

# Tehničko tehnološke karakteristike stroja s UV lak tehnologijom

---

**Macan, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:073169>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB**

**ZAVRŠNI RAD**

Filip Macan

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB**

Smjer: Tehničko-tehnološki

**ZAVRŠNI RAD**  
**TEHNIČKO TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE**  
**STROJA S UV LAK TEHNOLOGIJOM**

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Dubravko Banić

Student:

Filip Macan

Zagreb, 2021.

## SAŽETAK

Moderne grafičke tehnologije napreduju iz generacije u generaciju i upravo jedna od tih brzorastućih grafičkih tehnologija je i UV lak tehnologija. U ovom završnom radu biti će razjašnjene trenutne tehničko tehnološke karakteristike strojeva za UV lak na primjeru UV lak stroja JetVarnish 3DS i naznačene prednosti i mane aplikacije UV lak tehnologije na različitim tiskovnim površinama.

UV lak tehnologija je jako mlada tehnologija s puno potencijalnih novih aplikacija na raznovrsne površine. Trodimenzionalnost otiska koju proizvod dobiva aplikacijom UV lak tehnologije na nekoj površini je teško, pa čak i skoro nemoguće ostvariti primjenom drugih tiskarskih tehnika. Iz tog razloga UV lak tehnologija je jedna od tranzicijska tehnika kojom se grafičke usluge transliraju iz 2D svijeta u 3D svijet. UV lak tehnologijom se osim raznovrsnih 3D tekstura na nekom proizvodu može ostvariti i Brailleovo pismo što čini ovu tehniku iznimno važnom.

**Ključne riječi:** UV lak, UV lak tehnologija, Stroj za aplikaciju UV laka, UV lak stroj, Moderne grafičke tehnologije, Grafička tehnologija



## **ABSTRACT**

Modern graphic technologies are advancing from generation to generation and one of these fast-growing graphic technologies is UV varnish technology. In this final paper, the current technical and technological characteristics of UV varnish machines will be clarified on the example of UV varnish machine JetVarnish 3DS. Also, the advantages and disadvantages of applying UV varnish technology on different printing surfaces will be explained.

UV varnish technology is a very young technique with great potential for further growth by expanding its availability on a wider variety of surfaces. Three dimensional properties of UV varnish are almost impossible to be copied by any of the standard printing techniques. Therefore, UV varnish technology is one of transitional techniques from which printing companies expand from 2D to 3D world. UV varnish can not only create a wide variety of 3D textures but it can also create Braille, which enforces the importance of this technique.

**Keywords:** UV varnish, UV varnish technology, UV varnish machine, Machine for application of UV Varnish, Graphic technology

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. UV LAK I APLIKACIJA UV LAKA NA POVRŠINU</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. UV lak i njegova svojstva</b> .....	<b>2</b>
<b>3. PRINCIP RADA UV LAK STROJA</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1. Princip rada</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2. Opis pojedinih dijelova UV lak stroja</b> .....	<b>7</b>
3.2.1. Sustav za ulaganje .....	7
3.2.2. Ulađači most .....	9
3.2.3. Sustav aplikacije laka .....	10
3.2.4. Sustav za osvjetljavanje .....	12
3.2.5. Sustav za izlaganje .....	13
<b>3.3. Dodatni uređaji</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4. Aplikacija foliotiska na UV lak</b> .....	<b>15</b>
<b>3.5. Održavanje stroja</b> .....	<b>16</b>
<b>3.6. Sustav upravljanja UV lak strojem</b> .....	<b>19</b>
<b>4. PRAKTIČNI DIO</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1. Pregled i svojstva UV laka na premazanim, nepremazanim i plastificiranim papirnim površinama</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2. Usporedba visine laka na raznim površinama</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3. Primjeri primjene UV lak tehnologije u grafičkoj industriji i njihov utjecaj na ponudu grafičkih proizvoda</b> .....	<b>30</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>34</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>36</b>
<b>6.1. Literatura</b> .....	<b>36</b>
<b>6.2. Slike</b> .....	<b>36</b>

<b>6.3. Tablice.....</b>	<b>37</b>
--------------------------	-----------

# 1. UVOD

Kroz razvoj novih tehnologija granice grafičke industrije pomiču se iz godine u godinu. Takva jedna tehnologija je UV lak tehnologija. Aplikacijom UV laka na razne tipove površina poput premazanih, nepremazanih i plastificiranih površina se obogaćuju razni grafički proizvodi.

U ovom završnom radu biti će razjašnjeni svi aspekti UV lak tehnologije te sam princip rada UV lak stroja biti će opisan na primjeru JET VARNISH 3DS od Konice Minolte iz razloga što princip rada UV lak strojeva se ne razlikuje u velikoj mjeri od stroja do stroja i što je UV lak tehnologija rijetkost u trenutku pisanja završnog rada na hrvatskom tržištu.

Princip UV lak tehnologije je jednostavan. Sam proces ima zapravo 2 koraka, ali je sama aplikacija tog procesa složen proces da bi se osigurao optimalan rezultat u proizvodnji proizvoda na kojima je aplicirana ta tehnologija. Prvi proces je sama aplikacija UV laka na površinu, a drugi proces je osvjetljavanje tog laka UV zračenjem.

UV lak kao tehnologija predstavlja jedan velik iskorak u digitalnim tehnikama tiska te također kao most povezuje digitalne tehnike s klasičnim tehnikama da bi se kombinacijom tih tehnika postigli iznimni rezultati i pomaknule granice velikog broja grafičke industrije.

Pojavom UV lak tehnologije tisak prelazi iz dvodimenzionalnosti u trodimenzionalnost te u grafičke proizvode najnovije generacije uvodi novi taktilni osjet, osim vizualnog i poznatog mirisnog podražaja koji je nažalost rijetko korišten u grafičkim podražajima.

Granice UV lak tehnologije također iz generacije u novu generaciju strojeva se pomiču. Ograničenja koja možda vrijede u trenutku pisanja ovog završnog rada neće vrijediti za kojih 2 do 3 godine jer iz dana u dana inženjeri i znanstvenici osmišljavaju i stvaraju rješenja za tehnološka ograničenja koja su danas prisutna u UV lak strojevima.

## **2. UV LAK I APLIKACIJA UV LAKA NA POVRŠINU**

### **2.1. UV lak i njegova svojstva**

UV lak je tip laka koji osvjetljavanjem UV zračenja prelazi iz tekućeg u kruto stanje. U njegovoj strukturi nalaze se tekuće smole, aditivi i fotoinicijatori.

Fotoinicijatori su zaslužni za omogućavanje lančanih reakcija umrežavanja molekula pod utjecajem UV zračenja. U UV laku pod utjecajem UV zračenja stvara se mreža monomera i oligomera koji povezivanjem kovalentnim vezama zapravo grade oligomere i polimere. [1]

Oligomeri daju bitna svojstva laku kao što su tvrdoća, kemijska postojanost, sjaj i adhezivnost.

Bitna svojstva UV laka su njegov sjaj, velika otpornost na struganje, prozirnost, ekološka prihvatljivost i skoro trenutačno stvrdnjavanje laka u čvrsto stanje pri utjecaju UV zračenja. [2]

Sjaj UV laka je iznimno efektivan na tamnijim tiskovnim površinama, gdje je jasnije vidljiv, nego na svijetlim površinama.

Sam lak po sebi je relativno proziran, ali nije bezbojan. Na tamnim površinama stvarno oku promatrača daje takav efekt, ali na bijelim površinama može se uočiti lako žutkasto obojenje laka.

Iznimno bitno svojstvo laka je također dobra otpornost na struganje. To svojstvo je iznimno bitno za ambalažne proizvode, koji često dolaze u kontakt s raznim vanjskim površinama. Iz tog razloga je bitno da se lak dobro primi za površinu i da se može ogrebatu jedino iznimnom silom, koja bi već sama oštetila ostatak ambalaže zajedno s lakom. [3]

Naravno, postoje 2 iznimke za ovo pravilo otpornosti na grebanje laka,

Prva situacija je aplikacija UV laka na neku plastificiranu površinu, čija je površinska energija tj.  $\text{din/cm}$  vrijednost manja od preporučene vrijednosti  $38 \text{ din/cm}$ . Dakle, lak bude apliciran normalno na plastificiranu površinu i izgledom sve dobro izgleda, ali se laganom silom taj novo aplicirani lak može lako ostrugati. Iz tog razloga pri aplikaciji laka uvijek se mora napraviti provjera otpora na struganje na plastificiranim površinama. [4]

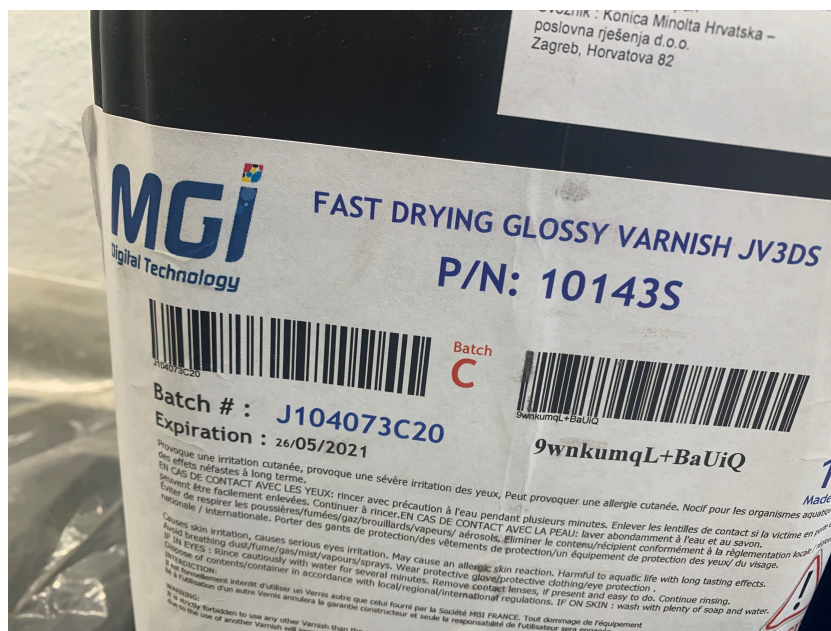
Ovaj problem se može izbjeći na 3 načina. Prvi i najjednostavniji je limitiranje broja plastika na kojima se radi UV lak tisak, na provjerenim površinama ćemo uvijek imati dobru otpornost na struganje. Generalno malo "ljepljivije" plastike su uvijek povoljnije za UV lak tisak.

Drugo rješenje je korištenje takvog "korona" tretmana plastike, gdje se prolazom kroz zaseban "offline" korona uređaj ili "inline" korona uređaj na stroju površinska energija plastike prilagodi na optimalnu vrijednost pogodnu za UV lak tisak i tako se vrati svojstvo otpornosti struganja na prihvatljivu razinu.

Treće rješenje, ali ujedno vremenski najzahtjevnije i najskuplje je promjena UV laka. Postoji nekoliko varijanta UV laka, a generalno im je najveća razlika u gustoći. Kod rjeđih UV lakova generalno nema nikakvih problema s plastificiranim površinama, ali se ne može aplicirati na UV lak na nepremazane papirne površine jer ga takve papirne površine skroz upiju u sebe. Dok je kod gušćih UV lakova je obrnuta situacija. Naravno, problem te opcije je što je potrebno cijeli sustav pročititi od starog laka, zamijeniti same lakove i kalibrirati stroj na taj novi lak, pa se ta opcija generalno izbjegava i primarno se koriste prva 2 prethodno navedena rješenja.

Druga iznimka na otpornost na struganje je kada pri procesu rezanja araka se direktno prereže neka površina s prethodno apliciranim UV lakom. Tako odrezana površina više nema stabilnu otpornost na struganje jer ta površina prekrivena UV lakom nije razlivena idealno jer smo prerezali taj lak na nekoj X poziciji gdje je rub površine laka na višoj poziciji i podložan struganju. Naravno, to može i ne mora biti slučaj, ali generalno pravilo je da se treba obratiti pozornost na linije reza i poziciju laka te se treba pobrinuti da se ne preklapaju tako da se ne ugrozi prostorna stabilnost UV lak površine.

Također, bitno svojstvo UV laka je da je također iznimno prijateljska tehnika po okoliš. Pri samom UV lak tisku se ne otpuštaju nikakvi štetni plinovi te papirne površine na kojima je apliciran UV lak (Slika 1) se mogu sasvim normalno reciklirati.



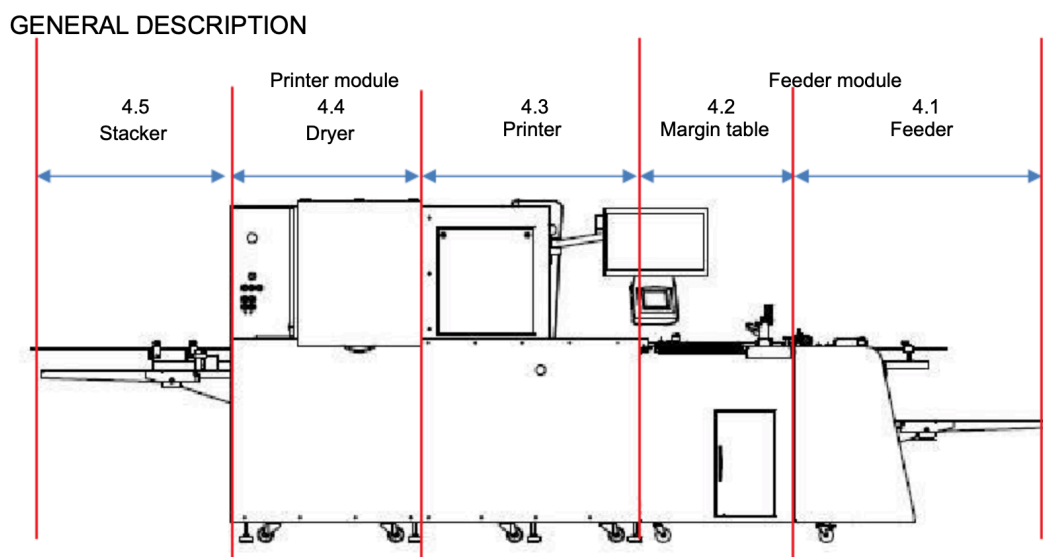
Slika 1 Spremnik UV laka

### 3. PRINCIP RADA UV LAK STROJA

U ovoj cjelini biti će opisan princip rada UV lak stroja na stroju MGI JET VARNISH 3DS.

#### 3.1. Princip rada

Stroj se za aplikaciju UV laka se sastoji od 5 ključnih cjelina, a to su sustav za ulaganje, ulagači most za podešavanje margina, sustav za aplikaciju laka, sustav za UV osvjetljavanje i sustav za izlaganje (Slika 2,3). [5]



Slika 2 - SHEMA JetVarnish 3DS

Maksimalne dimenzije araka na koji se može aplicirati UV lak na ovoj verziji stroja su 360 x 1200 mm , a debljine papira moraju biti u granici između 0,15 i 0,45 mm jer u suprotnom može doći do manje pozicijski točne aplikacije laka u slučaju površine tanje od 0,15 mm te u slučaju površine deblje od 0,45 mm može doći do sudara te površine o UV lak glavu i tako može biti uzrokovano oštećenje glave. Stroj je kalibriran da se najtočnija aplikacija laka odvija na udaljenosti od 0,05mm od tiskovne površine.



Također, ako bi debljina papira bila veća od 0,45 mm može doći do sudara glave laka i arka te se tako može oštetiti glava i može doći do velike materijalne štete jer će biti potrebno zamijeniti glavu na stroju.



*Slika 3 - JetVarnish 3DS*

## **3.2. Opis pojedinih dijelova UV lak stroja**

### **3.2.1. Sustav za ulaganje**

Sustav za ulaganje na ovom stroju je poprilično jednostavan (Slika 4)

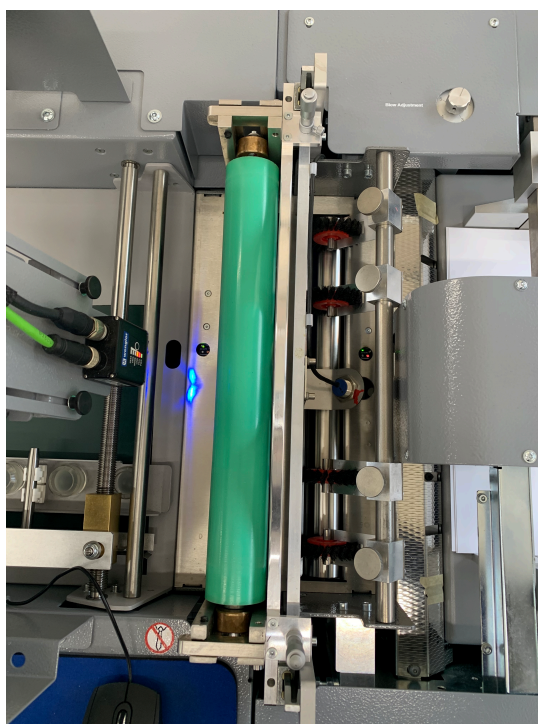
Podizanje kupa araka regulira laserski senzor koji javlja sustavu je li kup na optimalnoj visini te ako nije onda sustav javlja operatoru stroja da treba podignuti kup araka. Kada se postigne optimalna visina kupa papira onda će stroj automatski povisivati kup kako će se odvijati tisak. [5] Kup se povisuje za debljinu arka, koji smo definirali u sustavu. Ako na primjer smo u sustavu postavili da je debljina arka 0,3 mm, onda će pri svakom ciklusu stroja se kup araka podići za visinu 0,3 mm uz provjeru optimalne visine kupa pomoću senzora.

Sustav prenosi papir tako da prije svega raspuše kup araka s prednje i sporedne strane. Operator može regulirati intenzitet raspuhavanja ovisno o tome o kakvom se papiru radi za optimalni rezultat. Kod stroja JET VARNISH 3DS postoji takozvano prednje i bočno raspuhavanje, što je i najčešće slučaj kod UV lak strojeva za strojeve te generacije, ali bitno je i napomenuti da postoje i UV lak strojevi koji imaju prednje, bočno i stražnje raspuhavanje, pogotovo UV lak strojevi najnovije generacije jer se kod UV lak strojeva sa samo prednjim i bočnim raspuhavanjem zna javljati problem nedovoljnog raspuhavanja kod debljih araka ili araka s ljepljivijom površinom kao što zna biti slučaj s plastificiranim arcima.

Kod optimalnog raspuhavanja najgornji arak papira bude zahvaćen od strane glave za prihvaćanje papira koja sa svojim valjcima pogura papir prema ulagačem mostu.



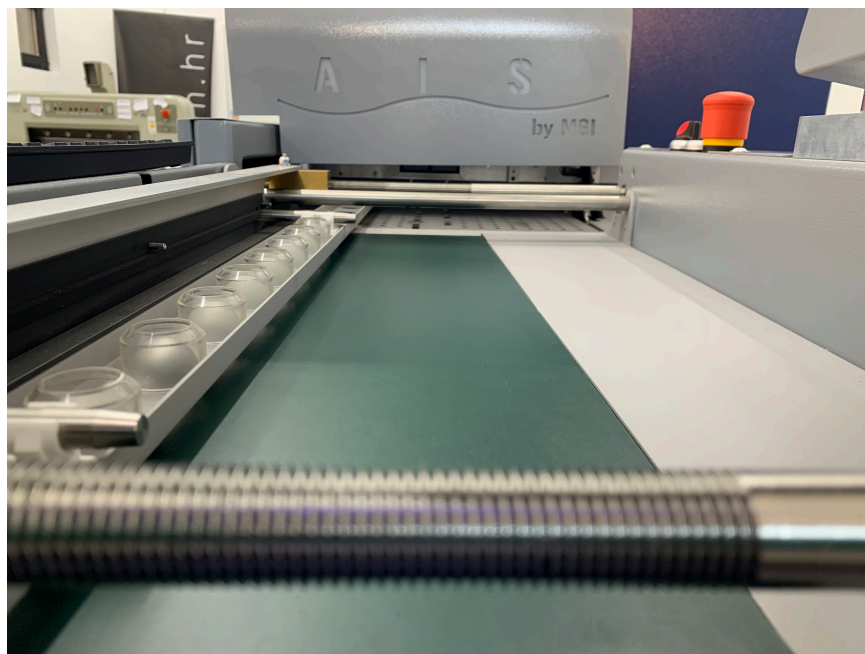
*Slika 4 Sustav za ulaganje*



*Slika 5 Prijelaz iz sustava za ulaganje na ulagači most*

### 3.2.2. Ulađaći most

Nakon što je arak prihvaćen iz sustava za ulaganje prolazi kroz 2 dodatna valjka (Slika 5) koji služe za dodatno guranje arka i samo čišćenje arka od čestica prašine.



*Slika 6 Ulađaći most*

Nakon prolaza kroz tog dijela za “čišćenje” arka papir stigne na blago nakošenu traku (Slika 6) koja poravnava arak da bi svaki arak ušao u stroj jednakim brzinama i da bude jednako pozicioniran. Osim te nakošene trake za pravilno pozicioniranje arka pritisak na arak vrše i kuglice koje mogu biti ili plastične ili staklene. Kod ljepljivijih površina plastične kuglice ponekad mogu blokirati arak od daljnjeg kretanja, pa ih je ovisno o tiskovnoj površini potrebno izmijeniti. Bez tih kuglica koje sprječavaju arak od vertikalnog kretanja bi arak pri ulazu u stroj bio u puno manje točnijoj poziciji .

Tako poravnati arak ulazi u agregati za tisak te ga prihvaća traka koja se vrti jednolikom brzinom i vakuumom pričvršćuje papir na podlogu trake da ne dođe do pomaka.



### 3.2.3. Sustav aplikacije laka

Nakon ulaska arka u ovaj agregat stroja u sustavu je kalibrirana i pozicija i trenutak ulaska arka u stroj zahvaljujući ulagačem mostu koji senzorom javlja da je arak ušao u sustav.

Sustav aplikacije laka na ovom stroju se sastoji od 7 glava za aplikaciju UV laka (Slika 7). [5] Neki drugi stroj će možda imati više ili manje glava, ali princip rada će biti isti.



*Slika 7 UV lak glave*

Generalna ideja kod tih glava da bi se osigurala kvaliteta otiska je da se svaka susjedna glava preklapa 1-2 mm da bi se osiguralo da ne nastanu “rupe” u otisku.

Aplikacija samog laka je dosta jednostavna i ovisno o debljini laka koju želimo nanijeti na tiskovnu površinu će se traka na kojoj se nalazi tiskovna površina sporije kretati te ako je deblji nanos da glave stignu nanijeti pozicijski i kvantitativno točnu količinu laka. Svaka kapljica laka je nakon razlijevanja otprilike debljine 7 mikrona, pa ako se želi dobiti debljina od 36 mikrona treba sustav nanijeti 5 kapljica na istu poziciju.

Tablica 1 Brzina stroja ovisno o količini laka

Visina laka u mikrometrima	Broj kapljica laka	Maksimalna brzina stroja (m/s)
21	3	0,3
29	4	0,28
36	5	0,24
43	6	0,212
51	7	0,182
58	8	0,159
65	9	0,141
73	10	0,127
80	11	0,116
87	12	0,106
94	13	0,098
102	14	0,091
108	15	0,085
116	16	0,079

### 3.2.4. Sustav za osvjetljavanje

Da bi lak očvrstio potrebno je osvijetliti lak UV zračenjem, ako se lak dovoljno dobro ne osvijetli može nastati nekoliko problema. Lak koji je nedovoljno osvijetljen može biti u polu tekućem stanju te ga osim što je ljepljiv sam po sebi ga se može također puno lakše otkinuti s tiskovne površine. Također ako se radi o debljom nanosu laka može doći i do gubljenja željene završne forme laka te se zato generalno ,osim ako se na lak još dodatno kasnije ne aplicira folija ili su svojstva površine specifična, osvjetljava lak maksimalno.

Bitno je pripomenuti da se sustav za osvjetljavanje laka uvijek nalazi odmah nakon sustava za aplikaciju laka da bi se izbjegle dodatne komplikacije koje sam u prethodnom odlomku naveo.

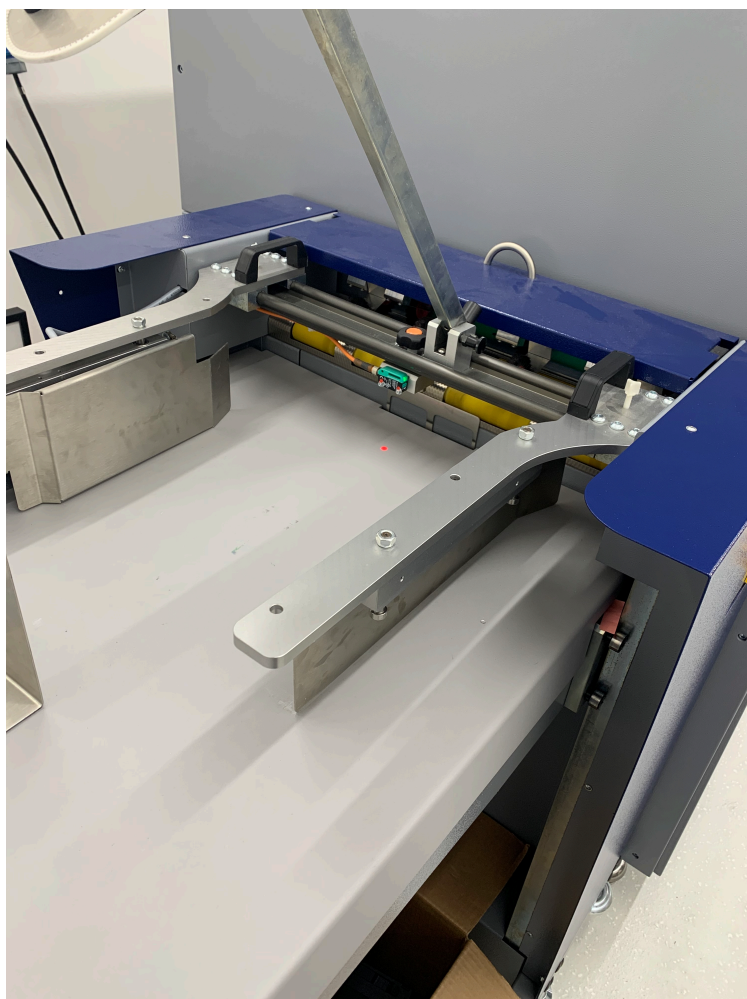


*Slika 8 UV lampe u sustavu za osvjetljavanje*

Sustav za osvjetljavanje na JET VARNISH 3DS (Slika 8) se sastoji od 2 glave za osvjetljavanje da bi se dodatno osiguralo da lak nakon osvjetljavanja bude u čvrstom stanju.

### 3.2.5. Sustav za izlaganje

Sustav za izlaganje (Slika 9) nije jako kompliciran na ovom stroju iz razloga što generalno odmah nakon osvjetljavanja je lak stvrdnut i nije potrebno nikakvo dodatno sušenje laka. Tako da pri izlazu iz sustava za osvjetljavanje, ako nije dodan još neki agregat na stroj arak jednostavno izlazi prijelazom sa trake na valjke za izbacivanje arka iz prethodnog agregata u kojem se nalazio arak.



*Slika 9 Izlaganje*



Visinu stola za izlaganje regulira senzor koji ako kup papira bude na višoj razini automatski spušta stol za visinu araka u procesu tiska.

Također pri ulazu arka na stol za izlaganje arak se poravnava na kupu papira.

### **3.3. Dodatni uređaji**

Postoje 2 dodatna uređaja koje UV lak stroj može, ali ne mora, imati. To su skener (Slika 10) i uređaj za koronu.



*Slika 10 Skener*

Uređaj za koronu se nalazi se prije samog ulagačkog mosta, a njegovu funkcija je bila ranije navedena detaljnije navedena u poglavlju 2.1. . On služi da kod plastificiranih površina smanji ili poveća naboj na samoj plastici po potrebi i tako osigura kvalitetan i otporan otisak na tiskovnoj površini. [6]

Skener se nalazi neposredno nakon ulagačkog mosta i prije sustava za aplikaciju laka. U sustavima u kojima je to podešeno skener skenira ili cijelu površinu ili rub bijelog arka te sustav prilagođava tisak na svakom pojedinom arku ovisno o poziciji otiska na njegovoj površini. Skenerom se osigurava iznimno visoka pozicijska točnost i konzistentnost kvalitete naklade. Bitno je napomenuti da skener omogućava tisku UV lakom da može raditi konzistentno i same naklade od 1 komada bez potrebe za dodatnim podešavanjima pozicije sa strane operatera. Jedina mana samog pristupa skenerom je da ovisno o pokrivenosti površine lakom i dužini arka, ako je tisak na cijeloj površini arka kos za određeni stupanj, onda se može dogoditi da ovisno o tome po kojim točkama na arku koje je sustav odredio skener skenira da UV lak tisak bude lagano pomaknut, onda je potrebna intervencija operatera da u sustavu ispravi neke parametre i osigura točnost tiska.

### **3.4. Aplikacija foliotiska na UV lak**

Aplikacijom UV laka na neku površinu neki proizvod dobiva automatski na vrijednosti u oči promatrača, a da bi to sve sveli na jednu višu razinu također postoji i dodatna mogućnost u tisku, a to je aplikacije foliotiska na lak.

Proces je dosta složen i uvjetovan je s 5 komponente, a to su brzina prolaza arka kroz agregat za foliotisak, visina UV laka, stupanj ljepljivosti UV laka, temperatura i pritisak

Temperatura i pritisak su klasični parametri foliotiska i nije potrebno dodatno objašnjavati zašto su bitni.

Princip foliotiska na UV lak je zapravo jednostavan. Najlakše ga je zamisliti kao da je lak neko jako ljepilo, a folija neki tanki papir. Pritiskom tog papira na ljepilo on će se relativno lako zalijepiti na tu ljepljivu površinu te su zato iz tog razloga prva 3 navedena parametra iznimno bitni.

Brzina prolaza kroz agregat za foliotisak zapravo regulira kolikom brzinom će folija zalijepiti i odlijepiti s površine. Generalno pravilo je što je veća brzina prolaza kroz agregat to je ravnomjernije odljepljivanje folije i njeno lijepljenje na površinu prekrivenu lakom.

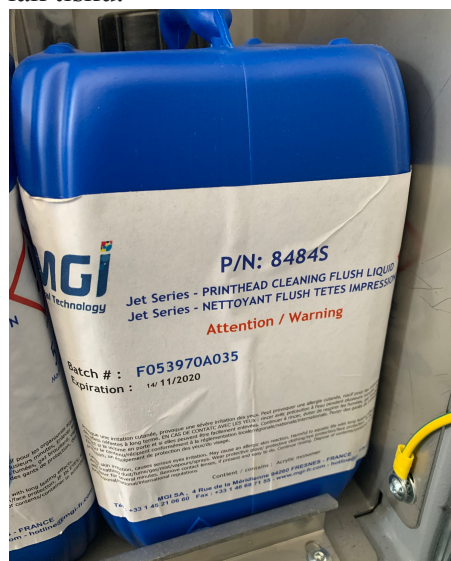
Stupanj ljepljivosti laka reguliramo sustavom za osvjetljavanje, ako se lak slabije osvjetli on će pri ulazu u agregat za foliotisak biti ljepljiviji. Potreban je fini balans jačine osvjetljavanja da bi osigurali kvalitetu UV lak otiska, ali istovremeno i osigurali kvalitetu foliotiska,. Generalno pravilo kod strojeva s 2 glave za osvjetljavanje je da prva glava 100% osvjetljava, a druga da malo slabije osvjetli površinu s nekih 80% ili manje snage da bi se dobila neka zlatna sredina između strukturalne stabilnosti laka i ljepljivosti.

Također zadnji parametar, ali i jedan od najvažnijih je visina UV laka. Pri aplikaciji foliotiska ako visina laka na koji se aplicira foliotisak nije jednolika doći će do problema u foliotisku tako da će gubiti rubovi ili čak cijeli detalji motiva u foliotisku. Taj problem se najčešće javlja kod nepremazanih papira gdje se dio laka upije u površinu i dođe do različitih visina laka na različitim dijelovima tiskovne površine.

### 3.5. Održavanje stroja

Na UV lak stroju postoji nekoliko kritičnih područja koja se moraju održavati, a to su UV lak glave, valjci za čišćenje araka, trake i ulagači most. [5]

Čišćenje UV lak glava je zapravo najvažniji aspekt održavanja stroja jer bez čistih glava mogu se javljati problemi u UV lak tisku.



Slika 11 Tekućina za čišćenje stroja

Glavni problemi koji se mogu javiti zbog nedovoljnog održavanja UV lak glava su sljedeći:

- 1) Gubljenje pojedinih UV lak elemenata - to mogu biti neke crte, pa sve do čak i nestanke neke veće površine ovisno o stupnju provodljivosti glave (Slika 12)



*Slika 12 Nestanak laka zbog greške na glavi*

- 2) Manjak UV laka na prijelaznim točkama - svaki UV lak stroj se sastoji od više glava za UV lak te ako na međusobnim granicama jedne i druge glave obje UV glave nisu pravilno održava, onda će se na UV lak tisku većih površina moći uočiti crta prijelaza glave na glavu što može negativno utjecati na opći doživljaj tog nekog UV lak elementa.

Da bi izbjegli te probleme, UV glave se moraju redovito održavati. Iz tog razloga postoji nekoliko tehnika s kojima osiguravamo standardnu kvalitetu.

Te tehnike redom su: klasično čišćenje, wiping, purging i noozlewash tehnika.

Klasično čišćenje je zapravo laki prijelaz tekućine za čišćenje preko glave.

Wiping je postupak lakog prelaska UV glave preko spužve prekrivene tkaninom da se makne UV lak koji je ostao na glavama od prethodnog naloga.

Purging i noozlewash postupci su zapravo jako slične prirode i služe istoj svrsi, ali UV lak koji se iskoristi primjenama tih tehnika završi na drugim mjestima.

U purgu i nozzlewashu zapravo izbacujemo određenu količinu laka kroz UV lak glave da bi ako je potrebno pročistili kanale za prolaz UV laka i tako osigurali kvalitetu UV lak tiska.

Kod purginga UV lak koji je iskorišten u tom procesu završi u kanistru za otpad. Dok kod noozlewasha koristimo neku tiskovnu površinu i na nju apliciramo lak. Tako odmah možemo i imati uvid u kakvom su stanju pojedine glave i ako je glavu XY potrebno dodatno pročistiti

Valjke za čišćenje araka potrebno je redovito održavati i čistiti. Glavni razlog potrebi održavanja tih valjaka je zapravo preventivne prirode jer ako ti valjci dobro očiste arak od prašine ta prašina u kasnijem procesu tiska neće potencijalno se naći na glavama i ta prašina neće uzrokovati probleme kasnije.

### 3.6. Sustav upravljanja UV lak strojem

Za razliku od starijih strojeva strojevi najnovijih generacija upravljaju se većinom računalnim putem. Osim par čisto mehaničkih parametara koji se ne mogu računalno podesiti na UV lak stroju svim najbitnijim parametrima operater stroja upravlja preko računala.

Sučelja računalnog upravljanja UV lak stroja razlikuju se od proizvođača do proizvođača, ali logika ostaje ista. Cilj tog sustava upravljanja je olakšati upravljanje tim strojem i omogućiti operateru da bez velikih problema može pokrenuti i zaustaviti proizvodnju u svakom trenutku. Iz tog razloga ću na primjeru stroja JETVarnish 3DS pojasniti i naglasiti glavne karakteristike tog sustava za upravljanje strojem. [5]

Sustav za upravljanje stroja ima 4 bitne uloge.

Prva uloga je započinjanje procesa samog održavanja stroja. Dakle, u programu se mogu zadati razni procesi za čišćenje glava na UV lak stroju.

Druga uloga sustava za upravljanje je provjera ispravnog rada stroja. U slučaju da neki mehanički dio stroja ne radi ispravno sustav će to javiti operateru jer kod svakog ključnog djela stroja postoji senzor, koji u slučaju nekog nenormalnog ponašanja ili stanja neke tekućine (premalo laka, previše otpadne tekućine itd.) javlja operateru koje postupke mora provesti da razriješi tu grešku. Također, osim samog ispravljanja vidljivih grešaka, operatoru osim tih postupka na raspolaganju su razni već unaprijed programirani testni radni nalozi kojima operater može provjeriti točnost aplikacije laka i pravilnu raspoređenost laka na površini.

Treća uloga sustava je priprema radnih naloga za tisak. U slučaju da je došlo do promjene formata ili nekog pomaka u pripremi operater može to u samom sustavu promijeniti. Također operater može podesiti poziciju svih tiskovnih elemenata. U samoj pripremi naloga za tisak operater ovisno o programu sustava za upravljanje može imati niz dodatnih opcija kao što je proširivanje tiskovnih elemenata, zakošenje tiskovnih elemenata, zamjena neke cijele tiskovne površine sa nekim uzorkom itd.

Četvrta uloga sustava je i njena najočitija, a to je provedba samog tiska. U tom sustavu procesa možemo razlikovati nekoliko ključnih cjelina, a to su:

- Informacije o tiskovnoj površini
- Informacije o UV laku
- Informacije o ulazu arka u stroj
- Operaterski detalji

U informacijama o tiskovnoj površini operater podešava ključne detalje o samom papiru na koji će se aplicirati UV lak. Glavni detalji u tom segmentu su format papira, debljina papira i pozicija tiska na tom papiru koju možemo računalno podešavati i tijekom samog tiska bez zaustavljanja.

U informacijama o UV laku može se podesiti debljinu laka koji će biti aplicirana na površinu te se može i minimalno podešavati pozicija UV lak glava.

U informacijama o ulazu arka u stroj se može podesiti dosta detalja. Prije svega mogu se podesiti postavke skenera. Može biti podešen da skenira cijelu površinu arka, samo bijeli rub ili da uopće ne skenira arak. Nakon tih osnovnih podataka mogu se podesiti i postavke skenera, tj. može biti podešena jačina osvjetljivanja skenera te tako ga se može prilagoditi raznim površinama, bile one manje ili više svijetlije. Nakon podešavanja tih parametara operater ima uvid u ključne točke koje će sustav tražiti pri skeniranju arka te operater može odrediti želi li neke točke odrediti sustavu da ih ignorira ili ne. Također, operater može podesiti parametre točaka koje će sustav smatrati ključnim (veličina točaka)

U operaterskim detaljima operateru je omogućeno da podesi sve sitne detalje vezane za neki radni nalog da bi osigurao kvalitetnu proizvodnju.

Prve parametre nekim redosljedom koje operater može mijenjati su jačina raspuhavanja araka kod sustava za ulaganje te brzina ulagačkog mosta. Operater nakon što je to podesio može podesiti snagu vakuuma na trakama u cijelom UV lak stroju te može odrediti brzinu okretanja tih samih traka. Bitno je spomenuti da operater ne može preći

neku maksimalnu brzinu rada za neku debljinu laka koja je određena sustavom, ali može usporiti kretanje. Postoji nekoliko razloga zašto je usporavanje korisno, ali glavni razlog je ako se radi više prolaza nekog arka kroz stroj i koriste različite debljine laka u svakom prolazu, onda je dobra praksa za maksimalnu točnost tiska da brzine traka u stroju pri svakom prolazu budu iste brzine.

Glavna stavka kojom operater upravlja u operatorskim detaljima je jačina osvjetljavanja. Ta stavka nije zaključana jer ako osim samog UV laka želi se aplicirati folija ili neki drugi dodatak, onda je dobro ostaviti lak ne potpuno stvrdnutim nakon osvjetljavanja da bi se lakše folija mogla zalijepiti na lak.

Naravno, ovisno o proizvođaču stroja postoje još dodatne opcije kojima bi operater mogao upravljati kao što je brzina izlaza arka kroz stroj ili ako stroj ima neki dodatak kao što je agregat za foliotisak onda bi u operatorskim detaljima također bile opcije za podešavanje brzine kretanja arka kroz agregat, pritiska, temperature i sličnog.



## 4. PRAKTIČNI DIO

U praktičnom djelu ovog završnog rada biti će opisana i prikazana svojstva UV laka na raznim papirnim površinama od bezdrvnih premazanih papira, bezdrvnih nepremazanih papira i plastificiranih papira. Također će se proučiti stupanj upijanja laka u tim istim površinama. Završno u ovom djelu završnog rada će također biti navedeni neki primjeri proizvoda na kojima je aplicirana ova tehnologija i njihove posebnosti.

### 4.1. Pregled i svojstva UV laka na premazanim, nepremazanim i plastificiranim papirnim površinama

UV lak je prije osvjetljivanja u tekućem stanju što znači da se on ne razlijeva jednako na različitim površinama. Energija aktivacije svake nove vrste površine je drugačija te samim time se iz tog razloga kapljica neke tekućine u ovom slučaju UV lak različito razlijeva. Također, osim različitog razlijevanja može doći i do upijanja UV laka u neku tiskovnu površinu ovisno o njezinim svojstvima.

Iz tog razloga u ovom završnom biti će provedena kratka analiza ponašanja UV laka na 3 po svojim svojstvima jako različite površine. U ovom slučaju biti će izabran po jedan uzorak iz grane bezdrveno nepremazanih papira, bezdrveno premazanih i plastificiranih papira.

Prije samog mjerenja i kalkulacija, neka predviđanja za rezultate su:

UV lak na bezdrveno nepremazanim površinama će se djelomično upijati u površinu i nestabilno razlijevati. Visina laka na rubova otiska UV lakom oscilira u mjeri koju je teško izmjeriti, ali moguće je vizualno prikazati aplikacijom foliotiska na UV laku što će u kasnijem poglavlju biti prikazano, rub otisnute površine gubiti će na oštini.

UV lak na bezdrveno premazanim površinama biti će iznimno stabilan i upijanje je minimalno. Premazivanjem papirne površine zatvorene su pore papira i teško će doći do nekog znatnog upijanja. Sama energija površine premazanih papira je također prikladna za idealno razlijevanje UV laka. U pravilu lak bi trebao biti najtočniji i najstabilniji

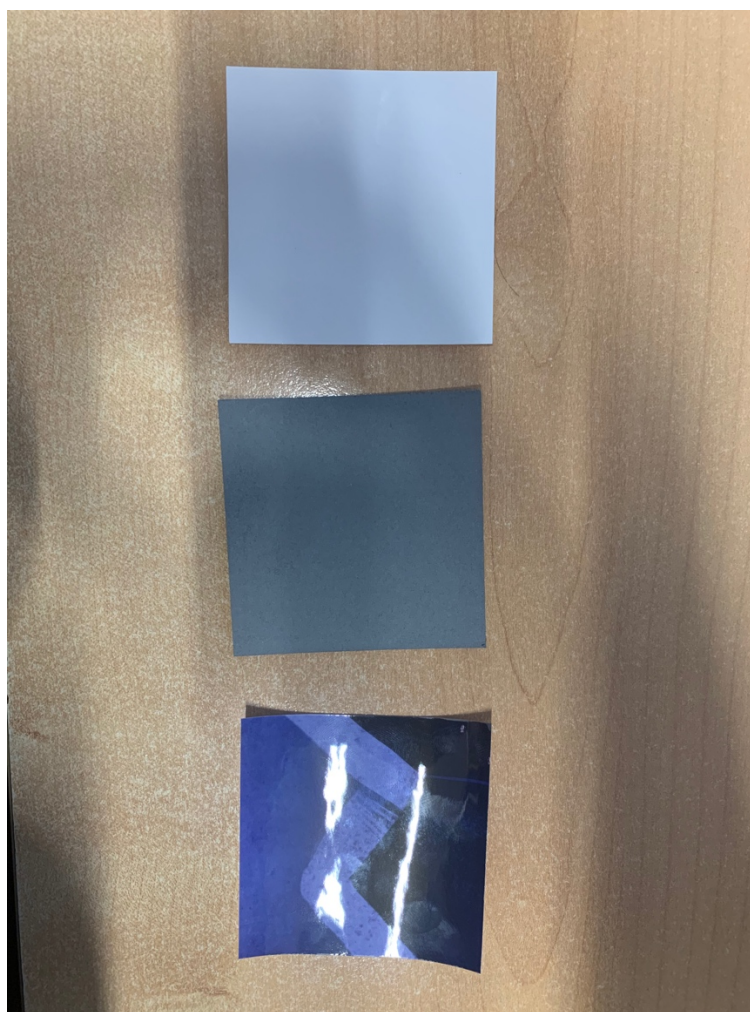
upravo na premazanim papirima jer nema puno vanjskih faktora koji bi mogli utjecati na njegovu točnost.

Na plastificiranim površinama je UV lak puno stabilniji nego na nepremazanim površinama, ali razlijevanje laka može i zna oscilirati od jednog tipa plastike do drugog jer postoji razlika u samom površinskom naboju plastificirane površine te također o samoj energiji aktivacije na toj nekoj površini. Razlika u razlijevanju UV laka na plastici iz tog razloga može biti prisutna, čak i na istim tipovima plastike ovisno u kakvim su prethodnim uvjetima bili držane.

#### **4.2. Usporedba visine laka na raznim površinama**

Ovo je mjerenje izvedeno je na sljedeći način:

Na arke veličine 330 x 487 mm 3 različita tipa površina, u ovom slučaju po 1 primjer premazane, nepremazane i plastificirane površine je preko cijele površine apliciran lak debljine 0,036 mm. Nakon aplikacije laka ti arci su razrezani na kvadrate veličine 65 x 65 mm. Za ova mjerenja od svakog tipa araka spremljeno je 50 takvih kvadrata i na svakome je izmjerena njegova debljina s mikrometrom (Slika 13).



*Slika 13 Premazani papir(bijeli kvadrat), nepremazani papir(sivi kvadrat), plastificirani papir(plavi kvadrat)*

Debljine površina su sljedeće:

Debljina premazane površine bez laka je 0,24 mm, debljina nepremazane površine je 0,43 mm , a debljine plastificirane površine je 0,14 mm.

Visina apliciranog laka u ovom testu je 0,036 mm, dakle u idealnim uvjetima nakon aplikacije laka debljina premazane površine s lakom trebala bi biti 0,276 mm, debljina nepremazane površine s lakom bi trebala biti 0,466 mm, a debljina plastificirane površine s lakom bi trebala biti 0,176 mm.

Tablica 2 Tiskovne površine nakon aplikacije laka

<b>Redni broj mjerenja</b>	<b>Premazana površina (mm)</b>	<b>Nepremazana površina(mm)</b>	<b>Plastificirana površina (mm)</b>
<b>1</b>	0,27	0,438	0,172
<b>2</b>	0,27	0,44	0,175
<b>3</b>	0,275	0,435	0,174
<b>4</b>	0,279	0,440	0,169
<b>5</b>	0,274	0,436	0,175
<b>6</b>	0,275	0,435	0,175
<b>7</b>	0,276	0,435	0,18
<b>8</b>	0,273	0,438	0,17
<b>9</b>	0,275	0,434	0,175
<b>10</b>	0,271	0,432	0,176
<b>11</b>	0,28	0,434	0,175
<b>12</b>	0,281	0,438	0,18
<b>13</b>	0,272	0,432	0,176
<b>14</b>	0,275	0,434	0,174
<b>15</b>	0,275	0,433	0,175
<b>16</b>	0,276	0,435	0,177

<b>Redni broj mjerenja</b>	<b>Premazana površina (mm)</b>	<b>Nepremazana površina(mm)</b>	<b>Plastificirana površina (mm)</b>
<b>17</b>	0,28	0,434	0,175
<b>18</b>	0,271	0,44	0,175
<b>19</b>	0,272	0,438	0,173
<b>20</b>	0,28	0,432	0,176
<b>21</b>	0,279	0,436	0,175
<b>22</b>	0,275	0,433	0,172
<b>23</b>	0,271	0,44	0,168
<b>24</b>	0,27	0,435	0,175
<b>25</b>	0,271	0,43	0,174
<b>26</b>	0,27	0,432	0,175
<b>27</b>	0,268	0,432	0,176
<b>28</b>	0,278	0,435	0,178
<b>29</b>	0,269	0,438	0,176
<b>30</b>	0,273	0,43	0,175
<b>31</b>	0,27	0,432	0,18
<b>32</b>	0,278	0,444	0,176
<b>33</b>	0,275	0,433	0,178

<b>Redni broj mjerenja</b>	<b>Premazana površina (mm)</b>	<b>Nepremazana površina(mm)</b>	<b>Plastificirana površina (mm)</b>
<b>34</b>	0,278	0,438	0,174
<b>35</b>	0,272	0,435	1,176
<b>36</b>	0,275	0,43	0,175
<b>37</b>	0,27	0,432	0,178
<b>38</b>	0,277	0,433	0,176
<b>39</b>	0,274	0,445	0,175
<b>40</b>	0,27	0,435	0,181
<b>41</b>	0,273	0,44	0,175
<b>42</b>	0,274	0,438	0,18
<b>43</b>	0,276	0,435	0,176
<b>44</b>	0,275	0,432	0,175
<b>45</b>	0,278	0,436	0,176
<b>46</b>	0,28	0,43	0,175
<b>47</b>	0,275	0,442	0,178
<b>48</b>	0,268	0,432	0,176
<b>49</b>	0,273	0,43	0,174
<b>50</b>	0,272	0,435	0,18

## **PREMAZANE TISKOVNE POVRŠINE**

Prosječna visina premazane površine nakon mjerenja je 0,274 mm što je za 0,002 mm manje od očekivane idealne visine. Standardna devijacija je 0,003 mm. Ova odstupanja mogu se objasniti na nekoliko načina. Prvi razlog odstupanjima od idealne visine može biti da mala količina laka se ipak upije u premazanu površinu. Drugi razlog za pojavu tih odstupanja može biti i ne idealno razlijevanje laka na način da pojedini dijelovi budu malo viši, a neki malo niži jer kao što je vidljivo iz tablice u pojedinim mjerenjima dobili smo i malo veću visinu od predviđene maksimalne visine kao što je 0,28 mm. To daje naznaku da pri razlijevanju laka na određeni dio arka i stranu površine se razlila veća količina laka. Do te pojave može doći, ako površina nije idealno ravna, nego je blago valovita.

Iako je došlo do sitnijih odstupanja od idealne visine i dalje je vidljivo iz mjerenja da premazane tiskovne površine jako stabilno zadržavaju UV lak na sebi s minimalnim oscilacijama. Iz tog razloga se može zaključiti da su povoljne za aplikaciju UV laka.

## **NEPREMAZANE TISKOVNE POVRŠINE**

Druga tiskovna površina na kojoj su bila izvedena mjerenja je nepremazana tiskovna površina. Prije samog mjerenja unaprijed je bilo lakše za predvidjeti da zbog izostanka premaza doći će do upijanja laka u površinu kao što je iz mjerenja bio slučaj.

Prosječna visina nepremazane površine s lakom je 0,435 mm, što je 0,031 mm manje od idealne visine te također znači da se oko 85% laka u prosjeku upilo u nepremazanu površinu. Standardna devijacija je bila 0.004 mm, što znači da su oscilacije upijanja otprilike 10% u većini slučajeva. U rezultatima mjerenja također je na nekoliko mjesta bilo prikazano da se lak u potpunosti upio u površinu.

Iz ovih rezultata može se izvući nekoliko bitnih zaključaka. Prvo, upijanje UV laka oscilira u većoj ili manjoj mjeri, ali nakon prve aplikacije laka gotovo da nema skoro nikakve količine UV laka na samoj tiskovnoj površini jer se većina upila u površinu.

Drugi zaključak je da se ne može očekivati stabilan rezultat i željena visina laka nakon samo jednog prolaza UV laka po nepremazanoj tiskovnoj površini. Dakle da bi dobili stabilniji rezultat i dobili željenu visinu laka potrebno je osigurati barem 2 prolaza nepremazane tiskovne površine kroz stroj.

Treći zaključak iz ovih mjerenja je da pri samom radu na nekom nalogu s nepremazanom tiskovnom površinom mora se osigurati veća količina araka samog naloga jer povećanjem broja prolaza istog arka kroz neki stroj može doći do različitih pomaka pri ulazu u stroj što znači da lak u drugom ili trećem prolazu se neće razliti na istom mjestu kao i na prvom prolazu i nećemo dobiti željenu visinu na svim pozicijama.

### **PLASTIFICIRANE TISKOVNE POVRŠINE**

Plastificirane površine su se pri ovom mjerenju se pokazale najtočnije od oba prethodna slučaja. Dakle, srednja visina laka je 0,176 mm što se poklapa s idealnom predviđenom visinom laka, a standardna devijacija je 0,003 mm.

Pri samim mjerenjima oscilacije visine su bile minimalne dok tek na pojedinim mjestima dolazilo je pojave ili veće od idealne visine ili malo manje.

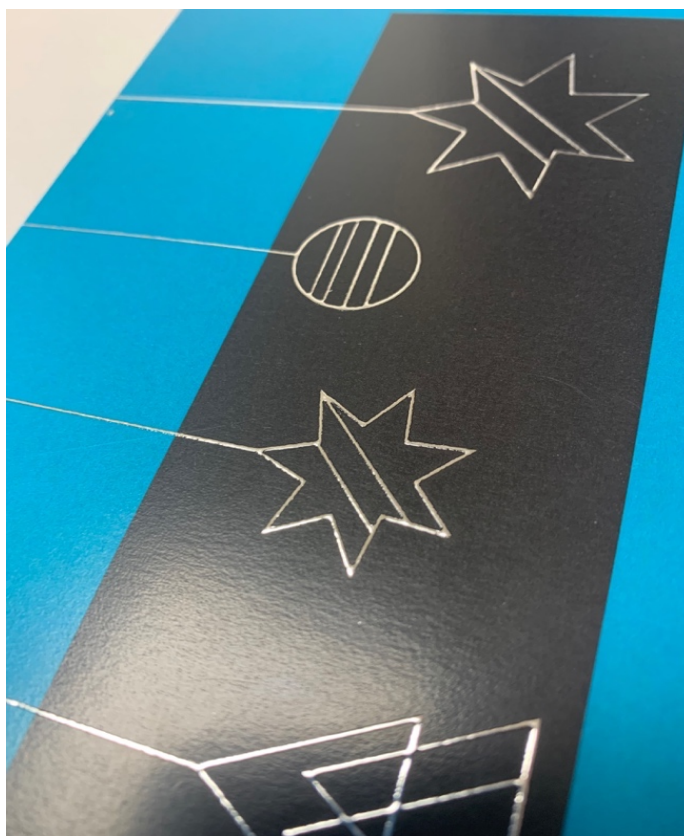
Stabilna visina laka nije bila upitna na plastificiranim površinama jer se u plastiku lak ne može upiti, ali iz tog razloga razlijevanje UV laka je malo kompliciraniji problem koji je uvjetovan samim nabojem plastificirane površine jer taj naboj utječe na energiju aktivacije površine, pa ovisno o plastici lak se može manje ili više razliti i stabilnije zadržati na površini.



### 4.3. Primjeri primjene UV lak tehnologije u grafičkoj industriji i njihov utjecaj na ponudu grafičkih proizvoda

Primjenom UV lak tehnologije moguće je oplemeniti razni broj grafičkih proizvoda. Samom primjenom te tehnologije se dodaje nota prestiža proizvodima na kojima je apliciran UV lak. [7] Kao što je i slučaj za foliotisak dodatkom malo egzotičnijih tehnologija od samog standardnog tiska poput tehnologije UV laka se obogaćuje proizvod i privlači interes klijenata.

UV lakom možemo obogatiti pozivnice, posjetnice, razne naljepnice, etikete za ambalaže, plakate, presvlake za knjigoveške proizvode i još puno toga (Slika 14,15,16,17,18).



*Slika 14 UV lak + foliotisak na pozivnici*



*Slika 15 UV lak na koricama*



*Slika 16 UV lak na ambalaži*



*Slika 17 UV lak + foliotisak na plakatu*





*Slika 18 Kombinacija UV laka i digitalnog foliotiska*

Bitno je i opet za napomenuti mogućnost UV lak tehnologije da zbog svoje sposobnosti izradi trodimenzionalnih otisaka može otisnuti Braillevo pismo na razne premazane i plastificirane tiskovne podloge. [8] Ta mogućnost izvedbe proizvoda na kojima je potrebno dati neke naznake Braillevim pismom je od velikog značaja jer UV lak kao digitalna tehnologija nema problem s izradom proizvoda iznimno malih naklada te samim time može otvoriti vrata da približi grafičke proizvode nažalost često zakinutom djelu populacije.

## 5. ZAKLJUČAK

UV lak tehnologija je omogućila i dopustila jedan važan iskorak digitalnim tehnologijama tiska. Pojavom ove tehnologije pomaknute su granice luksuznih proizvoda te svojom pojavom je osigurala svoje mjesto na tržištu grafičkih proizvoda.

UV lak strojevi i tehnologija iz dana u dan rastu i napreduju. Svaka nova generacija strojeva pomiče daljnje granice tehnoloških ograničenja ove tehnologije te time povećava konkurentnost te tehnologije što se tiče brzine, cijene i kvalitete.

UV lak strojevi današnjice kao takvi su već na iznimno visokoj razini kompetentnosti. Većina procesa rada na UV lak strojevima je automatizirana, a brzina rada ovisi o količini apliciranog laka na neku površinu što može značajno utječe na brzinu rada. Održavanje UV lak strojeva je također optimizirano vremenski i po složenosti da operateri na UV lak stroju ne trebaju se naprezati previše fizički i mentalno jer je većina procesa održavanja također automatizirano.

Ponašanje UV laka na tiskovnim površinama varira, tj. Podijeljeno je na možemo reći dva puta na dva ekstrema.

Prvi ekstremi su ponašanje razlijevanja UV laka na tiskovnim podlogama, koje dijelimo na tiskovne podloge na kojima nema problema sa razlijevanjem laka poput premazanih i plastificiranih površina. I problematične podloge kao što je većina nepremazanih tiskovnih površina.

Drugi ekstrem ponašanja postoji s vezom na otpornost na struganje. To je jako bitan kriterij jer ako se lak dobro ne drži na podlogu i može s lakoćom sastrugati to onda predstavlja velik rizik na samu pojave reklamacije naklade. Dvije glavne podjele su na rizične skupine kao što je dio plastificiranih površina, pa ako operater nije radio s tom nekom površinom onda je preporučeno da napravi probe prije samog izvršenja radnog naloga i napravi test za struganje. Druga skupina su slabo rizične skupine poput premazanih i nepremazanih površina.

Sve u svemu za dobivanje maksimuma od UV lak tehnologije najbitnija je dobra komunikacija između tehnologa i dizajnera da bi u dijalogu s obzirom na današnje limitacije tehnologije, koje su iz generacije u generaciju sve manje, osigurali maksimalno kvalitetan proizvod jer ponašanje UV laka varira ovisno o veličini prekrivene površine, visini laka i naravno tiskovnoj podlozi.

## 6. LITERATURA

### 6.1. Literatura

1. <https://www.pcimag.com/articles/86069-formulating-and-processing-pigmented-uv-coatings-latest-investigation> , korišteno dana 02.04.2021.
2. <https://oneilprint.com/uv-coating-vs-lamination/> , korišteno dana 10.05.2021.
3. <https://www.printingforless.com/UV-Coating-For-Printing.html> , korišteno dana 22.05.2021.
4. Sonja Jamnički Hanzer, Široko primjenjivi plastomeri poliolefini (PE, PP) – Obrada površine polimernih materijala
5. Konica Minolta, MGI JETVARNISH 3DS User Manual
6. <https://www.vetaphone.com/our-offering/corona-treatment> , korišteno dana 22.05.2021.
7. <https://www.psprint.com/resources/what-is-uv-coating/> , korišteno dana 22.05.2021.
8. Vujčić, Đorđe ; Kašiković, Nemanja ; Stančić, Mladen ; Majnarić, Igor ; Novaković, Dragoljub, UV ink-jet printed braille: a review on the state-of-the-art

### 6.2. Slike

1. Slika 1 Spremnik UV laka – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
2. Slika 2 SHEMA JetVarnish 3DS – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
3. Slika 3 JetVarnish 3DS – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
4. Slika 4 Sustav za ulaganje – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
5. Slika 5 Prijelaz iz sustava za ulaganje na ulagači most – iz vlastite arhive– korišteno 15.04.2021.
6. Slika 6 Ulagači most – iz vlastite arhive - korišteno 15.04.2021.
7. Slika 7 UV lak glave – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
8. Slika 8 UV lampe u sustavu za osvjetljavanje – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
9. Slika 9 Izlaganje – iz vlastite arhive- korišteno 15.04.2021.
10. Slika 10 Skener – iz vlastite arhive – korišteno 15.04.2021.
11. Slika 11 Tekućina za čišćenje stroja – iz vlastite arhive – korišteno 30.04.2021.

12. Slika 12 Nestanak laka zbog greške na glavi – iz vlastite arhive – korišteno 22.05.2021.
13. Slika 13 Premazani papir(bijeli kvadrat), nepremazani papir(sivi kvadrat), plastificirani papir(plavi kvadrat) – iz vlastite arhive – korišteno 1.05.2021.
14. Slika 14 UV lak + foliotisak na pozivnici – iz arhive Macan d.o.o. – korišteno 22.05.2021.
15. Slika 15 UV lak na koricama – iz arhive Macan d.o.o. – korišteno 22.05.2021.
16. Slika 16 UV lak na ambalaži – iz arhive Macan d.o.o. – korišteno 22.05.2021.
17. Slika 17 UV lak + foliotisak na plakatu – iz arhive Macan d.o.o. – korišteno 22.05.2021.
18. Slika 18 Kombinacija UV laka i digitalnog foliotiska – iz arhive Macan d.o.o. – korišteno 22.05.2021.

### **6.3. Tablice**

1. Tablica 1 Brzina stroja ovisno o količini laka – vlastiti uradak – korišteno 15.04.2021.
2. Tablica 2 Tiskovne površine nakon aplikacije laka – vlastiti uradak – korišteno 30.04.2021.