



PAPIRJA ZA DIGITALNI TISK

Prvi rod tiskalnikov za digitalni tisk (predvsem laserski in kapljični tisk) je potreboval poseben premazan papir, v zadnjem času pa se je kakovost tiskalnikov toliko izboljšala, da za manj zahtevne odtise poseben papir ni več potreben – prišlo je do uvedbe večnamenskega papirja (Multipurpose paper).

Papir je »živ« material, zato se močno odziva na vse spremembe relativne vlažnosti, toplote in mehanske jakosti. Digitalne tehnike tiska narekujejo ustrezno kakovost tiskovnega substrata; zahteve so bolj restriktivne kot tiste, ki veljajo pri ofsetnem tisku.

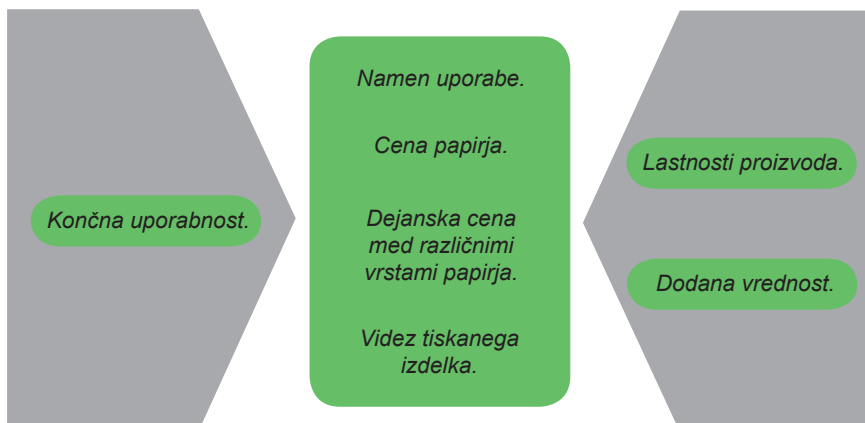
Papir za digitalni tisk lahko razdelimo v tri razrede kakovosti:

- **A, najboljši papir**, z višjo gramaturo 80–200 g/m². To je večkrat premazan papir visoke beline, ki ima lahko motno (mat) ali pa visoko sijajno površino. Odtis je pogosto primerljiv z ofsetnim tiskom.
- **B, srednje dober papir**, gramature 80–90 g/m² z nekoliko nižjo belino. V tem razredu je velik razpon kako-

vosti. Na nekaterih vrstah papirja dobimo zelo dobre in lepe barvne odtise, druge pa dajejo ustrezno kakovost le pri tisku s črno barvo. Papir se razlikuje po sestavi in površinski obdelavi. Je bolj ali manj rahlo premazan oziroma površinsko obdelan.

- **C, najnižja kakovost in belina**, uporaben je predvsem za enobarvno (črno-belo) kapljično tiskanje. Glavna zahteva za tak papir je le dobra tiskarska prehodnost, dober odtis pa ni posebno pomemben.

Največ se na svetovnem trgu uporablja srednji kakovostni razred B (50 %), A (20 %) in C (30 %). Proizvodnja papirja naj bi se povečala, in sicer predvsem A in B.



Slika 1: Pregled dejavnikov, ki vplivajo na primernost posameznih vrst tiskovnega in pisalnega papirja za specifične namene uporabe.

dipl. graf. inž. Leopold SCHEICHER
Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana
tel.: +386 (0)1 200 28 62
faks: +386 (0)1 426 56 39
e-naslov: leopold.scheicher@icp-lj.si
<http://www.icp-lj.si>

SPLOŠNE LASTNOSTI PAPIRJA ZA DIGITALNI TISK

Strukturne lastnosti papirja

→ Usmerjenost vlaken ter zvijanje (ravnoležnost)

Usmerjenost vlaken v papirju vpliva na različno trenje pri prehodu potiskane in nepotiskane površine, kar lahko povzroči vlek papirja.

→ Togost in voluminoznost

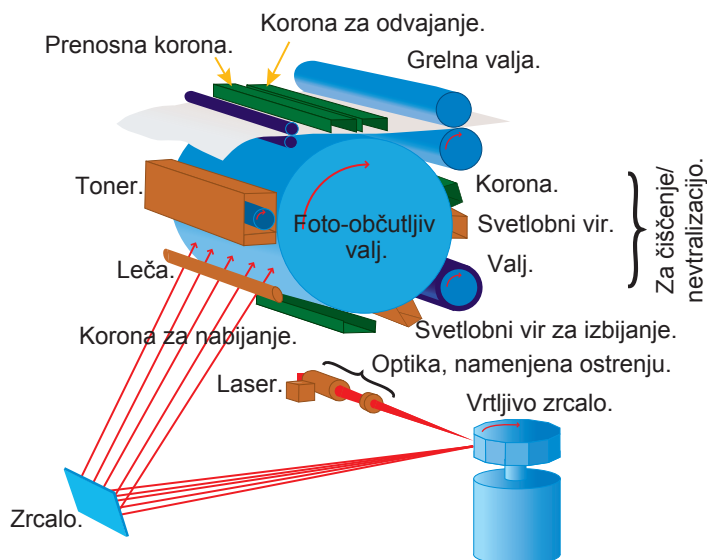
Ustrezna togost papirja vpliva na zmanjševanje »sukanja« papirja pri prehodu skozi tiskarski stroj.

→ Ustrezna relativna vlaga v papirju

Vsebnost vlage vpliva na električne lastnosti papirja. Pri toplotnem utrjevanju tonerja na površini tiskovnega substrata se papir osuši na zelo nizko vsebnost vlage, kar vpliva na zvijanje oziroma na ravnoležnost. Pri kapljičnem tisku se pri omočenju s črnili vlakna neenakomerno raztezajo, kar vpliva na dimenzijske spremembe ter na zvijanje oziroma na ravnoležnost tiskovnega substrata.

→ Formacija ali usmerjenost vlaken (enakomerna porazdelitev)

V papirnem listu naj bi bila vlakna in papirniška pomožna sredstva čim bolj enakomerno razporeje-



Slika 2: Shematski prikaz fiksiranja tonerja pri laserskih tiskalnikih. Pri fiksiranju tonerja se segreje tudi površina papirja, zato se mora čim hitreje ohladiti. V novem času se že uporabljajo tonerji z nižjo temperaturo fiksiranja.

na. Neenakomerno razporejeno klejivo ali druga pomožna sredstva vplivajo na površino (packe z različno stopnjo klejenosti), kar je pomembno predvsem pri kapljičnem tisku. Slaba formacija vpliva na neenakomeren prenos tonerja v elektrografskih tehnikah tiskanja, kar vodi do neenakomernih dielektričnih lastnosti v strukturi, kot na površini papirnega substrata.

→ Toplotne lastnosti

Pri elektrografskih tehnikah tiska se toner utrjuje s toploto. Dobro utrjevanje je doseženo, če se papir močno segreje in zelo hitro ohladi, s čimer se prepreči odlaganje tonerja na naslednjem listu.

Papir mora imeti dobro toplotno prevodnost ter nizko specifično toplotno (prevelike izgube toplote vplivajo na slabše oprijemanje tonerja ter nižji sijaj in neenakomernost odtisa – mottling).

Površinske lastnosti papirja

→ Površina tiskovnega substrata

Trend povečevanja ločljivosti slike se kaže v zmanjševanju velikosti delcev tonerja. Enakomerna porazdelitev delcev tonerja na površini papirja je odvisna predvsem od gladkosti, poroznosti in strukture porazdelitve mikro in makro por.

→ Površinska energija

Procesi, ki temeljijo na elektrostatskem privlaku med različno nabitimi aktivnimi mesti na površini tiskovnega materiala in nabojem črnila/tonerja ter vplivajo na interakcije papir–črnilo/toner, narekujejo specialne lastnosti papirja, ki zagotavljajo:

- tiskarsko prehodnost,
- način nanašanja črnila, barve ali tonerja,
- način vezave črnih, barv in fiksiranja tonerja.

PAPIR ZA LASERSKI TISK

Lastnosti papirja za laserski tisk (utrjevanje tonerja s toploto):

- ustrezna vsebnost vlage – okrog 30 % RV (relativne vlažnosti),
- primerna papirniška pomožna sredstva, ki ne hlapijo, ne povzročajo neprijetnih vonjev in ne onesnažujejo naprav.

Električna upornost papirja za laserski tisk

Zelo pomembna lastnost je električna upornost, ki mora biti ustrezna ($10E10-10E12\Omega m^{-2}$), da se lahko toner oprime papirne površine pred zlitjem. Če električna upornost ni ustrezna, pride do pojavov neenakomerne optične gostote barve na odtisu, manjkajočih rastrskih pik (missing dots) itn. Vrednost električ-

ne upornosti se spreminja z vsebnostjo vlage, večja vlažnost, večja prevodnost, ali pa z različnimi dodatki npr. soli (škrob).

Adhezivnost tonerja

Največje težave pri laserskem tisku pri naša slaba adhezivnost tonerja. Papir z visoko gramaturo je težaven, ker se težko segreje, toplota se porazgubi po volumnu papirja in fuzija tonerja je slaba ali pa se sploh ne zgodi. Najpomembnejši lastnosti sta gladkost in površinska energija papirja.

Gladkost

Bolj gladek papir ima boljšo adhezijo tonerja na površini kot pa hrapav. Stopnja mikrohrapavosti (1 mikron) lahko dobro deluje na adhezijo, a nikakor ne sme biti višja (lajša vezavo predvsem med drobnimi delci tonerja).

Površinska energija

Površinska energija papirja mora biti večja od tonerja, da pride do spontane adhezije.

S klejivi v masi reduciramo omočljivost papirja, a nizkoenergijski polimeri lahko povzročijo težave pri adhezivnosti v laserskem tisku. Neklejen papir daje odlične rezultate, dobro adhezijo tonerja, a je neustrezen, ker ni vodo odporen (papir, klejen s klejivi AKD, pogosto povzroči nevspešnosti zaradi slabe adhezije tonerja).

Zato pogosto uporabljajo škrob na površini, da bi prikrili negativen vpliv klejiv. Škrob poveča adhezivnost na površini in površinsko energijo papirja.

PAPIR ZA KAPLJIČNI TISK

Lastnosti papirja za kapljični tisk:

- kemijsko modificirana površina, ki omogoča ustrezen tiskovni sijaj odtisa in barvni učinek – čim manjše mešanje sosednjih barv (bleeding),
- ustrezna vsebnost vlage,
- poroznost površine.

Splošne zahteve papirja za kapljični tisk

- usmerjenost vlaken,
- ustrezna relativna vlaga v papirju,
- ustrezna površina tisk. substrata,

- statična elektrina,
- absorpcija črnila na površini papirja mora biti ustrezna, če je prenizka, pride do nazobčanja odtisa (wicking), če je previsoka, nastanejo odtisi z nizko optično gostoto,
- če ena ali več barv penetrira prepočasi, pride do razlivanja črnila (bleeding),
- hitro fiksiranje kapljice na površini,
- pri kapljičnem tisku mora imeti papir dobro stabilizacijo odtisa, kar pomeni, da ne sme biti ne prehitra, ne prepočasna.

Klejenost površine

➔ **Klejenje v masi**

Zahteva po hidrofbni barieri, ki jo dosežemo s klejenjem v masi. Cilj je zmanjšati površinsko energijo pod površinsko napetost črnila.

➔ **Močno površinsko klejen papir**

Druga težava je neenakomernost odtisa polnih površin (mottling), zlasti črne barve. To je težava omočenja pri močno klejenem papirju.

➔ **AKD-klejen papir**

Daje jasne barve, a počasno sušenje črnila, zato se poveča možnost razlivanja barv (bleeding). V teh primerih je potrebna dodatna površinska obdelava papirja, da se izboljšajo lastnosti površinske omočljivosti (najpogosteje se uporabi dodatna obdelava površine s škrobom – poveča se hidrofilnost površine papirja).

➔ **Smolno klejen papir**

Daje kompromis v kakovosti tiska.

Pride do majhnega razlivanja črnila in dobrega barvnega izpisa (jasne barve) ter razmeroma hitrega sušenja. Škrobna obdelava tega papirja se ne izkaže vedno kot primerna.

Površinska obdelava papirja za kapljični tisk

Za laserski tisk je priporočljivo nizko klejenje (zaradi povečanja adhezije tonerja), za kapljični pa močno. Težko je doseči zadovoljiv kompromis klejenja. Pomembno je, da dosežemo hidrofbnost z uporabo materialov, ki imajo večjo kompatibilnost za toner kot pa za klejiva v masi. To so polimerna površinska klejiva. Druga možnost je, da uporabimo zelo tanko plast 5–20 mikronov hidrofilnega materiala na površini močno klejenega papirja (npr. hidrofilni pigmenti, silica ipd.).

Polimerna površinska klejiva

- SMA (styrene malaic anyhidride copolymers),
- SA (styrene acrylate copolymers and terpolymers),
- PU (polyurethanes).

SMA počasi izpodrivata SA in PU. SMA je v obliki viskozne raztopine, kot koloidna disperzija, SA kot nizkoviskozna vodna emulzija, PU pa kot nizkoviskozna, koloidna disperzija.

Stopnja hidrofbnosti teh površinskih klejiv se spreminja glede na razmerje in naravo vsebovanih polimerov. Na splošno pa velja, da je SMA najmanj in PU najbolj hidrofben. Ponavadi se uporablja zraven škrob, razmerje površinskega klejiva in škroba pa mora biti ustrezno, navadno (5 % polimera na 95 % škroba) glede na suho težo.

Premazan papir za kapljični tisk

Premazi debeline 5–15g/m². Omogoča hitro absorpcijo črnila in prepreči nadaljnjo penetracijo v osnovni papir. Odtis je jasen, barve žarijo in ne pride do nazobčanja (wicking) in razlivanja barv (bleedinga).

Velika specifična površina pigmentnih delcev omogoča hitro absorpcijo topila ali oljne frakcije črnila, viskoviskozno oljno vezivo in pigment pa ostaneta na površini. Rezultat so hitrosušeci se, barvno in-

tenzivni odtisi. Za kapljični tisk morata biti pigment in vezivo hidrofilna, za litografijo (ofset-litho) mora biti za barvo dovzeten sloj »ink-receiving layer« hidrofben.

Pomemben je osnovni sloj papirja, ki mora povečati absorpcijo črnila, hkrati pa preprečevati prebijanje barve. Razliko med dinamiko penetracije tekočine med klejenim in delno klejenim papirjem lahko preučujemo z aparatom PDA (Paper Dynamics Absorption), s katerim določimo dinamični kot omakanja.

ZAKLJUČEK

Rezultati kažejo, kako pomembno je obvladovanje oplemenitenja površine papirja, saj lahko le z natančnim poznavanjem učinka posameznih komponent na površinsko klejenje pripravimo ustrezno površino, ki bo uporabnikom zagotovila kar najboljše rezultate odtisa oziroma izpisa.

Glede na posamezno tehniko digitalnega tiska (laserski tisk, kapljični tisk) ima vsaka tehnika tiska svoje specifične zahteve. Še vedno pa velja, da kakovost izpisa na digitalnih tiskalnikih ni primerljiva z ofsetnim tiskom. Digitalni tisk pa ima to prednost, da lahko v zelo kratkem času in poceni natisne veliko variabilnih podatkov, ki jih v ofsetnem tisku ni mogoče. Torej, če se prej z naročnikom dogovorite o kakovosti, ki jo dosegate (poskusni odtis), potem nikar ne iščite z lupo deformacije rastrskih pik ali skladja. Veliko boljša je vizualna kakovost, da lahko sami rečete: to mi je všeč, tisto pa ne.

Kljub temu lahko s primerno kakovostjo papirja in z ustreznimi nastavitvami tiskalnika natisnemo tudi sliko fotografske kakovosti. V ta namen potrebujemo papir posebne kakovosti (Multicolor Fotoprint paper) in pa tiskalnik višjega kakovostnega razreda.

Ne smemo pozabiti še nove generacije večnamenskega papirja (Multipurpose paper), ki sicer ne daje visoke kakovosti odtisov, vendar pa je sprejemljiv za tisk na katerem koli digitalnem tiskalniku. Z nanotehnologijo premazovanja lahko s posebnim tako imenovanim nanopremazom povečajo papirju kakovost tiska.

