pristupa razvoju na svoj specifičan, uglavnom način temeljen na razvoju već postojećim platformi Inkjet glava i boja (koje primjenjuju i na jednostavnijim i niže produktivnijim strojevima), stoga ih je teško direktno uspoređivati.

Europski proizvođač Durst (Alfa serija) ima suradnju s europskim proizvođačima Inkjet bojila te njima prilagođava konfiguracije doradnih izlaza i sušača. Provjerena Inkjet glava Ricoh 5. generacije, uz provjereni koncept skenirajućeg načina rada stroja, omogućava konstantnost nanosa 8 boja i ujednačeni otisak uz automatsku kompenzaciju eventualno blokiranih mlaznica.

Konica Minolta je pionir u proizvodnji Inkjet strojeva za tisak na tekstil te jedini nudi konfiguraciju u jedno-prolaznom modu. Tim pristupom omogućena je najveća moguća produktivnost i nanošenje kolornih separacija jednu po jednu. Za kontrolu kvalitete potrebno je ugraditi i kamere za praćenje kvalitete registra, kao i sustav za praćenje distribucije kapljica, kako bi se spriječilo stvaranje bijelih (neotisnutih) linija. Cjelokupni razvoj baziran je na primjeni vlastitih Inkjet rješenja (Inkjet glava koja rade piezo principom) te strojnih komponenata koji su preduvjet za budući razvoj (još veću produktivnost).

Svjetski poznati američki proizvođač pisača i programa EFI svoj razvoj tekstilnih strojeva temelji na japanskim Kyocera glavama serije KJ4B. Time je s odabranom višeprolaznom (engl. *multipass*) tehnologijom i uz primjenu 8 boja, ostvario visokokvalitetne strojeve s otiscima visoke rezolucije od 600 x 2400 dpi. Dodatkom i ugradnjom različitih tipova jedinica za predobradu i doradnih uređaja (sušača) omogućena je primjena na gotovo svim tekstilnim podlogama te primjena u proizvodnji odjeće i odjevnih dodataka, kućnog tekstila, sportske odjeće i obuće. Kao i kod konkurencije, u sustav je ugrađen sustav za praćenje kvalitete i ujednačenosti reprodukcije.

4. Zaključak

Zadnja Smithers analiza predviđa značajan porast proizvodnje digitalnih strojeva za tisak po principu rola u rolu u narednim godinama (do kraja 2028.) Time se predviđa da će CAGR iznositi 8,3% (sa 3,3 milijarde otisnutih kvadrata (2022.) na 5,5 milijardi otisnutih kvadrata (2028)).

Trend konvencionalne proizvodnje tekstila neće se značajno mijenjati, pri čemu će predviđeni CAGR postotak iznositi oko 0,3%. (49,7 milijardi kvadrata 2022.; 53,4 milijardi kvadrata 2028.)

Globalni proizvođači Inkjet strojeva i dalje razvijaju nove koncepte i rade na ostvarivanju još veće produktivnosti. Pritom su im ograničavajući resursi: tiskovne podloge i njihovi izazovi u primjeni (poroznost, neporoznost, ravnina ili zakrivljenost, pokrivenost, propisi i regulativa, tiskarska bojila, planparalelnost), ispisna glava i udaljenost glave (opcije izbora Inkjet glava, rezolucija, ravnomjernost kretanja ili promjenjivost u odnosu na udaljenosti od tiskovne podloge, brzina kapanja, primijenjena Inkjet tehnologija), Inkjet boja i površinska obrada (kemizmi vezivanja, postojanost, ekološka i zakonska regulativa, potrebna svojstva, broj primijenjenih boja, primjena bijele boje, redosljed nanašanja, obrada prajmerima, vrijeme trajanja tiska, utjecaj okoline), sušenje i stvrđivanje (primijenjeno zračenje, vodeno sušenje, sušenje stvrđivanjem, utjecaj okoline, izbacivanje VOC spojeva, toplina, naknadno nanoseni slojevi), mehanika i automatizacija (ulaganje, transport, izlaganje, izbacivanje viška materijala, razina automatizacije, primjena robota i kobota pri otiskivanju, primijenjena snaga stroja, ugrađeni pomoćni uređaji (*in-line* ili *off-line* konfiguracije), integracija s ostalom proizvodnjom.

Literatura:

- [1] Smith, S. *The Future of Inkjet Printing to 2029*. Smithers, Information Division, Olympus House, Cleeve Road, Leatherhead, UK, 2024, 8-16.
- [2] Majnarić, I.; Pečanić, E.; Bolanča Mirković, I.; Morić, M.; Kašiković, N. Komparacija kolornih Inkjet otisaka nastalih s Latex strojevima 2. i 3. generacije, *Zbornik radova Printing & Design 2017.*, Zagreb, Hrvatska, 2017, 89-97.
- [3] McKeegan, D.; Clayton, T.; Gooding, E. *Inovations in Inkjet for Textile Printing 2023*. Dostupno na: <https://whattheythink.com/articles/125402-inkjetinsight-innovations-in-inkjet-for-textile-production-live-webinar/> Pristupljeno: 15/12/2024.
- [4] Majnarić, I.; Pučić, I.; Božanić, M.; Kašiković, N.; Bolanča Mirković, I. Utjecaj konstrukcije DURST Inkjet ispisnih glava na krivulje reprodukcije, *Zbornik radova Tiskarstvo & Dizajn 2016.*, Zagreb, Hrvatska, 2016, 85-90.

- [5] Durst Phototechnik AG, Alpha Series 5 Sales Support Document, Durst Phototechnik AG Julius-Durst-Str. 4 39042 Brixen, Italy, 1-26.
- [6] Konica Minolta corp. Dostupno na: https://www.konicaminolta.com/global-en/textile-printers/support/catalog_download/catalog_nasenger/index.html, Pristupljeno: 23/11/2024.
- [7] EFI corporation; Reggiani Digital Product Range Digital Printers for Textile Applications, Dostupno na: <https://www.efi.com/wp-content/uploads/sites/2/2023/10/EFI-Reggiani-HYPER-Brochure-US-2.pdf>, Pristupljeno: 15/12/2024.