

# Trendovi razvoja tintnih pisača

---

**Bošnjak, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:328629>

*Rights / Prava:* [Attribution 3.0 Unported](#)/[Imenovanje 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE  
VARAŽDIN**

**Filip Bošnjak**

# **TRENDOVI RAZVOJA TINTNIH PISAČA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Križevci, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE**  
**V A R A Ž D I N**

**Filip Bošnjak**

**Matični broj: K-44190/15-I**

**Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju**

**TRENDOVI RAZVOJA TINTNIH PISAČA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:**

Izv. prof. dr. sc. Igor Balaban

**Križevci, 30. lipnja 2022**

*Filip Bošnjak*

### **Izjava o izvornosti**

Izjavljujem da je moj završni/preddiplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Pri izradi rada upotrijebljene su etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

*Autor/autorica potvrdio/potvrdila prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi*

---

## **Sažetak**

U završnom radu iznosi se pregled različitih radnji koje su poduzete tijekom razvoja tintnih pisača. Raspravlja se o najvažnijim točkama nedavnog napretka i trendova u ovoj tehnologiji. Također su opisane tehnologije ugrađene u najnovije proizvode na zahtjev aktualnih industrijskih lidera u termalnim i piezoelektričnim metodama. Konačno, ovaj rad predstavlja popis potencijalnih primjena tintne tehnologije koja se pojavila u posljednjih nekoliko godina.

**Ključne riječi:** razvoj, tintni pisači, trendovi, tehnologija

# Sadržaj

Sadržaj .....	1
1. Uvod .....	1
2. Općenito o pisačima .....	2
3. Razvoj pisača .....	4
4. Vrste pisača .....	6
5. Karakteristike pisača .....	8
6. Povijesni razvoj tinte .....	10
7. Glavne karakteristike tintnih pisača .....	13
8. Vrste tintnih pisača .....	16
9. Prednosti i nedostaci tintnih pisača .....	21
10. Trendovi razvoja tintnih pisača .....	23
11. Povezanost tehnologije ispisa sa današnjim pisačima .....	26
12. Istraživanje trendova u razvoju tintnih pisača .....	28
Zaključak .....	32
Popis literature.....	34

# 1. Uvod

Tehnologija tintnog tiska (*inkjet*) nakon svoga je izumljenja upotrebljavana u obliku kontinuiranih mlaznica za pisanje i snimanje više od 50 godina. Međutim, ova vrsta tiskarske tehnike u javnosti, u domovima i uredima, postaje uistinu popularna u zadnjih dvadeset godina, uvelike zahvaljujući potrošačkim proizvodima stolnih tintnih pisača koji su razvijeni i plasirani na tržište sredinom 1980-ih godina. Vodeće proizvodne tvrtke, uključujući Hewlett-Packard (HP), Canon, Seiko Epson i druge, otada su slavljene diljem svijeta zbog evolucije modernih digitalnih pisača.

Rad se sastoji od pet dijelova, to jest od teorijskog i praktičnog dijela. U teorijskom dijelu rada najprije će se objasniti pojam pisača i povijesni razvoj pisača. Zatim će se prikazati vrste i povijesni razvoj pisača. Nadalje, naglasak se stavlja na karakteristike tintnih pisača te prednosti i nedostaci istih. Nakon što se objasni navedeno, prijeći će se na dva posebna poglavlja u kojima će se govoriti o trendovima razvoja tintnih pisača te povezanost tehnologije ispisa sa današnjim pisačima. Drugi dio rada čini praktični dio u kojem je provedena anketa sa tvrtkom Canon, a cilj će biti saznati postotak prodaje tintnih pisača, te mišljenje o pozitivnom trendu razvoja tintnih pisača.

## 1.1. Cilj rada

Cilj je rada prikazati glavne karakteristike razvoja tintnih pisača u zadnjih nekoliko godina. Također, cilj je i pomoću provedenog intervjua prikazati podatke o trendovima u razvoju tintnih pisača.

## 1.2. Izvori podataka

Prilikom pisanja završnog rada upotrebljavani su razni internetski izvori domaće i strane literature koja je usko povezana s naslovom i tematikom rada, kao i znanstveni i stručni radovi dostupni u Gradskoj knjižnici Varaždin te knjižnici Fakulteta organizacije i informatike. Također, kao jedan od izvora podataka upotrijebljen je i provedeni intervjui.

## 2. Općenito o pisačima

Pisač je vanjski hardverski izlazni uređaj koji uzima elektroničke podatke pohranjene na računalu ili drugom uređaju i generira tiskanu kopiju. Na primjer, ako ste izradili izvješće na svom računalu, možete ispisati nekoliko primjeraka koje ćete podijeliti na sastanku osoblja. Pisači su jedan od najpopularnijih računalnih perifernih uređaja i obično se upotrebljavaju za ispis teksta i fotografija (<https://www.computerhope.com/jargon/p/printer.htm>, 1. 5. 2022.).

Tijekom evolucije pisača razvilo se nekoliko vrsta pisača. Za pisač nije naveden nijedan izumitelj, ali prva osoba koja je izumila mehanički uređaj za ispis bio je Charles Babbage, koji ga je stvorio svojim *Difference Engineom* u 1800-tima.

Prvi računalni pisač bio je uređaj na mehanički pogon koji je Charles Babbage dizajnirao za svoj diferencijski stroj u 19. stoljeću. Međutim, njegov dizajn mehaničkog pisača napravljen je tek 2000. godine (Morley 2007: 16).

Prvi patentirani ispisni mehanizam za nanošenje medija i označavanje na medij za snimanje ili, točnije, aparat za elektrostatsko nanošenje tinte i metodu za elektrostatsko nanošenje tinte na kontrolirana područja medija za primanje izumio je 1962. C. R. Winston iz tvrtke Teletype Corporation, upotrebljavajući kontinuirani tintni ispis. Radilo se o crvenoj tinti za pečate koju je proizvodila tvrtka Phillips Process iz Rochestera u New Yorku pod nazivom *Clear Print*. Ovaj je patent (US3060429) rezultirao pisačem *Teletype Inktronic*, isporučenim kupcima krajem 1966. godine.

Prvi kompaktni, lagani digitalni pisač bio je EP-101; izumila ga je japanska tvrtka Epson, a pušten je u promet 1968. godine.

Prvi komercijalni tiskari općenito su upotrebljavali mehanizme iz električnih pisačkih strojeva i *teletype*-strojeva. Potražnja za većom brzinom dovela je do razvoja novih sustava, posebno za upotrebu računala. U 1980-ima postojali su sustavi s kotačićima slični pisačim strojevima, linijski pisači koji su proizvodili sličan ispis, ali puno većom brzinom, kao i matrični sustavi koji su mogli miješati tekst i grafiku, ali su proizvodili ispis relativno niske kvalitete. Crtač je upotrebljavan za one koji zahtijevaju visokokvalitetnu linijsku umjetnost, poput nacрта. (Morley 2007: 18)

Uvođenje jeftinog laserskog pisača 1984. godine, s prvim *HP LaserJet-om* i dodavanjem *PostScripta* u *Apple LaserWriter* sljedeće godine, pokrenulo je revoluciju u ispisu poznatu kao stolno izdavaštvo. Riječ je o laserskim pisačima koji



upotrebljavaju *PostScript*, miješani tekst i grafiku, poput matričnih pisača, ali na razinama kvalitete koje su prije bile dostupne samo u komercijalnim sustavima za slaganje slova. Do 1990. godine većina se jednostavnih zadataka ispisa, poput letaka i brošura, sada stvarala na osobnim računalima i zatim ispisivala laserom; skupi sustavi offsetnog tiska bili su napušteni. *HP DeskJet* iz 1988. nudio je iste prednosti kao i laserski pisač u smislu fleksibilnosti, ali je proizvodio ispis nešto niže kvalitete (ovisno o papiru) od mnogo jeftinijih mehanizama. *Inkjet*-sustavi brzo su s tržišta istisnuli matrične pisače i pisače s kotačićima. Do 2000-utih visokokvalitetni pisači ove vrste pali su ispod cjenovne granice od 100 američkih dolara i postali uobičajeni.

([https://global.epson.com/company/corporate\\_history/milestone\\_products/04\\_ep-101.html](https://global.epson.com/company/corporate_history/milestone_products/04_ep-101.html), 1. 5. 2022.)

Brz napredak internetske e-pošte tijekom 1990-ih i u 2000-itima uvelike je istisnuo potrebu za ispisom kao sredstvom za premještanje dokumenata, a širok izbor pouzdanih sustava za pohranu znači da je „fizička sigurnosna kopija“ danas od male koristi.

Počevši oko 2010. godine, 3D ispis postao je područje intenzivnog interesa, omogućujući stvaranje fizičkih objekata s istom vrstom napora kao rani laserski pisač potreban za izradu brošure. Od 2020-ih 3D ispis postao je široko rasprostranjen hobi zbog obilja jeftinih kompleta 3D pisača s najčešćim postupkom modeliranja taloženja.

U nastavku rada obrađuju se vrste pisača i njihove karakteristike. (<https://www.computerhope.com/jargon/p/printer.htm>, 1. 5. 2022.).

### 3. Razvoj pisača

Prva upotreba tintnih pisača kao uređaja za grafičko oblikovanje ili snimanje općenito se pripisuje lordu Kelvinu oko 1873. godine. Međutim, tek su 1960-ih izumitelji i proizvođači počeli shvaćati potencijal koji pruža *inkjet* kao pisač znakova. Prvi uređaj za tintno snimanje, koji se temeljio na kontinuiranoj tintnoj tehnologiji, osmislili su Elmqvist i Hertz na Institutu Lund u Švedskoj (općenito je nazvan kontinuirana tintna tehnologija Hertz) (Faulkner i Shu 2015: 35).

Prvi tintni mlazni pisač znakova pojavio se u obliku prototipa 1965. godine. Ovaj rani pisači stroj i „zamjenski“ (*teletype*) pisači (utjecaj ugraviranih znakova) temeljili su se na elektrostatičkoj impulsnoj tintnoj tehnologiji koja se općenito pripisuje Richardsu, Ascoliju i Winstonu.

Oko 1970. godine proizvodi koje su predstavili Paillard / Hermes Precisa iz Švicarske, Teletype Corporation iz SAD-a i Casio iz Japana povučeni su s tržišta. Od početka do sredine 1970-ih Toshiba je plasirala na tržište elektrostatički pisač za faksimiliranje koji je, čini se, povučen 1978. godine nakon prodaje samo oko 3000 jedinica.

Paralelno s tim, izum i razvoj kontinuiranog *inkjeta* binarnog i rasterskog skeniranja, za što su zaslužni Sweet i Cummins sa Sveučilišta Stanford, doveli su do uvođenja računalnog pisača A. B. Dick *Videojeta*, i to njegova modela 9600, 1969. godine. Ovaj izvanredan proizvod ispisivao je 250 matričnih znakova u sekundi. Upotrebljavajući istu tehnologiju, tvrtka Recognition Equipment Incorporated predstavila je prvi industrijski crtični kod i *inkjet*-pisače s jednim znakom za poštanske i kreditne kartice te bankovne aplikacije. Brzina ispisa, tihi rad, beskontaktna slika i sve točke adresiranosti bile su neke od uočenih prednosti ovih ranih *inkjet*-pisača. Međutim, većinu tih pisača mučili su problemi s pouzdanošću i održavanjem.

Ti su problemi prvenstveno rezultat bivanja na početnom dijelu krivulje učenja o *inkjet*-komponenti i proizvodnji tinte. Osim toga, sazrijevanje razvoja udarnih matričnih i trakastih pisača otežalo je uspješnost marketinga *inkjet*-proizvoda. Kao rezultat toga samo je segment industrijskog označavanja i obrade dokumenata na tržištu pisača, koji je visoko cijenio sposobnost ispisa bez utjecaja i koji je bio naviknut na preventivno održavanje, brzo prihvatio ovu novu tehnologiju. Druga generacija *inkjet*-proizvoda za ispis znakova i slika počela se pojavljivati sredinom 1970-ih godina.

U ovom su razdoblju uvedeni industrijski i uredski kontinuirani *inkjet*-pisači tvrtki A. B. Dick, American Can, Applicon, Bell & Howell, Burroughs, Dennison, Domino, Hitachi, IBM, Mead Digital, Neco, REI, Sharp i Siemens. U ovoj su se skupini posebno istaknula prva tri proizvoda. *Applicon Colour Plotting System*, koji je upotrebljavao *Hertz*-tehnologiju, bio je prvi u boji i prvi *inkjet*-pisač velikog formata papira. *IBM 6640*, koji je upotrebljavao *Sweet*-tehnologiju rasterskog skeniranja, bio je prvi *inkjet*-pisač „kvalitetnih slova“ (Faulkner i Shu 2012: 38).

Konačno, sustav za obradu slika *Mead Dijit™ (Direct Imaging by Jet Ink Transfer)*, koji se koristio binarnom tehnologijom *Sweet*, bio je prvi koji je upotrebljavao najprije više od 500, a zatim i više od 1200 mlaznica u jednoj ispisnoj glavi za dodatni ispis na web-preši do 800 stopa u minuti. Tijekom uvođenja druge generacije kontinuiranih *inkjet*-proizvoda na tržištu se pojavila prva generacija impulsnih ili *drop-on-demand* piezoelektričnih *inkjet*-proizvoda. Prvi je stigao 1978. godine kada je predstavljen *Silonics Quietype*, koji se temeljio na planarnom dizajnu membrane *Kyser* i *Sears* (1970.) sa sedam kanala. Iste je godine (1970.) Siemens najavio PT-80, 9-kanalni *inkjet*-pisač. PT-80 upotrebljavao je cilindričnu staklenu kapilarnu tehnologiju *Zoltan* (<https://www.computerhope.com/history/printer.htm>, 20. 5. 2022.).

## 4. Vrste pisača

U nastavku se nalazi popis pisača prema tehnologiji ispisa. Danas su najčešći tintni i laserski pisači.

1. 3D pisač – izumio ga je Chuck Hull 1984. godine. 3D pisač je uređaj koji stvara fizički objekt iz digitalnog modela slojevanjem materijala (npr. filament). 3D pisači upotrebljavaju materijale kao što su metalne legure, polimeri, plastika ili čak sastojci hrane.

3D pisači upotrebljavaju se u mnogim industrijama, kao što su zrakoplovno inženjerstvo, stomatologija, arheologija, biotehnologija i informacijski sustavi. Na primjer, u području arheologije 3D pisač mogao bi se upotrebljavati za fizičku rekonstrukciju drevnih artefakata koji su oštećeni tijekom vremena (<https://www.computerhope.com/jargon/num/3d-printer.htm>, 1. 5. 2022.).

2. Matrični pisač – matrični pisači bili su prvi uređaji za kućni i mali uredski ispis. Matrični pisači bili su prvi pisači s kompletnim znakom, pri čemu je nosač znakova (žigova) imao lepezu ili kuglicu, odnosno bili su tzv. serijski pisači. Vrhunac njihove popularnosti bio je prije više od 10 godina. Danas su njihovo mjesto zauzeli moderni pisači pa je proizvodnja ove vrste pisača gotovo stala. Rad matričnog pisača vrlo je sličan radu pisaćeg stroja. „Osnova rada uređaja je matrica koja se sastoji od igala, obično 9, 18 ili 24 debljine od 0,2 do 0,4 mm smještene u tijelu ispisne glave. Ispisna glava je pokretna i pomiče se vodoravno na svaki kraj papira. Svaka igla je spojena na jedan elektromagnet koji može pomicati iglu pod djelovanjem električnog impulsa. Svaka igla je neovisna jedna o drugoj i može se kretati samostalno. Između papira i ispisne glave nalazi se vrpca natopljena tintom. Iglice koje prelaze preko vrpce udaraju u papir ostavljajući trag u obliku točkica u boji. Nakon utiskivanja svih ili pojedinačnih točkica, glava se pomiče za širinu igala i zatim ostavlja sljedeći otisak, pomičući obojenu vrpcu tako da iglice uvijek udaraju o svježe natopljenu vrpcu. Što je veći broj igala, to je otisak bolji jer se utisnuti znak može sastojati od većeg broja točkica. Vrhovi igala se troše i oštećuju tijekom rada, pa je kvaliteta ispisa loša te je potrebno staru ispisnu glavu zamijeniti novom. Brzina ispisa je negdje oko 5 redaka teksta u sekundi.“

(<https://webeduclick.com/different-types-of-printers-and-their-functions/>, 10. 5. 2022.).

3. Tintni pisač – najpopularniji pisač među korisnicima kućnih računala koji ispisuje prskanjem mlazova brzосуšeće tinte na papir. Tinta se pohranjuje u spremnike s tintom za jednokratnu upotrebu, a često se za svaku od glavnih boja upotrebljava poseban uložak. Te se boje obično označavaju kao *CMYK* (cijan, magenta, žuta i crna).
4. Laserski pisač – laserski pisač prvi je razvio Gary Starkweather u Xerox PARC-u. U prodaju je pušten 1971. godine, a upotrebljava lasersku tehnologiju za ispis slika na papir. Laserski pisači često se rabe u korporativnim, školskim i drugim okruženjima koja zahtijevaju da se poslovi ispisa dovrše brzo i u velikim količinama. Pisač *HP LaserJet* dobar je primjer laserskog pisača. On je prikazan i na slici na kojoj se vidi da je laserski pisač obično veći od tintnih pisača koji se nalaze u većini domova.
5. LED pisač – slično laserskom pisaču, LED pisači su bez utjecaja, ali upotrebljavaju diodu koja emitira svjetlost umjesto lasera u glavi pisača. LED pisače u početku je razvio Casio i funkcioniraju tako da fokusiraju svjetlost po cijeloj dužini bubnja, stvarajući tako područja koja su manje napunjena, što privlači toner. Pisač zatim prenosi toner s bubnja na papir i primjenjuje intenzivnu toplinu da bi stopio toner s papirom (<https://www.computerhope.com/jargon/l/ledprint.htm>, 10. 5. 2022.).
6. Termalni pisač – termalni udarni pisač ili elektrotermalni pisač je pisač koji upotrebljava zagrijane igle za „spaljivanje“ slika na papir osjetljiv na toplinu. Ovi se pisači obično upotrebljavaju u kalkulatorima i faks-uređajima. Iako su jeftini i relativno brzo ispisuju, stvaraju ispisne proizvode niske razlučivosti.

## 5. Karakteristike pisača

Tri su vrste karakteristika pisača:

1. Tehnologija ispisa – vrsta pisača definira metodu koja se upotrebljava za izradu zapisa ispisa i definira kako se različiti fontovi kombiniraju na istoj liniji ispisa. Podržani pisači upotrebljavaju različite tehnike za prepoznavanje fontova i ispisnih stavki unutar zapisa ispisa. Pisači koji podržavaju samo jedan font po zapisu ispisa upotrebljavaju kodove za pretisak, stoga za kombiniranje više od jednog fonta na ispisnoj liniji *Easytrieve* mora izgraditi više zapisa ispisa. Međutim, stavka ispisa izlazi samo na zapis ispisa čiji kod pretiska odgovara kodu pretiska tog fonta stavke ispisa. Razmak između redaka javlja se prije prvog zapisa ispisa. Svaki dodatni zapis ispisa pretiska prvi zapis. Pisač zatim spaja sve zapise ispisa u jedan redak ispisa. *Easytrieve* upotrebljava dvije metode spajanja zapisa ispisa, ovisno o karakteristikama pisača s proširenim izvješćima. Dvije metode su pretisak spajanja i pretisak ispisa. Značajka pretiska funkcija je hardvera pisača. Za obje tehnike pretiska *Easytrieve* generira više zapisa ispisa koji sadrže potrebne podatke i kontrolne kodove pisača. Međutim, raspored podataka u zapisima ispisa koje *Easytrieve* proizvodi za svaku tehniku pretiska mora biti drugačiji da bi se stavke ispisa u izvješću ispravno poredale. To postaje očito proučavanjem različitih tehnika.
2. Kontrolni kodovi papira (kontrola prijenosa) – kontrolni kod papira identificira metodu koja se upotrebljava za kontrolu okomitog pozicioniranja na stranici. Podržani pisači upotrebljavaju različite tehnike za kontrolu okomitog položaja na stranici. Većina pisača podržava *ANSI* kontrolu nosača i blok kontrole obrasca da bi se omogućila definicija razmaka između redaka. Uz sustav *ANSI, Extended Reporting Facility* podržava i četiri druge tehnike.
3. Vrsta datoteke – vrsta datoteke definira attribute skupa podataka za ispis koji *Easytrieve* stvara dok ispisni zapisi izlaze. Izvješća izlaze u skupove podataka. Proizvod se ne bavi time mogu li skupovi podataka biti pod kontrolom sustava za *spooliranje*, kao što su *JES* i *POWER*, ili jesu li skupovi podataka normalne datoteke na disku i/ili vrpici koje ne kontrolira sustav *spooliranja*. Skup podataka koji *Easytrieve* gradi kao rezultat operacija ispisa upotrebom opcije *Extended Reporting Facility* mora sadržavati zapise u formatu koji podržava

pisač s proširenim izvješćima. Format ovog skupa podataka razlikuje se ovisno o pisaču koji upotrebljavate ([https://techdocs.broadcom.com/us/en/ca-mainframe-software/devops/ca-easytrieve-report-generator/11-6/using/extended-reporting/printercharacteristics.html#concept.dita\\_f6922de5ff03d0780668418f5eefd63fe9af5234\\_PaperControlCodesCarriageControl](https://techdocs.broadcom.com/us/en/ca-mainframe-software/devops/ca-easytrieve-report-generator/11-6/using/extended-reporting/printercharacteristics.html#concept.dita_f6922de5ff03d0780668418f5eefd63fe9af5234_PaperControlCodesCarriageControl), 20. 5. 2022.).

## 6. Povijesni razvoj tinte

Tinta je gel, sol ili otopina koja sadrži barem jednu boju, kao što je boja ili pigment, a upotrebljava se za bojenje površine za stvaranje slike, teksta ili dizajna. Tinta se upotrebljava za crtanje ili pisanje olovkom, četkom, ili perom. Gušće tinte, u obliku paste, intenzivno se upotrebljavaju u visokom i litografskom tisku.

Tinta može biti složeni medij, sastavljen od otapala, pigmenata, boja, smola, maziva, solubilizatora, površinski aktivnih tvari, čestica, fluorescentnih tvari i drugih materijala. Komponente tinte imaju brojne svrhe; primjera radi, nosač tinte, bojila i drugi aditivi utječu na protok i debljinu tinte i njezin suhi izgled.

U 2011. godini svjetska potrošnja tiskarskih boja ostvarila je prihod veći od 20 milijardi američkih dolara. Potražnja tradicionalnih tiskanih medija se smanjuje; s druge strane, sve se više tiskarskih boja troši za pakiranje.



*Slika 1. Prikaz tinte i pera, izvor:*

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:A79C%A3,\\_A0%D7%95%A6%D7%94\\_%D7%95%D7%93%D7%99%D7%95.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:A79C%A3,_A0%D7%95%A6%D7%94_%D7%95%D7%93%D7%99%D7%95.jpg) (20.05.2022.)

Mnoge drevne kulture diljem svijeta samostalno su otkrile i formulirale tinte za potrebe pisanja i crtanja. Poznavanje boja, njihovih receptura i tehnika njihove proizvodnje dolazi iz arheološke analize ili iz samog pisanog teksta. Vjeruje se da su najranije tinte iz svih civilizacija bile izrađene od čađe, jer bi se ona lako skupila kao nusproizvod vatre.



Tinta se za pisanje i crtanje na papirusu u starom Egiptu upotrebljavala najranije u 26. stoljeću prije Krista. Egipatske crvene i crne tinte uključivale su željezo i oker kao pigment, uz fosfatne, sulfatne, kloridne i karboksilatne ione; u međuvremenu se olovo upotrebljavalo kao sušilo.

Kineske tinte sežu do tri ili možda četiri tisućljeća prije Krista, u razdoblje kineskog neolitika. Ljudi su upotrebljavali biljne, životinjske i mineralne tinte na bazi materijala poput grafita koji su mljeveni vodom i nanošeni kistovima. Izravni dokazi za najranije kineske tinte, slične modernim tintama, datiraju oko 256. godine prije Krista, s kraja Razdoblja zaraćenih država, i proizvedene su od čađe i životinjskog ljepila. Najbolje tinte za crtanje ili slikanje na papiru ili svili proizvode se od smole bora, pri čemu borovi moraju biti stari između 50 i 100 godina. Kineski tintni štapić proizvodi se od ribljeg ljepila, dok je japansko ljepilo (膠 – „nikawa“) od krave ili jelena.

Indijska je tinta izumljena u Kini, a naziv joj dolazi otuda što se materijalima često trgovalo u Indiji. Tradicionalna kineska metoda izrade tinte podrazumijevala je mljevenje mješavine ljepila za kožu, čađe i crnog pigmenta od kosti pomoću tučka i žbuke, nakon čega bi se dobivena smjesa izlivala u keramičku posudu da se osuši. Pri upotrebi suhe smjese nanosio se mokri kist dok nije došlo do relikvifikacije. Proizvodnju indijske tinte dobro je uspostavila dinastija Cao Wei (220. – 265.). Dokumenti napisani tintom u indijskom pismu *kharosthi* otkriveni su u kineskom Turkestanu. Praksa pisanja tintom i oštrom iglom bila je uobičajena u ranoj južnoj Indiji. Nekoliko budističkih i džainističkih sutri u Indiji sastavljeno je tintom (Derby 2012: 921).

U starom Rimu upotrebljavao se atramentum. U članku za Christian Science Monitor Sharon J. Huntington opisuje druge povijesne tinte:

*Prije otprilike 1600 godina stvoren je popularni recept za tintu. Recept se koristio stoljećima. Željezove soli, poput željeznog sulfata (napravljenog obradom željeza sumpornom kiselinom), pomiješane su s taninom iz žučnih oraha (rastu na drveću) i zgušnjivačem. Kada se prvi put stavi na papir, ova tinta je plavkasto-crna. S vremenom izbljedi do zagasito smeđe boje. Pisci u srednjovjekovnoj Europi (oko 800. do 1500. godine) pisali su uglavnom na pergamentu. Jedan recept za tintu iz 12. stoljeća zahtijevao je da se grane gloga režu u proljeće i ostavljaju da se osuše. Zatim se kora tukla s grana i namakala u vodi osam dana. Voda se kuhala dok se nije zgusnula i pocrnila. Tijekom vrenja dodavalo se vino. Tinta je izlivena u posebne*

vrećice i obješena na sunce. Nakon što se osušila, smjesa je pomiješana s vinom i željeznom soli na vatri kako bi se dobila konačna tinta (Derby 2012: 922).

Spremno pero, koje je možda bilo prvo nalivpero, datira iz 953. godine, kada je Ma'ād al-Mu'izz, egipatski kalif, zahtijevao olovku koja mu ne bi umrljala ruke ili odjeću, te je dobio olovku koja je držala tintu u spremniku.



Slika 2. Hrastove žuči i željezov(II) sulfat, izvor: Oak\_galls\_and\_iron%28II%29\_sulfate\_-\_California\_State\_Archives.jpg (20.5.2022.)

U 15. stoljeću u Europi se morala razviti nova vrsta tinte za tiskarski stroj Johanna Gutenberga. Martyn Lyons u svojoj knjizi *Books: A Living History* ističe da je Gutenbergova boja na bazi ulja, napravljena od čađe svjetiljki (crne od svjetiljke) pomiješana s lakom i bjelanjkom, bila neizbrisiva. U to su vrijeme prevladavale dvije vrste tinte: grčka i rimska (čađa, ljepilo i voda) te varijanta iz 12. stoljeća sastavljena od željeznog sulfata, žuči, gume i vode. Nijedna od ovih tinti za pisanje rukom nije se mogla zalijepiti na površine za ispis bez stvaranja zamućenja. Naposljetku je posebno za tiskarski stroj stvorena uljna tinta nalik na lak od čađe, terpentina i ulja oraha (Derby 2012: 925).

## 7. Glavne karakteristike tintnih pisača

Tintni tisak vrsta je računalnog ispisa kojim se rekreira digitalna slika izbacivanjem kapljica tinte na papir i plastične podloge. Tintni su pisači bili najčešće upotrebljavani tip pisača u 2008. godini i dolaze u rasponu od malih, jeftinih potrošačkih modela do skupih profesionalnih strojeva. Do 2019. godine laserski su pisači nadmašili tintne pisače u omjeru gotovo 2 : 1 – 9,6 % prema 5,1 %.

Koncept tintnog tiska nastao je u 20. stoljeću, a tehnologija je opsežno razvijena početkom 1950-ih godina. Dok je radio u Canonu u Japanu, Ichiro Endo predložio je ideju pisača *Bubble Jet*, a otprilike u isto vrijeme Jon Vaught iz HP-a razvijao je sličnu ideju. Krajem 1970-ih razvili su se tintni pisači koji su mogli reproducirati digitalne slike generirane pomoću računala, uglavnom Epson, Hewlett-Packard (HP) i Canon. Na svjetskom potrošačkom tržištu četiri proizvođača čine većinu prodaje tintnih pisača: Canon, HP, Epson i Brother.

Godine 1982. Robert Howard došao je na ideju da proizvede mali sustav za ispis u boji koji upotrebljava piezoelektričnu tehnologiju za ispuštanje kapljica tinte. Osnovao je tvrtku R. H. (Robert Howard) Research (nazvanu Howtek Inc. u veljači 1984.) i razvio revolucionarnu tehnologiju koja je dovela do izuma pisača *Pixelmaster*. Radilo se o pisaču u boji s čvrstom tintom koji je upotrebljavao tehnologiju *Thermojet*. Ova je tehnologija sadržana u cjevastom generatoru akustičnog vala s jednom, staklenom mlaznicom koji je originalno izumio Steven Zoltan 1972. godine, a koji su 1984. godine Howtekovi tintni inženjeri poboljšali oblikovanom mlaznicom *Tefzel* za uklanjanje neželjenih frekvencija tekućine.

Tržište taloženja materijala za *inkjet* također upotrebljava tintnu ili *inkjet*-tehnologiju, obično ispisne glave koje upotrebljavaju piezoelektrične kristale za taloženje materijala izravno na podloge.

Tehnologija je proširena i „tinta“ sada također može sadržavati pastu za lemljenje u sklopu PCB-a ili žive stanice za stvaranje biosenzora i tkivno inženjerstvo.

Slike proizvedene na *inkjet*-pisačima ponekad se prodaju pod trgovačkim nazivima kao što su Digigraph, Iris Print, Giclée i Cromalin. Tintne tiskane likovne reprodukcije obično se prodaju pod takvim trgovačkim nazivima da bi implicirale višu kvalitetu proizvoda i izbjegle povezanost sa svakodnevnim tiskom.

U ovom dijelu rada obradit će se poseban dio koji se odnosi na tintne pisače, gdje će se navesti osnovne karakteristike tintnih pisača.

Tintni pisači najpoznatiji su po svojoj sposobnosti da ispise u boji i crno-bijele dokumente proizvode po nižoj početnoj cijeni od laserskih pisača. Relativno jeftin hardver čini ih privlačnim za upotrebu u procesima ispisa male količine i za poslovne i za kućne korisnike. Nekoliko karakteristika *inkjet*-pisača djeluje zajedno da bi utjecalo na kvalitetu slike iako čimbenici izvan pisača, kao što je supstrat koji se upotrebljava u ispisu, mogu značajno utjecati na kvalitetu slike. Trajnost, kvaliteta rubova, artefakti, razlučivost/adresabilnost, linearna skala tonova / reprodukcija boja i kvaliteta pune površine glavne su karakteristike *inkjet*-pisača koje zajedno utječu na percipiranu kvalitetu slike.

Tintni pisači proizvode slike prskanjem mlaza tinte na podlogu u matrici. Kvaliteta dobivene slike ovisi o mnogim čimbenicima, uključujući tehnologiju koja se koristi u *inkjet*-pisaču, sastav tinte, podlogu, ali i percepciju gledatelja s obzirom na to da je kvaliteta subjektivna. Kvaliteta tintne slike ocjenjuje se na temelju šest glavnih kriterija koji su određeni prema načinu na koji se *inkjet*-tehnologijom tinta nanosi na podlogu. To su sljedeći kriteriji: trajnost, kvaliteta rubova, artefakti, razlučivost/adresabilnost, linearna tonska skala / reprodukcija boja i kvaliteta čvrstog područja. Ti su kriteriji poznati i pod zajedničkim nazivom „P.E.A.R.L.S.”.

Trajnost je stabilnost tinte na ispisanoj slici tijekom vremena i pri izlaganju različitim uvjetima okoline. To uglavnom ovisi o vrsti tinte koja se upotrebljava u pisaču i interakciji tinte s podlogom. Kvaliteta rubova bavi se oštrinom rubova slike i glatkoćom prijelaza između rubova, uključujući prijelaze između različitih boja. Brzina kojom *inkjet*-pisač ispušta tintu i njegova točnost postavljanja utječu na kvalitetu rubova, a neravni rubovi uzrokuju mutne slike. Artefakti su anomalije u ispisanoj slici koje mogu proizići iz oštećenja senzora ili strojnih nepravilnosti u pisaču. Rezolucija i adresabilnost bave se položajem i veličinom kapljica tinte koje se raspršuju da bi se stvorila slika. Linearna skala tonova i reprodukcija boja upravljaju bojama na slici. Kvaliteta čvrstog područja odnosi se na sposobnost pisača da proizvodi čvrste blokove crnih i obojenih slika na ujednačen način s dovoljnom pokrivenošću podloge. Sve ove karakteristike moraju biti pravilno izbalansirane da bi *inkjet*-pisač proizveo sliku dobre kvalitete (Ando 1997: 655).

Nadalje, kvaliteta slike dobivene *inkjet*-ispisom ovisi o brzini kojom se tinta suši kada se izbacila na podlogu. Da bi se prevladali problemi s raspršivanjem tinte i

vremenom sušenja, većina *inkjet*-pisača sada upotrebljava proces *drop-on-demand*, koristeći se termalnim ili piezoelektričnim metodama kojima se tinta zagrijava sve dok se ne stvori mjehur vodene pare koji puca i izbacuje tintu na podlogu. To utječe na volumen, brzinu i frekvenciju mlaza tinte, što zauzvrat utječe na kvalitetu slike.

Također, podloga ili medij koji se upotrebljava u tintnom pisaču imaće velik utjecaj na kvalitetu slike. Papir koji se upotrebljava može apsorbirati tintu na neujednačen način, onemogućiti brže sušenje kapljica ili uzrokovati krvarenje i mrlje, stoga je potrebno kupiti premazani papir koji je dizajniran za upotrebu s tintnim pisačem da bi se dobila najbolja kvaliteta slike, bez obzira na pisač koji se odabere (Ando 1997: 658).

## 8. Vrste tintnih pisača

U nastavku rada objašnjava se podjela tintnih pisača s obzirom na tehnologiju glave za ispis tintnih pisača.

S obzirom na tehnologiju ispisa, tintni se pisači mogu podijeliti na:

1. PIEZOELEKTRIČNI TINTNI ISPIS – u piezoelektričnom tintnom ispisu oblik piezoelektričnog pretvarača mijenja se pod primijenjenim naponom. Ovo stvara puls pritiska u komori za tintu, što rezultira izbacivanjem kapljice tinte iz mlaznice povezane s komorom. Piezoelektrični tintni ispis može biti u načinu stiskanja, guranja, smicanja ili savijanja. Pogonski uređaj mora biti poliran da bi materijal bio piezoelektričan. Poliranje se vrši primjenom istosmjernog napona preko materijala. PIP se može aktivirati upotrebom načina rada *push-pull* ili *pull-push*. Općenito se u ovim načinima rada upotrebljava jedan trapezoidni impuls koji se zove standardni valni oblik napona, a koji se sastoji od vremena porasta, zadržavanja i pada. Na uzlaznom rubu načina povlačenja-guranja piezoelektrična se membrana savija prema gore (z-os), uzrokujući širenje komore za tintu i stvaranje negativnog tlaka. U međuvremenu se tinta usisava iz mlaznice i ograničavača prema središtu komore za tintu. Membrana je još uvijek savijena prema gore duž z-osi tijekom vremena zadržavanja. Na rubu koji pada membrana se savija prema komori za tintu, uzrokujući skupljanje komore i stvaranje pozitivnog tlaka. Tako se kapljica izbacuje iz izlaza mlaznice. Način rada *push-pull* funkcionira suprotno od načina rada *pull-push*, tj. membrana je gurnuta prema komori s tintom na uzlaznom rubu i savijena prema gore u z-smjeru na silaznom rubu valnog oblika napona. Iako su piezoelektrične tintne ispisne glave komercijalne, kvaliteta ispisa i stabilnost mlaza mogu se poboljšati rješavanjem začepjenja mlaznice, neosnosimetričnog učinka i uvlačenja mjehurića zraka u kanal za tintu (Schofield 1997: 634).
2. TERMALNI TINTNI ISPIS – termalni tintni ispis može biti u obliku krovnog, bočnog ili visećeg grijača. U prvoj konfiguraciji grijač je postavljen iza mlaznice. U drugoj je konfiguraciji postavljen uz mlaznicu. U trećoj konfiguraciji grijač je obješen unutar komore za tintu. Većina industrija proizvodi i upotrebljava krovni pucač termalnog tintnog ispisa. Glavni je problem s

termalnim tintnim ispisom kratki životni vijek ispisne glave zbog elektromigracije grijača, oštećenja kavitacijom mjehurića i pukotina izazvanih toplinskim naprezanjem. Vijek trajanja može se produljiti povećanjem debljine i oblika grijača. Drugi je problem kadicija – fenomen taloženja čestica tinte na površini grijača tijekom rada termalnog tintnog ispisa, čime se utječe na stvaranje mjehurića i izbacivanje kapljica. Dodavanje aniona tinte može spriječiti ovaj fenomen (Schofield 1997: 635).

3. ELEKTROHIDRODINAMIČKI MLAZNI ISPIS – u elektrohidrodinamičkom mlaznom ispisu tinta se izbacuje iz izlaza mlaznice pomoću jakog primijenjenog električnog polja između mlaznice i podloge. Ovisno o električnom polju, EHD-ispis može se izvesti u načinu rada CIJ ili načinu rada DOD. Način rada CIJ zahtijeva stalnu istosmjernu struju između mlaznice i podloge, dok način rada DOD zahtijeva pulsirajući istosmjerni napon. Način rada DOD bio je područje fokusa jer se njegove emisije mogu kontrolirati. Tri različite metodologije – izmjenična struja, pulsirajuća istosmjerna struja i jednosmjerna izmjenična struja s jednim potencijalom – pokazane su studijama koje se odnose na način rada DOD pod primijenjenim električnim poljem. U slučaju izmjenične struje ili impulsne istosmjerne struje električni se potencijal primjenjuje na mlaznicu, a podloga se uzemljuje, dok se izmjenični napon primjenjuje na podlogu, a mlaznica ostaje električno nabijena u slučaju izmjenične struje s jednim potencijalom. Razni materijali uspješno su tiskani na različite podloge pomoću EHD-a. Međutim, i dalje postoje problemi kao što su vlaženje tekućine, interakcija čestica i supstrata te niska propusnost. Ovi se izazovi mogu riješiti promjenom oblika elektrode, hidrofobnim premazom mlaznice te podešavanjem primijenjenog napona i protoka tekućine. Wu i suradnici demonstrirali su ispisni sustav EHD koji pokreće triboelektrični nanogenerator (TENG). Tvrdili su da TENG može zaštititi podlogu od konvencionalnog visokonaponskog sustava napajanja. Niz mlaznica može se upotrijebiti za rješavanje problema niske propusnosti; međutim, elektrostatsko preslušavanje između susjednih mlaznica pogoršava rad ispisne glave. Provedeno je nekoliko studija o suzbijanju preslušavanja. Na primjer, istraživači su pokušali povećati razmak između mlaznica. Međutim, to može uzrokovati pomak mlaza, osobito kod elektropredenja. Zhang i suradnici

potvrdili su da je linearni raspored mlaznica proizveo bolju ujednačenost u mlaznim materijalima nego nazubljeni raspored mlaznica (Zeleny 1917: 2).

4. IGLIČNI ISPIS – ključne komponente sustava za ispis s iglom su igla, sjedište i mlaznica. Za pomicanje igle može se upotrijebiti zračni tlak ili piezoelektrični pokretač. Pokretač pokazuje brzi odziv i visoku učinkovitost. Međutim, *piezo-stack*-aktuator ne proizvodi odgovarajući izlazni pomak za mlaz tekućine, stoga je za iglu i pokretač usvojen mehanizam za pojačavanje pomaka, tj. mehaničko pojačalo (npr. poluga). Dva tipa aktuatora su jednostruki i dvostruki *piezo-stack*-aktuatori. Dvostruki *piezo-stack*-aktuator upotrebljava se za mlaz visoke viskoznosti i visoke frekvencije. Brza reakcija aktuatora ubrzava pomicanje igle. Kapljice se izbacuju iz izlaza mlaznice kretanjem igle prema unutrašnjosti sjedišta. Izlazni parametri povezani s kretanjem igle mogu se predvidjeti pomoću simulacija protoka tekućine.
5. ULTRAZVUČNI ISPIS – ultrazvučni ispis tehnika je visoke razlučivosti izravnog pisanja koja se temelji na kapljicama i kojom se mogu ispisivati različiti materijali s viskoznošću u okvirnom rasponu od 1 do 2500 cP. Ova je metoda uspješno primijenjena u proizvodnji interkonekcija, senzora, organskih svjetlosnih dioda, superkondenzatora, tranzistora i medicinskih uređaja za snimanje. AJP radi na principu atomizacije tinte ultrazvukom ili pneumatskim mehanizmom, što rezultira stvaranjem aerosola (suspencija tekućih čestica u nosaču plina). Aerosol se zatim strujom inertnog plina (npr. N<sub>2</sub>) prenosi do glave za taloženje, nakon čega se izbacuje iz izlaza mlaznice. Zaštitni plin dodaje se u glavu za taloženje da bi se dodatno poboljšala izvedba. U ultrazvučnom raspršivaču raspršivanje tinte nastaje stvaranjem visokofrekventnih tlačnih valova pomoću piezoelektričnog ultrazvučnog pretvornika (Zeleny 1917: 5).
6. ISPIS POMOĆU LASERA – sustav ispisa potpomognut laserom sastoji se od laserske zrake i posebne vrste supstrata koji se naziva donorski supstrat, čiji je vrh obložen upijajućim slojem, a donja strana ljepljivim slojem tinte. Energija laserske zrake kavitira sloj tinte, tjerajući kapljicu na supstrat za prikupljanje. Laserski potpomognuti ispis tehnika je bez mlaznica i stoga ne pati od začepljenja. Ova se tehnologija upotrebljava za izravno pisanje i DOD-ispis. Razni materijali, npr. vodljive tinte, ljepila i biomaterijali, tiskani su ovom tehnologijom.



Uz naširoko upotrebljavane male tintne pisače za dom i ured postoje i profesionalni tintni pisači – neki su namijenjeni za ispis formata „širine stranice“, a mnogi za ispis širokog formata. Format širine stranice znači da se širina ispisa kreće u rasponu od 8,5 do 37 inča (22 – 94 cm). „Široki format“ znači širinu ispisa u rasponu od 24" do 15' (od 60 cm do 5 m).

Najčešća je primjena pisača širine stranice u ispisu velikih poslovnih komunikacija koje ne zahtijevaju kvalitetan izgled i boju. Uz dodatak tehnologije varijabilnih podataka, pisači širine stranice osobito su važni u naplati, označavanju te individualiziranim katalogima i novinama. Većina pisača širokog formata primjenjuje se i u ispisu reklamne grafike; aplikacija manjeg obima je ispis projektiranih dokumenata arhitekata ili inženjera. Međutim, danas postoje tintni pisači za digitalni tisak na tekstil širine do 64", s dobrom slikom visoke razlučivosti od 1440×720 dpi (Đurđek 2002: 81).

Još jedna specijalna aplikacija tintnih pisača izrada je probnih boja za pripremu za tisak za poslove ispisa koji su kreirani digitalno. Takvi su pisači dizajnirani da točno prikažu kako će boje izgledati na konačnoj slici („dokaz“) kada se posao konačno napravi na preši velikog volumena kao što je četverbojna litografska *offset*-preša. Primjer je pisač *Iris*, čiji je izlaz ono zbog čega je osmišljen francuski izraz *giclée*.

Najveći je dobavljač Hewlett-Packard, koji opskrbljuje više od 90 posto tržišta pisača za ispis tehničkih crteža. Glavni proizvodi u njihovoj seriji *DesignJet* su *DesignJet 500/800*, T-serija pisača *DesignJet* (uključujući T1100 i T610), *DesignJet 1050* i *DesignJet 4000/4500*. Također imaju *HP DesignJet 5500*, pisač sa šest boja koji se posebno upotrebljava za ispis grafike, kao i novi *DesignJet Z6100* koji se nalazi na vrhu HP-ova asortimana *DesignJet* i ima sustav pigmentne tinte u osam boja.

Epson, Kodak i Canon također proizvode pisače širokog formata, koji se prodaju u mnogo manjem broju od standardnih pisača. Epson oko sebe ima grupu od tri japanske tvrtke koje pretežno upotrebljavaju Epsonove piezoispisne glave i tinte: Mimaki, Roland i Mutoh (Vondram 2012: 1129).

Scitex Digital Printing razvio je tintne pisače velike brzine s promjenjivim podacima za produkcijski tisak, ali 2005. je godine svoju profitabilnu imovinu povezanu s tehnologijom prodao Kodaku, koji sada prodaje pisače kao sustave za

ispis Kodak Versamark VJ1000, VT3000 i VX5000. Ovi pisači s rolanjem mogu ispisivati brzinom do 305 metara u minuti.

Profesionalne tintne pisače u velikim količinama proizvodi niz tvrtki. Cijena ovih pisača može varirati od 35 000 do 2 milijuna dolara. Širina nosača na ovim jedinicama može se kretati od 54" do 192" (oko 1,4 – 5 m), a tehnologije tinte težile su prema otapalima, ekološkim otapalima i UV stvrdnjavanju s novijim fokusom na tintu na bazi vode. Ovi se pisači uglavnom upotrebljavaju za vanjske postavke za reklamne panoje, stranice i zavjese kamiona, građevinske grafike i *bannere*, dok unutarnji zaslone uključuju zaslone na prodajnim mjestima, zaslone s pozadinskim osvjetljenjem, izložbene grafike i muzejske grafike.

U glavne dobavljače profesionalnih pisača velikog volumena, širokog i velikog formata, ubrajaju se: EFI, LexJet, Grapo, Inca, Durst, Océ, NUR (sada dio Hewlett-Packarda), Lüscher, VUTEK, Scitex Vision (sada dio Hewlett-Packarda), Mutoh, Mimaki, Roland DG, Seiko I Infotech, IQDEMY, Leggett i Platt, Agfa, Raster Printers, DGI i MacDermid ColorSpan (sada dio Hewlett-Packarda), swissQprint, SPGPrints (prije Stork Prints), MS Printing Solutions i Digital Media Warehouse.

## 9. Prednosti i nedostaci tintnih pisača

U usporedbi s prijašnjim pisačima u boji orijentiranim na potrošače, tintni pisači imaju niz prednosti. Tiši su u radu od udarnih matričnih ili trakastih pisača. Mogu ispisivati finije, glađe detalje s većom razlučivosti. Potrošački *inkjet*-pisači s ispisom fotografske kvalitete široko su dostupni.

U odnosu na tehnologije kao što su termalni vosak, sublimacija boje i laserski tisak *inkjet*-pisači su u prednosti jer praktički nemaju vrijeme zagrijavanja, a često su i nižih cijena po stranici. Međutim, i jeftini laserski pisači mogu imati niže troškove po stranici, barem za crno-bijeli ispis, a možda i za ispis u boji.

Dostupnost jednobojnih setova tinte za neke tintne pisače osiguravaju ili proizvođači pisača ili dobavljači treće strane. Oni omogućuju *inkjet*-pisaču da se natječe s fotografskim papirima na bazi srebra koji se tradicionalno upotrebljavaju u crno-bijeloj fotografiji i pružaju isti raspon tonova: neutralni, „topli“ ili „hladni“. Prilikom prebacivanja između kompleta tinte u punoj boji i jednobojnih potrebno je uloškom za čišćenje isprati staru tintu iz ispisne glave. Za rad s različitim mapiranjem boja obično je potreban poseban softver ili barem modificirani upravljački program uređaja.

Neke vrste industrijskih tintnih pisača sada su sposobne ispisivati vrlo velikom brzinom, u širokim formatima ili za razne industrijske primjene – od natpisa, tekstila, optičkih medija, keramike i 3D ispisa do biomedicinskih primjena i provodljivih kola. Među vodećim tvrtkama i inovatorima u hardveru ističu se HP, Epson, Canon, Konica Minolta, Fujifilm, EFI, Durst, Brother, Roland, Mimaki, Mutoh i mnogi drugi širom svijeta.

S druge strane, što se tiče nedostataka, svi „inteligentni“ spremnici s tintom sadrže mikročip koji pisaču prenosi procijenjenu razinu tinte; to može dovesti do toga da pisač prikaže poruku o pogrešci ili pogrešno obavijesti korisnika da je spremnik s tintom prazan. U nekim se slučajevima te poruke mogu zanemariti, ali neki će *inkjet*-pisači odbiti ispis s uloškom koji se deklarira kao prazan da bi spriječili potrošače da ponovno napune spremnike. Na primjer, Epson ugrađuje čip koji sprječava ispis kada čip tvrdi da je uložak prazan iako je istraživač, koji je pretjerao sa sustavom, otkrio da bi u jednom slučaju mogao ispisati do 38 % više stranica dobre kvalitete unatoč tome što je čip naveo da je uložak bio prazan.

Dobavljači tinte trećih strana prodaju spremnike s tintom uz značajne popuste (najmanje 10 – 30 % popusta na cijene OEM-spremnika, ponekad i do 95 %, obično u prosjeku oko 50 %), kao i komplete za samodopunjavanje tinte i spremnika po još nižim cijenama. Sada je moguće kupiti jeftine uređaje za pouzdano resetiranje takvih patrona da bi se prijavile kao pune i onda mogle više puta puniti.

Vrlo uske tintne mlaznice sklone su začepljenju. Tinta utrošena na njihovo čišćenje – bilo tijekom čišćenja koje je pokrenuo korisnik ili koje, u mnogim slučajevima, pisač automatski izvodi po rutinskom rasporedu – može predstavljati značajan udio tinte koja se upotrebljava u stroju. Mlaznice glave za tintni ispis mogu se očistiti pomoću specijaliziranih otapala ili kratkotrajnim namakanjem u toploj destiliranoj vodi, što vrijedi za tinte topive u vodi.

Visoka cijena OEM-spremnika s tintom i namjerne prepreke za njihovo ponovno punjenje riješene su rastom dobavljača tinte trećih strana. Mnogi proizvođači pisača odgovaraju kupce od upotrebe tinte trećih strana, navodeći da mogu oštetiti ispisne glave jer nisu iste formulacije kao OEM-tinte, uzrokovati curenje i proizvesti lošiju kvalitetu ispisa (npr. neispravan raspon boja).

Consumer Reports primijetio je da neki spremnici trećih strana mogu sadržavati manje tinte od OEM-patrona te stoga ne donose uštede, dok Wilhelm Imaging Research tvrdi da se s tintama trećih strana životni vijek ispisa može znatno smanjiti. Međutim, pregled u travnju 2007. godine pokazao je da su, u dvostruko slijepom testu, recenzenti općenito preferirali izlaz proizveden upotrebom tinte treće strane u odnosu na OEM-tintu materijala za ispisne glave, dok će naponi u istraživanju i razvoju kompatibilnosti materijala s tintom trećih strana vjerojatno biti znatno manji. Neki proizvođači tintnih uređaja pokušali su spriječiti ponovno punjenje spremnika pomoću različitih shema, uključujući postavljanje čipova na uloške koji bilježe koliko je uložak ispisao i sprječavaju rad ponovno napunjenog uloška (<https://web.archive.org/web/20160304041838/http://www.mysimon.com/Consumer-Reports-Printers/4002-9375-6311140.html>, 20 .5. 2022.).

Jamstvo za pisač možda neće vrijediti ako je pisač oštećen upotrebom neodobrenih potrošnih materijala. Magnuson-Mossov zakon o jamstvu u SAD-u je savezni zakon koji kaže da jamci ne mogu zahtijevati da se uz njihove proizvode upotrebljavaju samo dijelovi i potrošni materijal robne marke, kao što neki proizvođači pisača impliciraju. Međutim, to se ne primjenjuje ako neodobreni artikli uzrokuju štetu.

U Ujedinjenom Kraljevstvu proizvođač pisača ne može zakonito nametnuti takve uvjete kao dio svog jamstva (Regina vs. Ford Motor Company, primjera radi) iako mnogi to pokušavaju učiniti nezakonito. Sve dok je rabljeni proizvod prodan kao da je namijenjen za pisač u kojem je upotrijebljen, primjenjuje se Zakon o prodaji robe, a sve što se tako prodaje mora biti „prodajne kvalitete i prikladno za svrhu“. Štoviše, prema zakonu Ujedinjenog Kraljevstva trgovac je (ne proizvođač) taj koji je zakonski odgovoran u trajanju od 2 godine, posebno za električne artikle, i kao takav trgovac je mjesto gdje se traži odšteta (<https://web.archive.org/web/20160304041838/http://www.mysimon.com/Consumer-Reports-Printers/4002-9375-6311140.html>, 20. 5. 2022.).

## 10. Trendovi razvoja tintnih pisača

Kako se svijet nakon globalne pandemije polako oporavlja, industrija tintnih pisača također brzo usvaja nove načine za snalaženje u „novom normalnom“.

U nastavku se navode ključne tehnologije i trendovi tintnih pisača koji su obilježili 2021. godinu (<https://www.kaocollins.com/inktank/6-trends-in-industrial-inkjet-printing-in-2021/>, 20. 7. 2022.):

1. *Drop on Demand (DOD) postala je najbrže rastuća tintna tehnologija u 2021. godini* – pisači s tintnom tehnologijom *Drop on Demand (DOD)* pojavili su se kao najbrže rastući segment u 2021. godini. *Inkjet*-pisači s tehnologijom DOD upotrebljavaju se u raznim industrijskim primjenama, kao što je ispis na kartonu, plastici, drvu i hardveru, metalima, pakiranju i betonskim proizvodima. Nema sumnje u budući rast i usvajanje industrijskog tintnog ispisa na raznim tržištima. Amazon je u rujnu 2020. godine objavio svoje planove za proširenje mogućnosti digitalnog ispisa s ulaganjem od 400 milijuna dolara u sustave digitalnog ispisa tijekom sljedećih nekoliko godina. Prednosti ispisa DOD-a, kao što su fleksibilnost, smanjeno vrijeme zastoja, masovna personalizacija i funkcionalnost, glavni su čimbenici koji pokreću rast tržišta u nadolazećim godinama.

2. *Termalna tintna tehnologija za ispis na krivuljama* – termalni tintni ispis (TIJ), posebno namijenjen za kodiranje i označavanje na staklenoj boci, sada je konkurent kontinuiranoj tintnoj tehnologiji (CIJ). Na primjer, inovacije ispisnih glava iz Funaija omogućuju ispis 2D kodova visoke rezolucije, kao i oznake datuma isteka i lota kodova na zakrivljenim površinama, zahvaljujući udaljenosti od 10 mm. Ovo je promjena u igri za robne marke s mogućim problemom čitljivosti informacija na prehrambenim i farmaceutskim pakiranjima. TIJ ima prednosti za okoliš jer termalni *inkjet*-ispis smanjuje VOC za gotovo 90 % u usporedbi sa sustavima CIJ. Sve u svemu, tehnologija TIJ donosi niže troškove proizvodnje i smanjuje skrivene troškove zdravlja zaposlenika. Migracija na sustave ispisa TIJ povećat će se kao trend u nastajanju 2021. godine, posebno kada je riječ o ambalaži za hranu i lijekove.
3. *Upotreba tinte povećat će se u brzorastućem segmentu tinte za pakiranje* – segment pakiranja imao je najveći udio prihoda na tržištu tiskanja (55 %) u 2019. godini i očekuje se da će u nadolazećim godinama nastaviti svoju dominaciju. Industrija pakiranja upotrebljava tintne pisaače za ispis visokokvalitetnih naljepnica i paketa. Tintna tehnologija nudi nekoliko prednosti u odnosu na konvencionalne metode ispisa, kao što su brzo vrijeme obrade, bolje upravljanje zalihama, niži troškovi ispisa za kraće naklade i fleksibilnost za eksponencijalni rast SKU-ova. Pakiranje proizvoda nastavit će se razvijati kako marketinški stručnjaci budu uvodili inovacije da bi se istaknuli među konkurencijom, stvarajući jedinstvena iskustva pakiranja koja zahtijevaju svestranost sustava digitalnog *inkjet*-ispisa i posebnih tinti. Osim toga, u svijetu nakon pandemije općenita sigurnost i sigurnost isporučene robe, kao što su lijekovi i kvarljivi proizvodi, ovisit će o označavanju, etiketiranju i šifriranju koje je čitljivo, točno i dostupno.
4. *Alternativne zamjene UV stvrdnjavanja živinom lampom* – UV tinte stvrdnjavane LED lampama polako zamjenjuju popularne sustave stvrdnjavanja živinim lampama za industrijske *inkjet*-pisaače. Tinte koje se stvrdnjavaju LED-om mogu se ispisivati na više vrsta podloga i u industriji ambalaže za hranu, što posebno vrijedi za tanke filmove osjetljive na toplinu. Iako je industrija trenutačno izuzeta od svjetske zabrane žive uvedene Minamatskom konvencijom, koja je stupila na snagu 2017. godine, regulatorna nesigurnost i dalje je zabrinjavajuća. Ova nova ograničenja dovest će do

porasta troškova živinih lampi i žarulja, čineći upotrebu živinog otvrdnjavanja skupljom i manje privlačnom za industrijske tiskare. Osim otvrdnjavajućih LED tinti pisači se okreću i inovativnim pigmentnim tintama na bazi vode koje se ispisuju na fleksibilnoj ambalaži i tankim filmovima. Treća su alternativa sustavi koji se stvrdnjavaju elektronskim snopom, a koji su privlačni za pakiranje hrane jer se ne oslanjaju na fotoinicijatore.

5. *Hibridni digitalni pisači koji dodaju fleksibilnost flekso-sustavima* – nakon pandemije koronavirusa, kako potražnja za proizvodnjom raste, hibridni ispis bit će ključni čimbenik koji doprinosi pojačanoj potražnji jer omogućuje da se više posla obavi u kraćem vremenu. Hibridni sustavi isporučuju isplativost na dva načina. Dodavanje stanica za tintni ispis tradicionalnim flekso-sustavima iskorištava troškovne prednosti obaju sustava. Proizvodne serije osmišljene su tako da uključuju *inkjet*-sustave za izradu verzija, prilagodbu i kodiranje dok iskorištavaju prednosti analognih sustava za nižu cijenu po ispisu na dugim nakladama. Stanice su, na primjer, dizajnirane za naknadnu ugradnju novih ili postojećih tradicionalnih ispisnih sustava. Više nije potrebno ulagati u zasebni digitalni ispisni sustav za sekundarni ispis. Dostupni su sustavi za formulacije vodene boje, vodenog pigmenta i UV tinte. Uz jednostavno planiranje i smanjene troškove pripreme za tisak hibridni će tisak služiti većem dijelu tržišnog segmenta jer kombinira tehnike ispisa i od svake tehnike uzima najbolje. Tržište ispisa usvajati će daljnje inovacije u hibridnom ispisu do 2025. godine.
6. *Održivost* – u vremenu nakon koronavirusa jedan od značajnijih trendova za promatranje u svim industrijama, a posebno u tiskarstvu, bit će gospodarski rast u odnosu na globalnu ekološku održivost. Konkretno, globalni brendovi prepoznaju potrebu i vrijednost usvajanja metoda održive proizvodnje jer njihova trgovina obično ostavlja veći ugljični otisak nego lokalizirane tvrtke. Usmjeravanje pozornosti na održivost donekle se smanjilo, ali održivost i dalje ostaje prioritet za potrošače i klijente. Ekološki prihvatljiva rješenja moraju imati prioritet jer su 2021. godine na snagu stupili stroži propisi i smjernice o upravljanju opskrbnim lancem. Potrošači će također nastaviti zahtijevati da brendovi koje podržavaju pokažu predanost ekološki odgovornom poslovanju. Rastuća ekološka svijest potiče organizacije da minimiziraju otpad i maksimiziraju automatizaciju i učinkovitost procesa.

# 11. Povezanost tehnologije ispisa sa današnjim pisačima

Sve do sredine 2000-ih, pisači su bili glavni uzročnici zamršenog nereda kabela iza računalnog stola. No, to se promijenilo uvođenjem tehnologije bežičnog ispisa. S tehnologijom bežičnog ispisa mogu se slati dokumenti na pisač s druge strane sobe ili s druge strane kuće. Nije potrebna kabela veza, au nekim slučajevima čak ni prijenosno računalo – jednostavno se komprimiraju dokumenti putem tableta ili pametnog telefona. Na primjer, ako je računalo uvijek povezano s pisačem, kao i bežični usmjerivač, jednostavno se pisač može dijeliti dalje putem bežične mreže. Ostala računala koja se povezuju putem WiFi mreže tada mogu instalirati upravljačke programe pisača i ispisivati putem usmjerivača.

„Komunikacija kratkog polja“ ili „Near-field communication“ (NFC) još je jedna bežična tehnologija koju podržavaju noviji pisači i Android uređaji. Korištenjem NFC-a samo se prislone uređaji na NFC točku na pisaču kako bi se započela veza i zatim ispis (Uddin,2022., 5).

Iako je ofsetni tisak prisutan već mnogo godina, bilježi se stalni pad njegove upotrebe zbog visokih troškova i duljeg vremena ispisa. Umjesto toga, komercijalni inkjet pisači postaju preferirana opcija jer su pouzdaniji, učinkovitiji, brži i kvalitetniji od ofsetnih pisača. Tintni pisači velike brzine i profesionalne kvalitete mogu proizvesti do 4000 riječi u minuti, a brzine grafike i slika ne zaostaju puno.

Uz to što je puno brža, najnovija tehnologija digitalnog ispisa može prikazati dizajne koji su složeniji od drugih metoda. Ove mogućnosti dizajnerima omogućuju stvaranje atraktivnih rezultata uz manje ograničenja nego kod ofsetnog tiska.

Nadalje, održivost okoliša postaje glavna briga za tiskarski sektor. Napredak u digitalnom ispisu omogućuje tvrtkama da odu dalje od jednostavnog uključivanja obnovljivih izvora. Mnoge tvrtke rade na smanjenju otpada i emisija uz istovremeno poboljšanje točnosti ispisa. To je dovelo do povećane potražnje za UV očvrslim tintama jer ne zahtijevaju prethodnu obradu supstrata i ekološki su prihvatljive. Uz



zaštitu od začepljenja i brzo sušenje, pružaju visoku kvalitetu ispisa i mogu se tiskati na različitim površinama kao što su plastika i tekstil. Zahtjevi industrije za poboljšanjem održivih procesa i operacija dodatno potiču potražnju i rast za sustave tinte s UV sušenjem (Uddin, 2022., 15. )

Unatoč brzom tempu tehnoloških promjena u industriji dizajna i tiska, ne moraju se preko noći prebaciti na potpuno digitalne procese. Umjesto toga, automatizacija ploče za tiskanje računala integrira offset i digitalne metode. To korisnicima omogućuje slanje dovršenih datoteka na elektroničke ploče koje ih mogu prepoznati tehnologijom koja je slična strojevima za skeniranje.

Također, poboljšanja u pločama omogućuju smještaj složenijih projekata s različitim završnim obradama i bojama. Štoviše, 3D razvoj i poboljšanja softvera pomažu da se polje razvije kako bi zadovoljilo zahtjeve 21. stoljeća.

S tehnologijom koja se brzo mijenja, očito je da će budućnost ispisa vidjeti mnoge promjene, uključujući utjecaje na troškove i inovacije. Zbog toga je pravo vrijeme da se tvrtke moderniziraju kako bi se konsolidirale ili natjecale suočene s tehnologijom koja se razvija.

## 12. Istraživanje trendova u razvoju tintnih pisača

U ovom dijelu rada prikazuje se istraživanje provedeno s tvrtkom Canon Hrvatska. S tvrtkom Canon Hrvatska proveden je intervju u kojem su predstavnici uprave tvrtke Canon u Republici Hrvatskoj odgovorili na postavljena pitanja. Nadalje, prikazat će se i jedan osvrt iz 2021. godine koji potpisuje Canon Hrvatska da bi se dobila jasnija slika i perspektiva trendova u razvoju tintnih pisača.

Pitanja su postavljena u obliku polustrukturiranog intervjua te su prikazana u nastavku:

1. Koliko dugo poslujete na tržištu?

*Tvrtka Canon japanska je tvrtka koja posluje na tržištu od 1937. godine, s tim da imamo podružnice u još 22 zemlje. Imamo preko 182 000 zaposlenih te je plan i daljnje širenje u europske zemlje. Naša tvrtka Canon Croatia posluje od 2018. godine na području cijele Republike Hrvatske.*

2. Kakve sve pisače imate u svojoj ponudi? Koji su trenutno najzastupljeniji?

*Naša je ponuda zaista dosta raznovrsna pa tako nudimo pisače za ured, prijenosne pisače, bežične pisače, pisače MegaTank koje najviše uzimaju velika poduzeća, pisače za rad kod kuće te fotopisače. Što se tiče zastupljenosti, evo, tijekom ove godine dosta su nam zastupljeni i najtraženiji pisači su nam upravo tintni pisači marke MAXFY, no nakon njih su nam dosta traženi i laserski pisači, čak za nekih 5 % u odnosu na godinu prije.*

3. Koji su Vam trenutno najprodavaniji pisači i zašto su baš oni traženi?

*Kao što smo naveli u prethodnom odgovoru, najprodavaniji su nam trenutno tintni pisači, čija je prodaja, za razliku od prošle godine, narasla za 10 %. Razdoblje je gledano u odnosu na isto razdoblje u godini ranije. Oni su baš traženi, po našem mišljenju, najviše zbog njihove praktičnosti; na tržištu se nude razni modeli i izbori pa ih se može naći po nešto nižim cijenama u odnosu na ostale vrste pisača.*

4. Što se tiče tintnih pisača, u kojoj mjeri su oni zastupljeni i jesu li popularni na tržištu?

*Tintni pisači sami po sebi zbog svojih, mi bismo rekli, dobrih karakteristika i kvaliteta su stekli zaista cijenjeno mjesto na tržištu. Smatramo da je oko 50 % tržišta zastupljeno upravo tintnim pisačima i njihova je vrijednost i dalje na visini na kojoj je bila prije nekoliko godina. Njihova vrijednost i dalje raste unatoč pandemiji koja je zahvatila cijelo tržište.*

5. Koja poduzeća najviše kupuju tintne pisače?

*Najviše nam kupuju građevinske tvrtke, razne trgovine te veliki odvjetnički uredi poput Hanžekovića i partnera, sudovi isto dosta uzimaju. Manja poduzeća kupuju nešto manje.*

6. Koja je, po Vašem mišljenju, glavna prednost tintnih pisača prilikom upotrebe za poslovne namjene? Je li to brzina ispisa, otisak boje i slično?

*Rekli bismo da je to zapravo zastupljenost na tržištu i njihova relativno jednostavna i brza dostupnost. Naravno da se tu ubrajaju i ove druge karakteristike koje ste nabrojili, no u suštini je zapravo ta dostupnost najveća prednost.*

7. U kojem se postotku tintni pisači kupuju za poslovne namjene?

*Preko 80 posto naše prodaje tintnih pisača je u poslovne namjene tako da možemo slobodno reći da se upotrebljava najviše u poslovne svrhe.*

8. I zadnje pitanje – mislite li da će se trend razvoja tintnih pisača i dalje nastaviti ovim tempom?

*Koliko pratimo tempo i stanje na tržištu, moguć je zaista veliki i pojačani trend u razvoju pisača, poglavito što su zaista zastupljeni i potražnja za njima je velika.*

Nadalje, rezultati intervjua potvrđuju upravo ono što je Canon Hrvatska objavio u svojem osvrtu:

*Tržište tintnih ispisa procijenjeno je na 86,29 milijardi USD 2021., a očekuje se da će dosegnuti 138,81 milijardu USD 2027. Očekuje se da će tržište zabilježiti CAGR od 8,32% tijekom 2022.-2027.*

*Tintni ispis uključuje raspršivanje sitnih kapljica tekuće tinte na određene površine, poput papira, što je pomoglo razvoju digitalnog ispisa. Ova metoda proizvodi slike*

koje su ekvivalentne foto kvaliteti. Tintni ispis je isplativa alternativa drugim procesima ispisa budući da nudi punu svestranost i niske troškove postavljanja, omogućujući ispis male količine pojedinačnih kopija.

Glavna prednost korištenja tintnih pisača je njegova sposobnost učinkovite proizvodnje kratkih naklada i jedinstvenih proizvoda. Porast online naručivanja i specifikacija putem tehnologije web-to-print gura komercijalni tisak naprijed. Kapacitet inkjet pisača za proizvodnju malih naklada i jednokratnih proizvoda učvrstio je njihovu poziciju ključnog čimbenika u takvom ekosustavu. Štoviše, pametna proizvodnja, brzina, fleksibilnost i kontrola troškova također pokreću usvajanje tintnih ispisa jer tvrtke mogu postati fleksibilnije i bolje reagirati na zahtjeve kupaca kroz usvajanje digitalnog ispisa, čime potiču rast tržišta tintnih ispisa. Iako prelazak na inkjet donosi potencijalne prednosti, postoje i ograničenja – poput veće cijene ispisa kada se radi o velikim nakladama, osobito u usporedbi s analognim ispisom.

Budući da industrija tintnih ispisa stvara potražnju za tintama, očekuje se da će se ekosustav tinte također razvijati. Trenutačno se široko koriste tinte na bazi otapala, vode i UV zračenja. S druge strane, LED tinte se stalno razvijaju. Hibridni UV/vodeni sustavi probijaju se na tržište. Visoki troškovi tinte, s druge strane, ostaju veliki problem, što rezultira nižim stopama konverzije dobavljača, s analognog na digitalni. Tijekom razdoblja projekcije, rastuće aplikacije i ekonomija razmjera vjerojatno će sniziti cijene tinte. S druge strane, predviđa se da će troškovi tinte ostati viši nego kod analognih. Digitalni mediji za oglašavanje u posljednje vrijeme dobivaju na popularnosti, izazivajući rast tiskarske industrije. Media player je ključna komponenta za digitalno oglašavanje, koja doživljava brzu transformaciju u tehnologiji, mrežnoj povezanosti i jednostavnosti korištenja. Na primjer, u svibnju 2021. BrightSign LLC, američki dobavljač digitalnih reklamnih medijskih playera, lansirao je BrightSign Mobile, novo rješenje za povezivanje medijskih playera s oblakom gdje je teško postići tradicionalne metode mrežnog povezivanja. Ovo rješenje uključuje USB regionalni modem s instaliranom SIM karticom za povezivanje. Ovi razvoji i inovacije dodatno su potisnuli rast tržišta. Segmenti pakiranja, označavanja i tiska su prilično stabilni u razdoblju COVID-19, zahvaljujući sve većoj potražnji za ambalažom za hranu i lijekove. Međutim, izbijanje COVID-19 poremetilo je opskrbni lanac u raznim industrijama za krajnje korisnike poput industrije hrane i pića, zdravstvene zaštite i industrije. Iako je pandemija imala ogroman utjecaj na gospodarstvo, tvrtke za tintni

*ispis ispunjavaju zahtjev nudeći onima koji imaju potrebe tiskane oglase povezane s COVID-19 s tehnologijom web-to-print.*

Na ovaj je način u svom istraživanju unutar poduzeća tvrtka Canon Hrvatska ukratko opisala tintne pisače i njihov značaj. Na temelju odgovora uprave Canon Hrvatske i njihova osvrta koji su ustupili zaključuje se da su tintni pisači izrazito popularni i traženi baš zbog svoje jednostavnosti, jednostavne upotrebe, dostupnosti, određenih karakteristika koje uključuju brzinu ispisa, način na koji pisač ostavlja trag i slično.

# Zaključak

Tintni pisači jako su rašireni u cijelom svijetu. Njihova je zastupljenost i potražnja velika te gotovo nema poduzeća u kojem se ne nalazi bar jedan tintni pislač. U radu su naznačene glavne karakteristike pisača, razvoj pisača te njihova podjela.

Tehnologija tintnog ispisa upotrebljava se u raznim industrijama, od tekstila i zaslonske tehnologije do biomedicine, zahvaljujući jednostavnom procesu, kraćem vremenu procesa i niskoj potrošnji materijala uz digitalnu kontrolu i beskontaktni način ispisa.

U radu su obrađene tehnologije tintnog ispisa i njihove primjene. Među razmatranim tehnologijama ispisa ističe se tehnika piezoelektričnog tintnog ispisa na tanki film u kojoj se upotrebljava raznolik raspon boja. Niži troškovi ispisa, jednostavna optimizacija uvjeta ispisa i veća brzina ispisa daju prednost piezoelektričnoj metodi ispisa u odnosu na druge tehnologije ispisa.

Pod lakom optimizacijom misli se na to da se veličina i brzina kapljice mogu lako optimizirati samopodešavanjem valnog oblika pogonskog napona. Odnedavno se ova tehnologija upotrebljava u fleksibilnim elektroničkim uređajima, DTP-u i tehnologiji zaslona jer omogućuje kontrolu mlaza kapljica, volumena i brzine pomoću valnih oblika napona. Konvencionalna tintna ispisna glava ne može formirati mlaz tinte veći od 10 cP.

Iako su studije pokušale zagrijati tintu i smanjiti njezinu viskoznost stvaranjem mlaznica iz ispisne glave, taj pristup nije kompatibilan s tintama vrlo visoke viskoznosti.

U provedenom intervjuu tvrtka CANON Hrvatska odgovorila je na nekoliko značajnih pitanja vezanih uz tintne pisače i na temelju razgovora može se zaključiti da se tintni pisači upotrebljavaju u većoj mjeri nego prije, najviše za poslovne namjene, kao i da će, prema prognozama, biti još popularniji i traženiji.

Također, tehnologija tintnog ispisa sve više napreduje pa dolazi do razvoja raznih vrsta tintnog ispisa, ovisno o kriterijima koji su u radu navedeni. Iznenađujuće je to da je navedena tehnologija tako brzo napredovala – u zadnjih dvadesetak godina stvoren je cjelokupni asortiman različitih proizvoda i usluga koji upotrebljavaju tintni ispis.

Iz svega navedenog zaključuje se da su tintni pisači i dalje jedna od najtraženijih vrsta pisača koja sve više dobiva na svojoj vrijednosti. Noviteti koji se uvode također poboljšavaju njihovu traženost i popularnost na tržištu tako da se vjeruje da će u budućnosti doseći još veću prodaju i povećanje poslovanja u svakom slučaju.

# Popis literature

## Knjige i članci:

1. Ando N. and Takeuchi M., Polymer grafted carbon black with high dispersibility and stability for ink-jet printers, in Proc. IS&T's NIP 13: Int'l. Congress on Digital Printing Technologies, IS&T, Springfield, VA, 1997, str. 655–658.
2. Derby, B., (2012), Printing and Prototyping of Tissues and Scaffolds, Science, 338(6109), str. 921-926.
3. A. Faulkner-Jones, C. Fyfe, D.-J. Cornelissen, J. Gardner, J. King, A. Courtney and W. Shu (2015.) Bioprinting of human pluripotent stem cells and their directed differentiation into hepatocyte-like cells for the generation of mini-livers in 3D, str. 35-38.
4. Morley, D., (2007), Understanding Computers: Today & Tomorrow, Comprehensive 2007 Update Edition, Cengage Learning, str. 16-21.
5. Schofield, J. D., Ink systems for Xaar ink-jet printhead, in Proc. IS&T's NIP 13: Int'l. Congress on Digital Printing Technologies, IS&T, Springfield, VA, 1997, str. 633–637.
6. Uddin J., MD., (2022), Thermal Inkjet Printing: Prospects and Applications in the Development of Medicine, Technologies, str. 1-29.
7. Vondram, G. et al. (2012) Thermal Performance of Inkjet-assisted Spray Cooling in a Closed System, IEEE ITherm Conf, str. 1127-1131.
8. Zeleny, J., (1917) Instability of Electrified Liquid Surfaces, Physical Review 10(1), str 1-7.

## Internetski izvori:

1. Printer, dostupno na: <https://www.computerhope.com/jargon/p/printer.htm>, posjećeno: 1. 5. 2022.
2. The world's first smallest digital printer – and progenitor of Epson, dostupno na: [https://global.epson.com/company/corporate\\_history/milestone\\_products/04\\_ep-101.html](https://global.epson.com/company/corporate_history/milestone_products/04_ep-101.html), posjećeno: 1. 5. 2022.
3. Different Types of Printers and Their Functions, dostupno na: <https://webeduclick.com/different-types-of-printers-and-their-functions/>, posjećeno: 10. 5. 2022.
4. Printer characteristics, dostupno na: [https://techdocs.broadcom.com/us/en/ca-mainframe-software/devops/ca-easytrieve-report-generator/11-6/using/extended-reporting/printercharacteristics.html#concept.dita\\_f6922de5ff03d0780668418f5eefd63fe9af5234\\_PaperControlCodesCarriageControl](https://techdocs.broadcom.com/us/en/ca-mainframe-software/devops/ca-easytrieve-report-generator/11-6/using/extended-reporting/printercharacteristics.html#concept.dita_f6922de5ff03d0780668418f5eefd63fe9af5234_PaperControlCodesCarriageControl), posjećeno: 20. 5. 2022.



5. Consumer reports, dostupno na:  
<https://web.archive.org/web/20160304041838/http://www.mysimon.com/Consumer-Reports-Printers/4002-9375-6311140.html>, posjećeno: 20. 5. 2022.
6. Trends in Industrial Inkjet Printing in 2021, dostupno na:  
<https://www.kaocollins.com/inktank/6-trends-in-industrial-inkjet-printing-in-2021/>, posjećeno: 20. 7. 2022.