

TISKARSKI POSTOPKI 2

Sitotisk 2014/15

1

fppt.com

UVOD

Tehnika sitotiska je stara že več kot 14 000 let (v jamah odtisi ...)
Kitajci, šablonski tisk – tisk tekstila.

L. 1907 Simuel Simon patentiral sitotisk –
uporaba mlinarske tkanine iz naravne svile.

Prepusni tisk

- § sitotisk
- § ciklostil
- § digitalni propustni tisk

Serigrafija



2

fppt.com

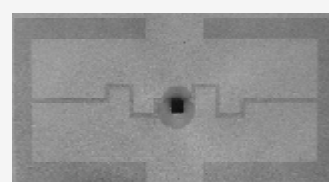
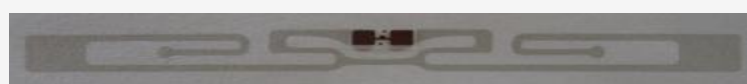
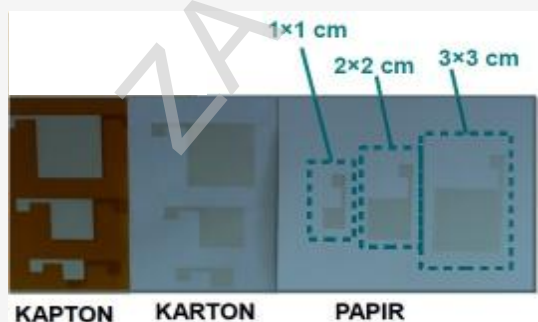
UVOD



3

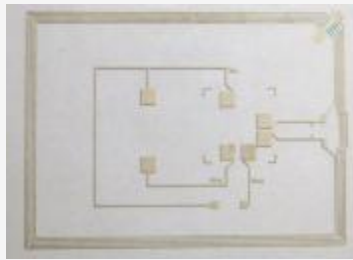
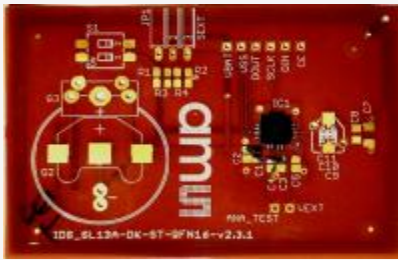
UVOD

- senzorji vlage na papirju
- tiskane RFID antene UHF značk



4

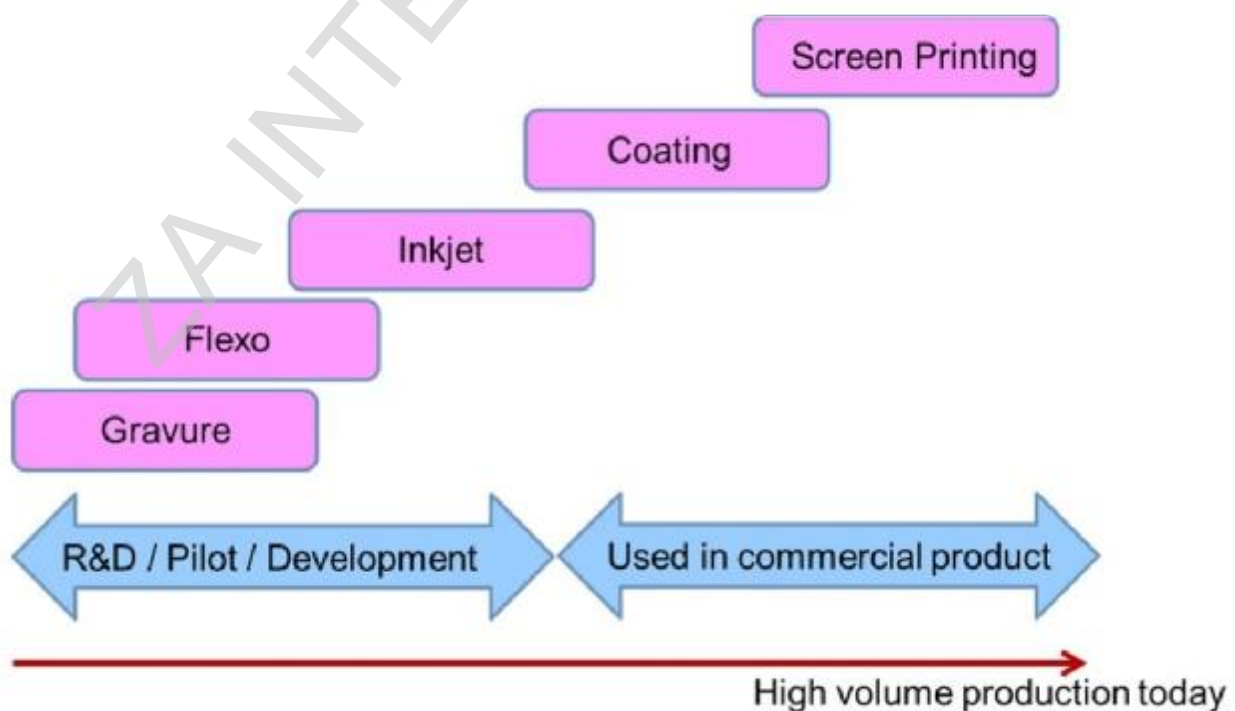
UVOD



fppt.com

UVOD

Current commercial status of printing by volume



Source: IDTechEx report "Printing Equipment for Printed Electronics 2014-2025" (www.IDTechEx.com/PEequip)

fppt.com

UVOD

Največji del trga je sitotisku prevzel kapljični tisk.
(Fespa > Fespa Digital)

Je standardizirana tehnika tiska – SIST ISO12647-5: 2015

Prednosti

- q visoka tiskarska prehodnost
- q tisk na različne materiale, različnih formatov
- q velik nabor barv
- q ...

7

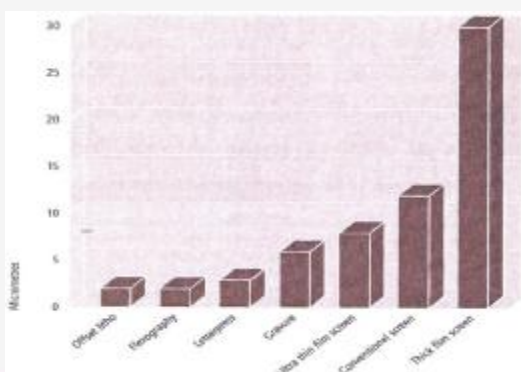
fppt.com

UVOD

Debelina odtisa:

- q nekje med 8 in 125 μm
 - q odvisna je od:
 - mrežice 50%
 - izbira emulzije 20%
- } objektivni vpliv – 70 %

Pritiska, kota in trdote strgala (rakla) 30% - vpliv tiskarja 30 % (ročni tisk).

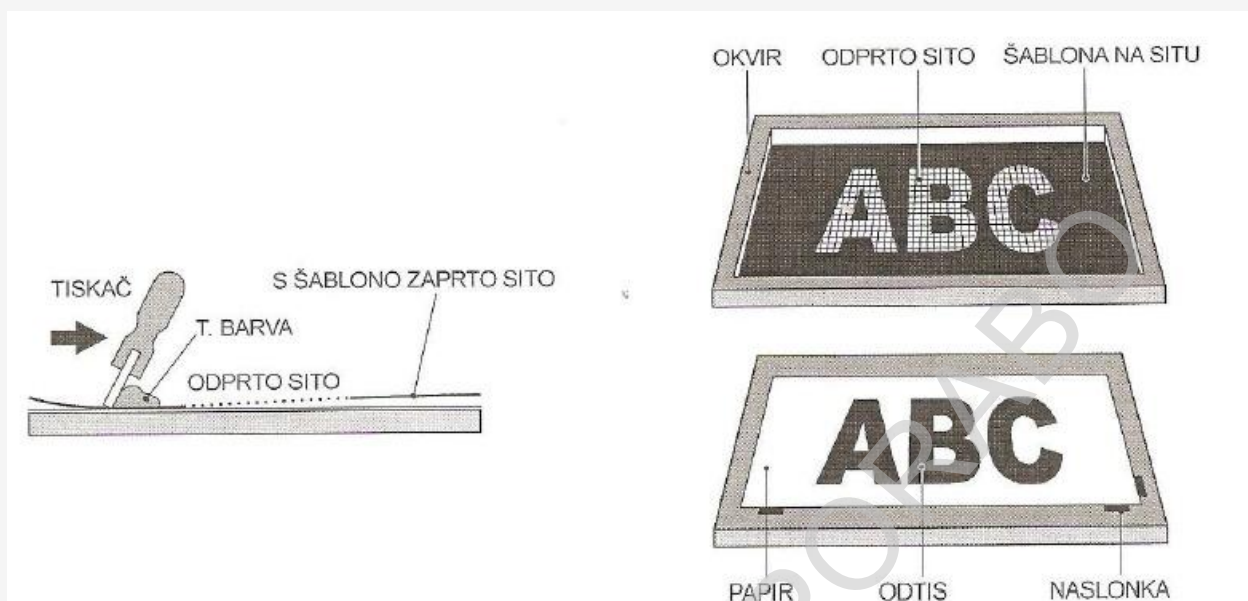


Technical capabilities of printing processes		
Technology	Smallest Resolution (μ)	Ink Film Thickness (μ)
Gravure	15	0.5 - 10.0
Flexography	20	1.0 - 3.0
Lithography	15	0.5 - 2.0
Screen	~50	5.0 - 35.0
Pad Printing (indirect gravure)	25	5.0 - 20.0
Inkjet	15 - 50	0.3 - 24.0
Micro-Dispensing	50	5.0 - 120.0
LIFT (Laser Initiated Forward Transfer)	~10	0.01 - 1.0
Micro contact Print	1 - 5	0.1 - 1.0
Nano imprint lithography	<0.1 - 1	0.001 - 0.01

Source: Pira International

8

UVOD



9

fppt.com

SITOTISKARSKA MREŽICA

- q svila
- q poliester – PES
- q poliamid – PA (nylon)

Tradicionalno se je uporabljala svila
(silk screen printing – še ohranjen izraz)

Svila:

- q mehansko ni dovolj trdna – trganje vlaken
- q preveč elastična
- q hidroskopična
- q ...

10

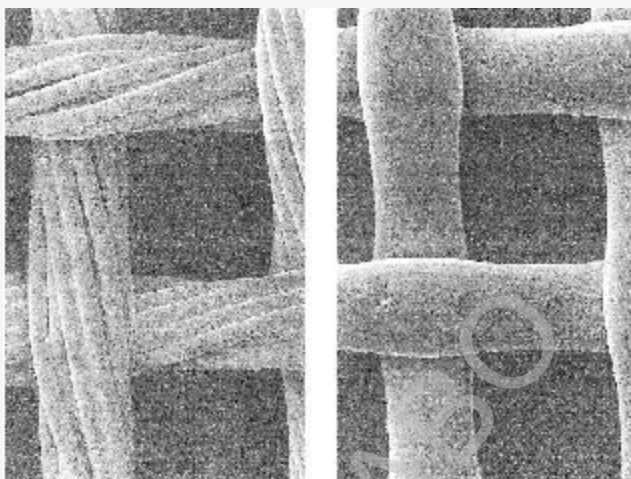
SITOTISKARSKA MREŽICA

Multifilamenti, multifilne

Monofilamenti, monofilne
(200 niti/cm)

Monofilne mrežce

- q večja trdnost
- q manjša elastičnost
- q boljši prenos TB
- q lažje čiščenje
- q boljši oprijem kopirnega sloja



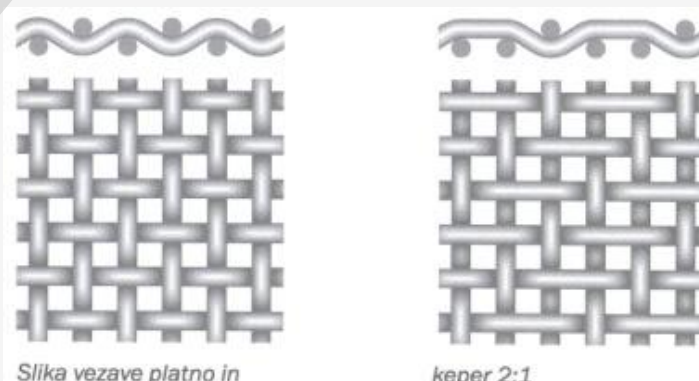
11

SITOTISKARSKA MREŽICA

q vezava platno
(osnove : votka = 1:1)

q vezava keper
(pri visokih gostotah tkanja, gre za prepletanje 2:1, 2:2, 3:3)

Pri vezavi keper (nevarnost moarea) > uporaba vezave platno.



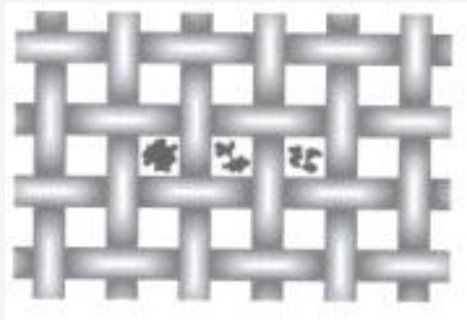
12

SITOTISKARSKA MREŽICA

GEOMETRIČNE LASTNOSTI

Velikost odprtin med nitmi – w (μm):

q ustrezna prepustnost TB, pigmentni delci za faktor 0,3 manjši od velikosti odprtin w.



Stopnja odprtosti sita – ao (%):

q vsota vseh odprtin na celotni površini sita (npr. 30,5 %)

Teoretični barvni volumen – Vth (cm³/m²):

q stopnja odprtosti sita, debelina mrežice - D
 $(a_0 \times D)/100 = V_{th}$

Npr. 18 cm³/m² , mokra plast TB je 18 μm. Za realnejši rezultat bi morali upoštevati še vpliv vpojnosti TM, razredčenje TB ...

13

SITOTISKARSKA MREŽICA

GEOMETRIČNE LASTNOSTI

q osnova – št. (na cm) in debelina niti (premer – surove pred tkanjem!)

Geometrija določa:

- q kakovost tiska rastrskih slik
- q sposobnost iztiskanja TB
- q hitrost tiska
- q debelino nanosa (porabo TB, sušenje)

Parametri:

- q velikost odprtin med nitmi, W (μm)
- q stopnja odprtosti sita, ao (%)
- q debelina sita (tkanine) , D (mm)
- q teoretični barvi volumen, Vth (cm³/cm²)

Primer: PET 1000 **140-34** Y PW OSC

14

SITOTISKARSKA MREŽICA

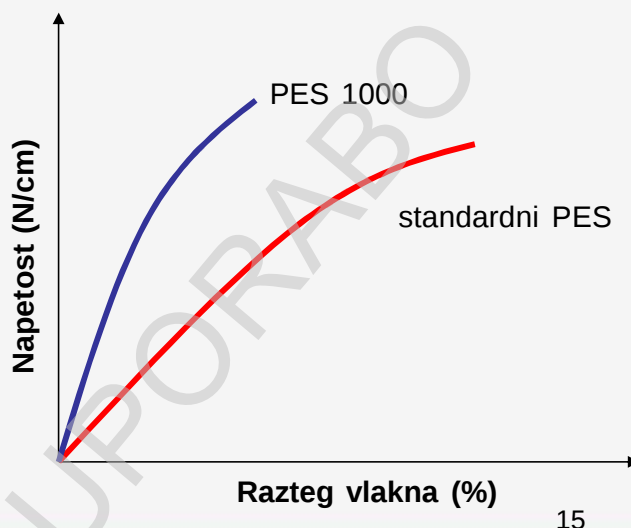
POLIESTER - PES

Prednosti:

- q visoka natezna trdnost
- q dobra mehanska obstojnost
- q dobra odpornost na obrabo
- q neobčutljivost na klimatske razmere
- q zelo odporen proti mineralnim kislinam
- ...

Slabosti:

Občutljiv na alkalijske – trdnost se zmanjša.



SITOTISKARSKA MREŽICA

POLIAMID PA (NYLON)

- q zelo dobre mehanske obstojnosti
- q visoka odpornost na obrabo
- q dobra omočljivost
- q visoka elastičnost
- q dobra povratna elastičnost (100% pri 2% raztezu)
- q ...

Slabosti:

- q občutljiv na kisline - vlakno oslabi, se razkroji.

Modificiran PA 2000 – boljši odlep, barvna iztisljivost z dobro elastičnostjo omogoča dobro naleganje na neravne površine.

SITOTISKARSKI OKVIR

Izdelava TF poteka v dveh delih:

1. izdelava sita
2. izdelava TF na situ

Izdelava sita - mrežica in okvir.

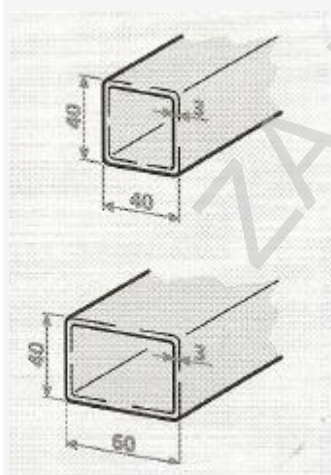
- q leseni (dimenzionalno nestabilni, občutljiv na vlago, T...)
- q kovinski (npr. Al ali korozijsko zaščiten Fe...)
- q zagotoviti togost in trdnost
- q spojen vijačno, z varjenjem ali v enem kosu

17

fppt.com

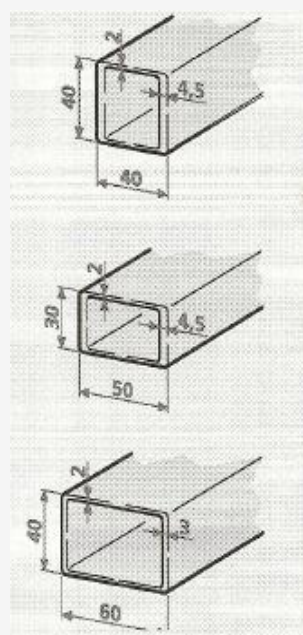
SITOTISKARSKI OKVIR

Profili okvirjev



pravokotni profili

Profili z enako debelimi stenami



posebni profili

Profili z ojačanimi vertikalnimi stenami

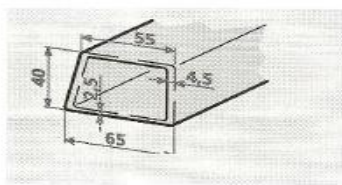
18

fppt.com

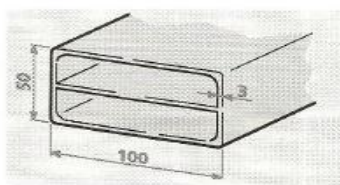
SITOTISKARSKI OKVIR

Profili okvirjev

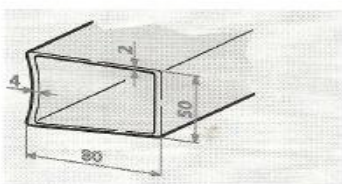
posebni profili



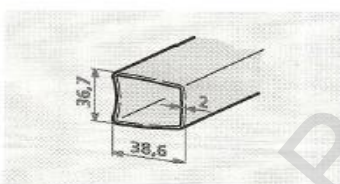
Profil z poševnim notranjim robom (slope)



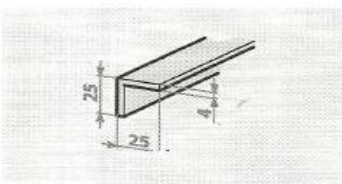
Profil z vmesno steno



Profil z votlim klinom



Profil z votlim klinom in ožjo zunanjo stranico (tekstilni tisk)



Kotni profil za posebne zahteve (tisk teles)



Plosko jeklo za okvirje za tisk CD

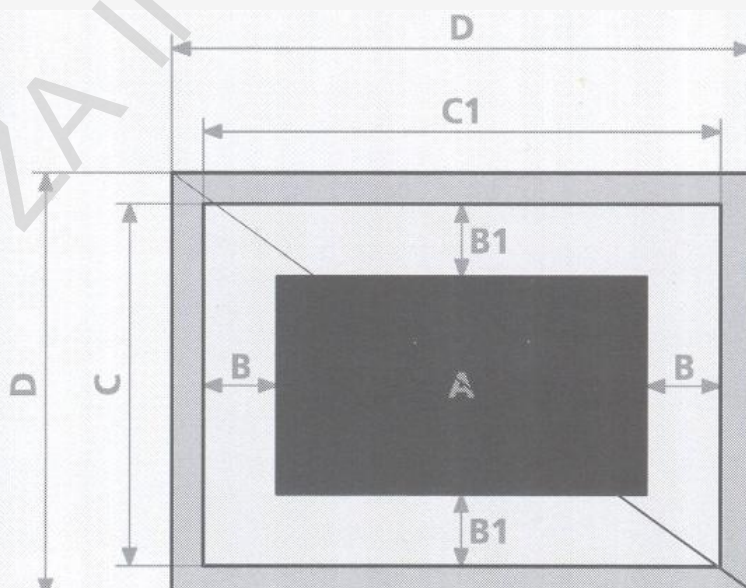
19

fppt.com

SITOTISKARSKI OKVIR

Velikost

q vsaj en formatni razred večji od tiskovne površine.
Upoštevati pas, kjer puščamo TB - prištejemo k meri slike.
Premajhen pas za TB - težave z naležno piko.

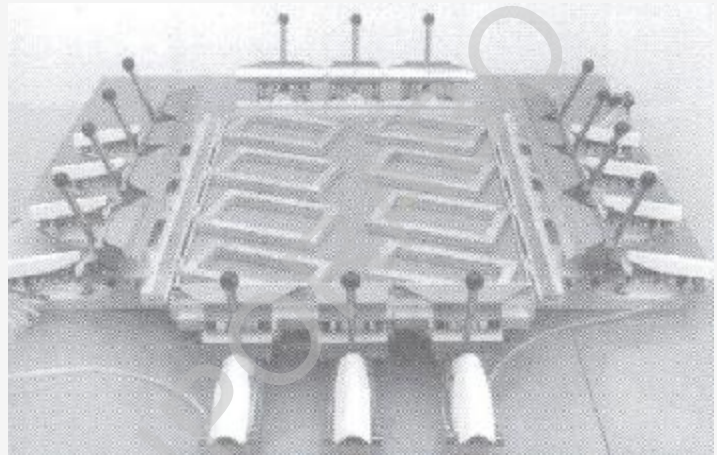
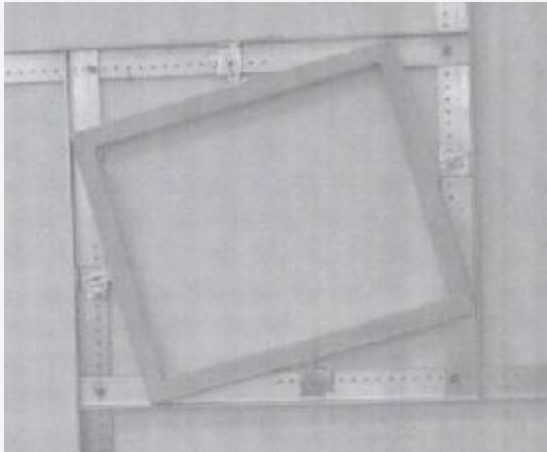


20

SITOTISKARSKI OKVIR

Napenjanje mrežice

- q ročno
- q mehansko
 - § samonapenjalni okvirji
 - § napenjanje z vreteni
- q pnevmatsko

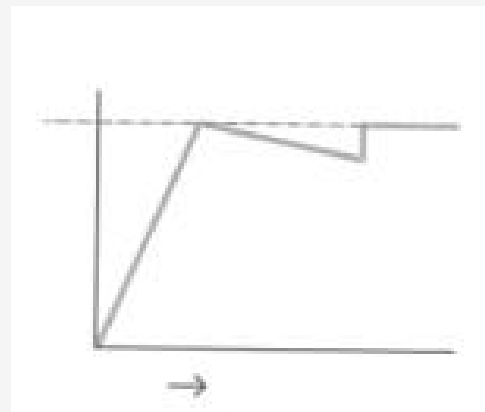


21

SITOTISKARSKI OKVIR

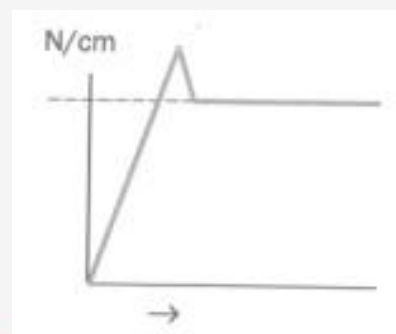
Standardna metoda napenjanja

- tkanino napnemo na želeno napetost
- počakamo nekaj minut
- ponovno napnemo na končno napetost
- manjši kasnejši padec napetosti



Hitra metoda napenjanja

- tkanino napnemo na 15 % višjo vrednost od želene napetosti
- prilepimo (brez faze relaksacije)



Paziti moramo na klimatske razmere!

22

TISKOVNA FORMA

Izdelava predlog za kopiranje:

- q ročno
- q fotografsko
- q CTS (Computer to screen)

- q Fotoemulzija (diaz - fotopolimerne ...)
- q 340 – 440 nm
- q TF - šablona
- q **film – pozitiv!!!**
- q film in TF se osvetlujeta skupaj

23

TISKOVNA FORMA

Izdelava kopirne predloge z CTS (Computer to Screen)

- q podatki iz računalnika > na RIP > odtisnemo s kapljičnim tiskalnikom
- q neposredno brizganje UV voska ali UV nepropustne TB na premazano mrežico
- q sledi osvetlitev in izpiranje

konvencionalna izdelava	CTS
barvna separacija	barvna separacija
izdelava filma	
razvijanje filma	
izdelava celotnega filma	
montaža na šablono	nanašanje emulzije IJ - izdelava TF in osvetlitev
arhiviranje filmov	
razvijanje TF	razvijanje TF

24

TISKOVNA FORMA

Izdelava kopirne predloge z CTS (Computer to Screen)

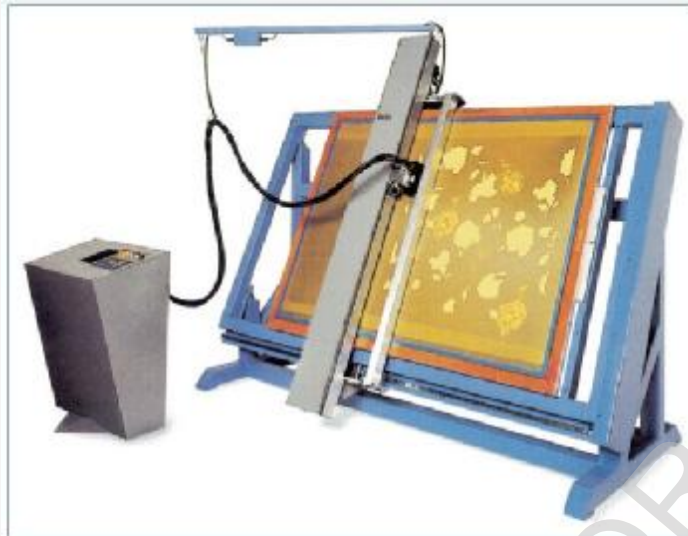


Fig. 2.4-8

Imaging a screen printing plate (creating a mask) using the ink jet process, wax-type ink, 1016 dpi resolution (JetScreen, Lüscher)
(Note: light yellow areas (wax emulsion) correspond to the print image, the wax emulsion is washed off with water after exposure)

25

fppt.com

TISKOVNA FORMA

INDIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

- q suho sito omočimo z vodo
- q položimo kopirno folijo
- q sito pustimo da se posuši
- q s posušenega sita odstranimo zaščitno folijo
- q dodamo film in osvetljujemo
- q po osvetljevanju očistimo sito in ga posušimo
- q nanese tiskarsko barvo

prednosti

- q visoka kvaliteta odtisa
- q ni vpliva na čas osvetljevanja

slabosti

- q samo za manjše naklade

26

TISKOVNA FORMA

INDIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF



27

TISKOVNA FORMA

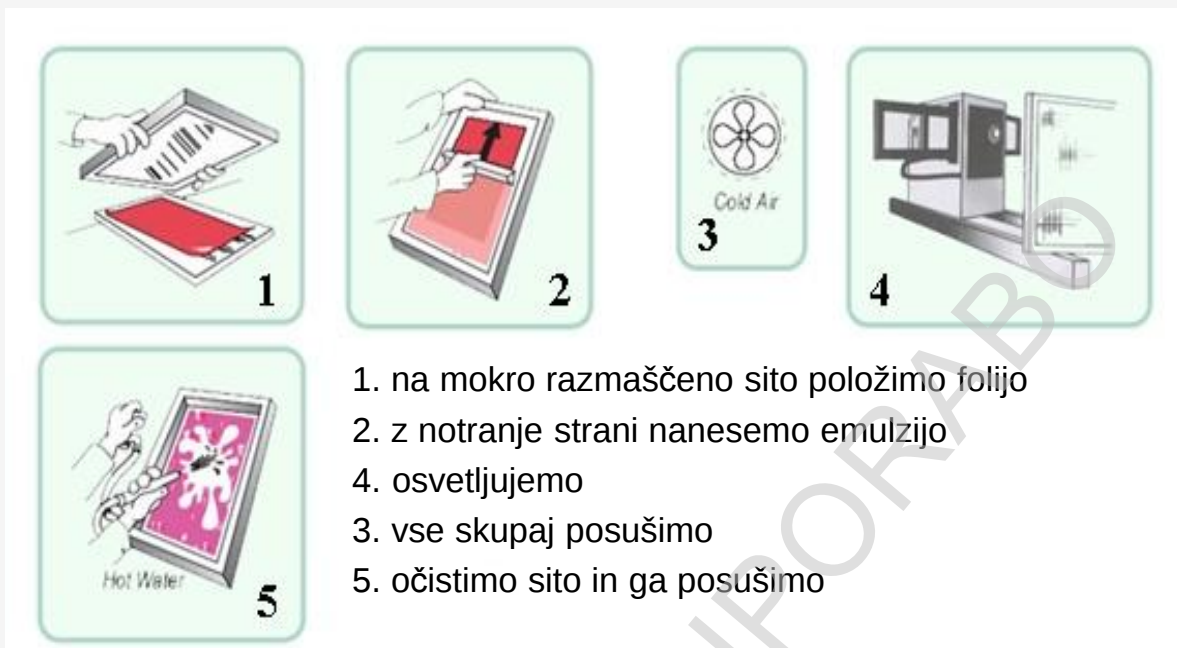
DIREKTNO-INDIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

- q sito omočimo in odstranimo vso maščobo
- q na zunanji okvir položimo folijo
- q notranjo stran oslojimo z emulzijo
- q posušimo
- q odstranimo folijo
- q osvetljujemo

28

TISKOVNA FORMA

DIREKTNO-INDIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF



29

TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

- q čisto sito oslojimo z emulzijo
- q pustimo da se emulzija posuši
- q skupaj s filmom osvetljujemo
- q po osvetljevanju sito očistimo in ga ponovno posušimo
- q nanesemo tiskarsko barvo

prednosti

- q za večje naklade

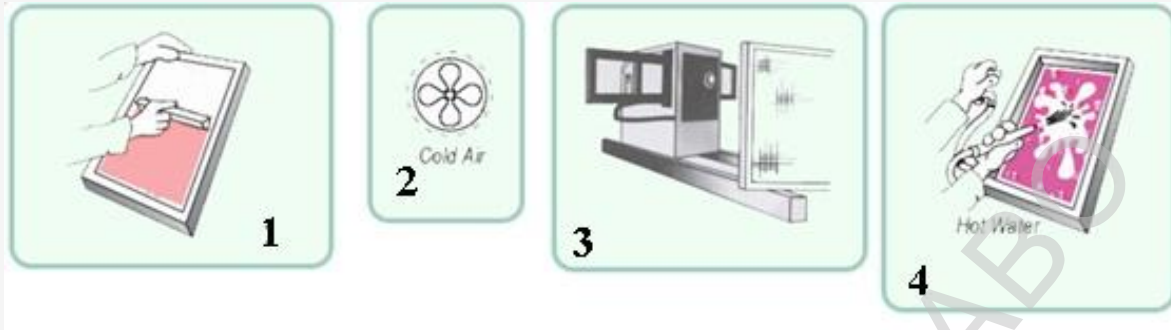
slabosti

- q slabša kakovost tiskovne forme
- q dolgotrajen postopek

30

TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF



1. čisto sito oslojimo z emulzijo
2. sito dobro posušimo
3. skupaj s filmom osvetljujemo
4. očistimo sito in ga posušimo

31

TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

Ponovljivost izdelave odvisna od:

- q premazovanja
- q mrežice
- q emulzije

Raziskava KIWA je pokazala:

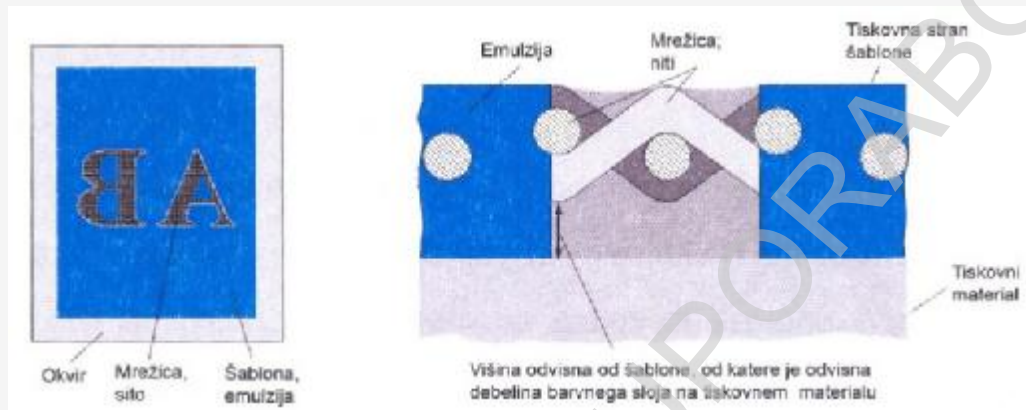
- q debelina nanosa emulzije se zmanjšuje z večanjem hitrosti
- q grobe mrežice - občutljive na hitrost premazovanja, fine NE

32

TISKOVNA FORMA

Kakovostna TF – šablona

- q odpornost na vodo in topila
- q mehanska odpornost
- q ostri robovi, ostre, gladke vertikalne stene



33

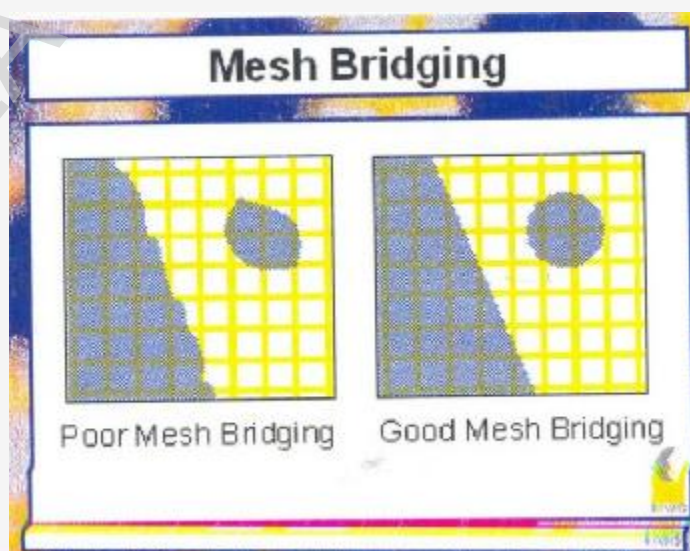
fppt.com

TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

Zahteve za kakovostno šablono

- q "Mesh bridging" > sposobnost emulzije, da "prečka" odprtino sita (pretanek nanos > "grdo prečkanje" > nazobčanje robov)



34

fppt.com

TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

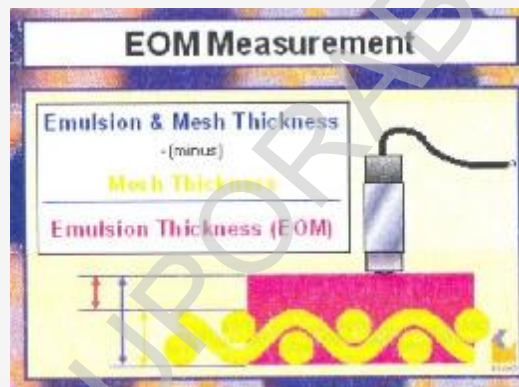
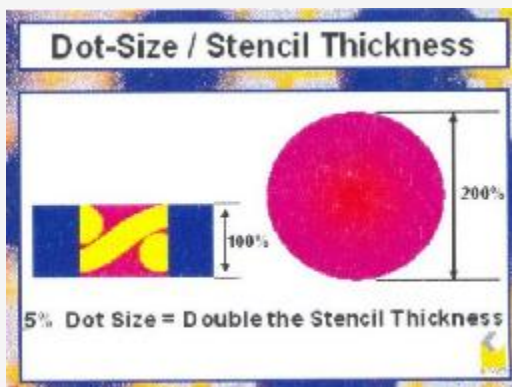
Debelina sloja emulzije

q mora biti minimalno 4 – 5 mm in max. 25 % debeline mrežice.

q odvisna tudi od debeline mrežice.

Premer najmanjšega detajla > 100 % večji od višine šablone (mrežice in emulzije skupaj)

Najfinejši detajl = 2×premer niti + premer odprtine mrežice



35

fppt.com

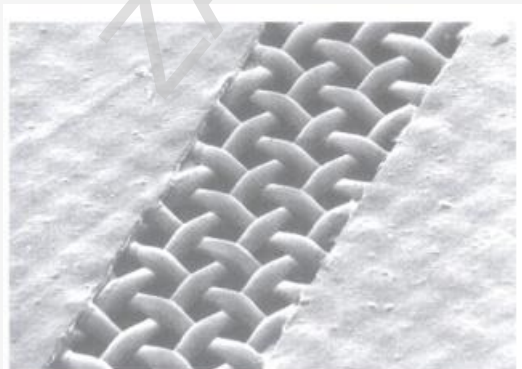
TISKOVNA FORMA

DIREKTEN POSTOPEK IZDELAVE TF

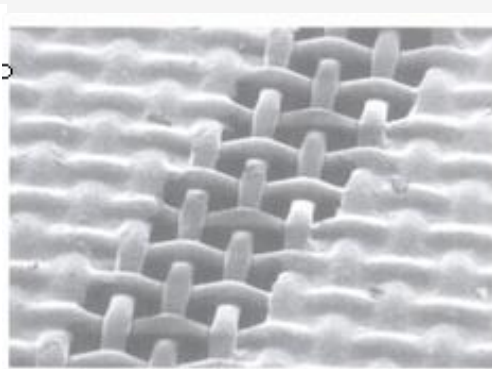
Zahteve za kakovostno šablono:

q ločljivost > sposobnost emulzije, da reproducira najfinejši detajl
debelina sloja emulzije

Pri tisku zelo finih detajlov - debelina šablone čim tanjša.



Korektni premaz



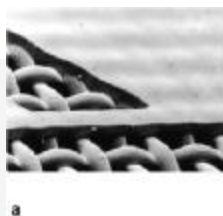
Pretanki premaz

36

fppt.com

TISKOVNA FORMA

Prerez tkanine emulzija film				
	Direktna šablona z emulzijo	Direktna šablona s filmom in emulzijo	Direktna šablona s filmom in vodo (kapilarni film)	Indirektna šablona
Mehanske lastnosti	Zelo dobre	Zelo dobre	dobre	Zadovoljivo
Obstojnost na topila	Dobra	Dobra	Dobra	Dobra
Ostrina robov	Dobra - zelo dobra	Zelo dobra	Zelo dobra	Zelo dobra
Naklada povprečno	50 - 70000	20 - 50000	10 - 30000	2000 - 5000
Stroški	Velik	Velik	Majhen	Srednji
Področja uporabe	Ploski tisk, tisk teles	Ploski tisk, tisk teles	Ploski tisk, tisk teles omejeno	Ploski tisk
Odstranjevanje	Težko	Težko	Lahko	Lahko



a Direct stencil;
b Direct/indirect stencil

37

fppt.com

TISKOVNA FORMA

VPLIV BARVE MREŽICE

Emulzija oz. kopirni sloj ima največjo spektralno občutljivost v UV delu spektra, 350 – 450 nm. Mrežica mora absorbirati čim več svetlobe; komplementarna – rumena barva.

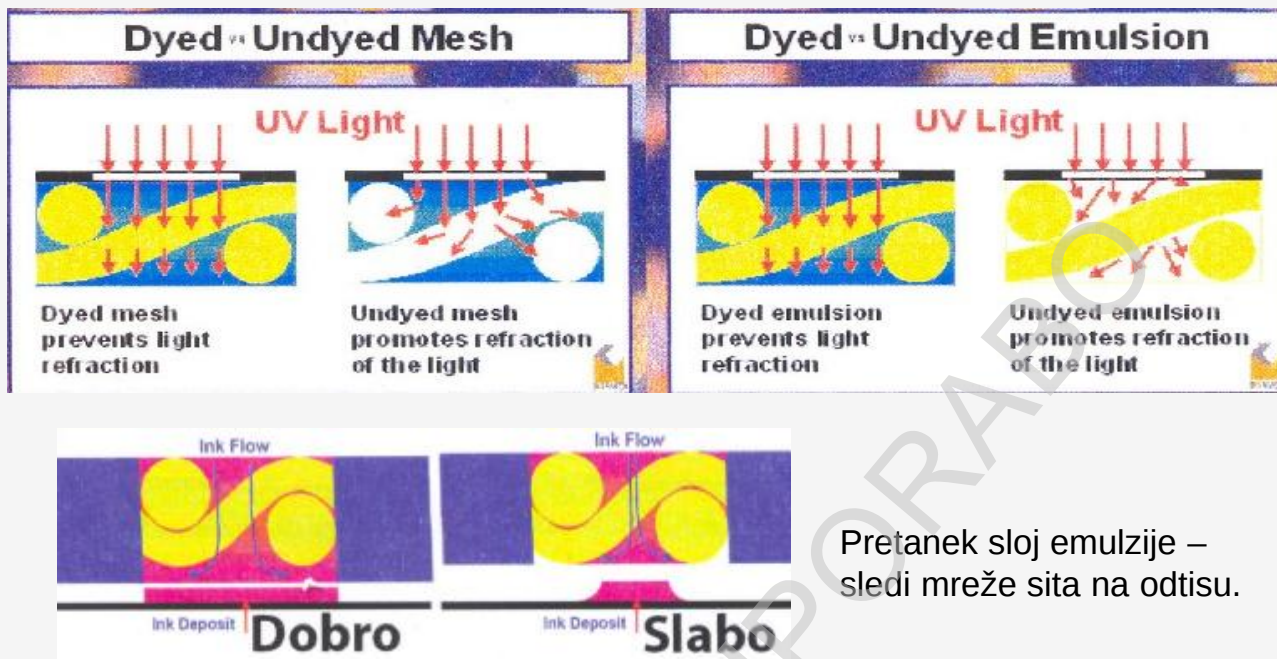
Bela mrežica – pojav podkupiranja:

- q svetlobo ne le reflektira, deluje kot optični kabel, svetloba potuje po vlaknu podosvetlitev šablone (**vedno pozitivni film!!!!**)
- q izguba ostrine TE

38

TISKOVNA FORMA

Vpliv barve mrežice, emulzije



39

Potočnik, A., Vpliv emulzije in oblike rastrske pike na barvno reprodukcijo v sitotisku, diplomska naloga, Ljubljana, 2006, 58 str. ppt.com

TISKOVNA FORMA

Svetlobni vir mora imeti spekter v UV delu

- q fluorescentne
- q halogenska

- q ksenonove žarnice
- q živosrebrne
- q metal-halidne
- q ...

Če poznamo spekter občutljivosti emulzije in sevalni spekter luči, lahko določimo osvetlitvene parametre (oddaljenost luči od šablone in čas osvetljevanja).

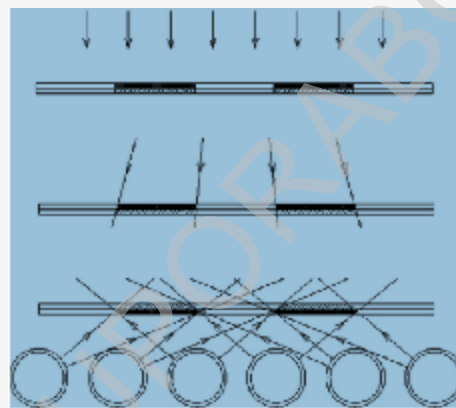
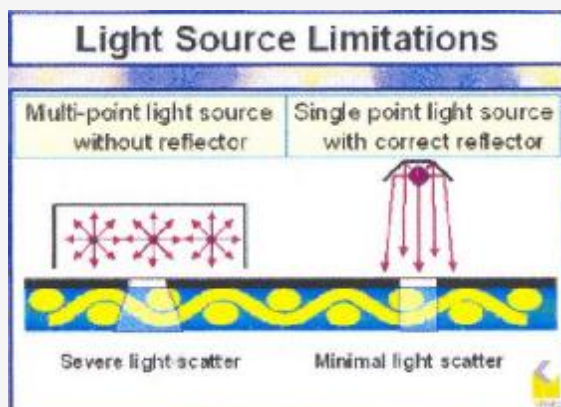
40

fppt.com

TISKOVNA FORMA

PREPREČITEV PODSVETLITVE

- q skrajšamo čas osvetlitve
(slabost – lahko se pojavi slaba odpornost na topila in vodo)
- q obarvana emulzija
- q obarvana mrežica
- q izbira svetlobnega vira



41

Potočnik, A., Vpliv emulzije in oblike rastrske pike na barvno reprodukcijo v sitotisku, diplomska naloga, Ljubljana, 2006, 58 str. fppt.com

TISKOVNA FORMA



Print made from
underexposed stencil

Print made from correctly
exposed stencil

Print made from
overexposed stencil

42

TISKARSKE BARVE

Splošna sestava tiskarske barve

- q kolorant (pigmenti)** (organskega ali anorganskega izvora)
- q nosilec / topilo** (tekočina, v kateri je suspendiran pigment)
- q vezivo** (sintetični polimeri, vezava pigmenta na TM)
- q zgostilo** (se raztopi v topilu, tvori suspenzijo. Navadno na osnovi amonijevih in natrijevih soli poliakrilne kisline (akrili, alkidi, epoksidi, poliestri, uretani in vinili). V vodi nabrekne > viskozna disperzija. Zagotovi primeren tek TB; po sušenju postane trdni del filma TB)
- q topilo** (za pripravo zgostila, da se lahko to veže s pigmentom)
- q dodatki** (prilagajanje viskoznosti, sušenja, teka TB ...)

43

fppt.com

TISKARSKI SISTEMI

Tiskovne geometrije:

- q** ravno – ravno
- q** ravno – okroglo
- q** okroglo - okroglo

TB se prenaša le linijsko v tiskovni črti – tudi pri geometriji ravno – ravno.

Različne stopnje avtomatizacije strojev:

- q** ročni
- q** polavtomatski
- q** avtomatski

44

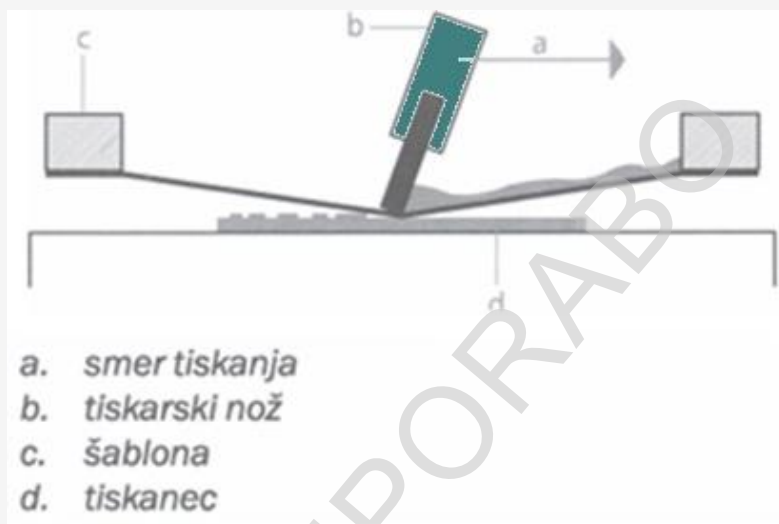
fppt.com

TISKARSKI SISTEMI

Ploski tisk

q tisk elastičnega in čvrstega, togega TM:

- § papir,
- § karton,
- § folije,
- § les,
- § keramika,
- § tekstil...



45

Sefar AG, Priročnik za sito in tekstilne tiskarje, Batik d.o.o. Kranj, 2004

fppt.com

TISKARSKI SISTEMI



Fig. 2.4-12 Flat-bed screen printing equipment (Siri/Steinmann)

Fig. 2.4-14
Semi-automatic screen printing machine
for printing on flat substrates
(Siri/Oschonow)



Rotating frame to take up screens for multicolor printing

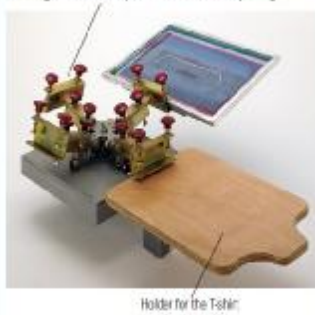


Fig. 2.4-13
Screen printing equipment for multicolor printing of T-shirts
(Siri/Steinmann)

46

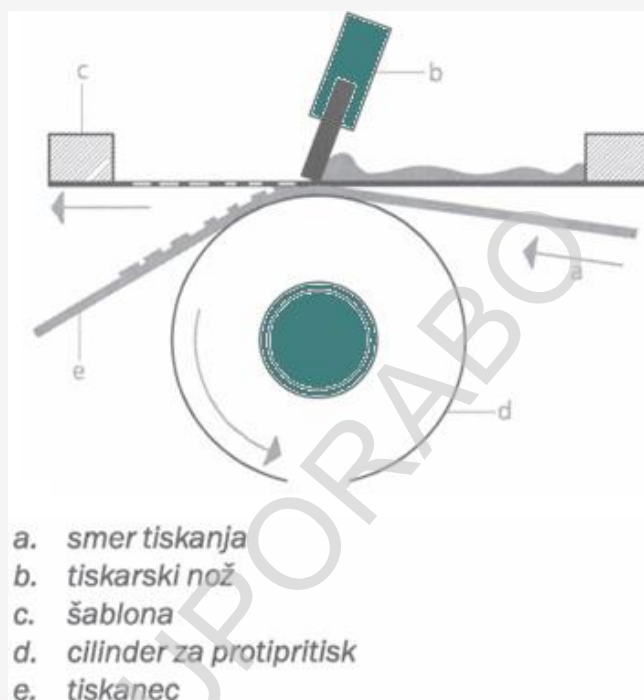
fppt.com

TISKARSKI SISTEMI

Cilindrični tisk

q tisk netogih, pregibnih materialov:

- § papir,
- § folije...



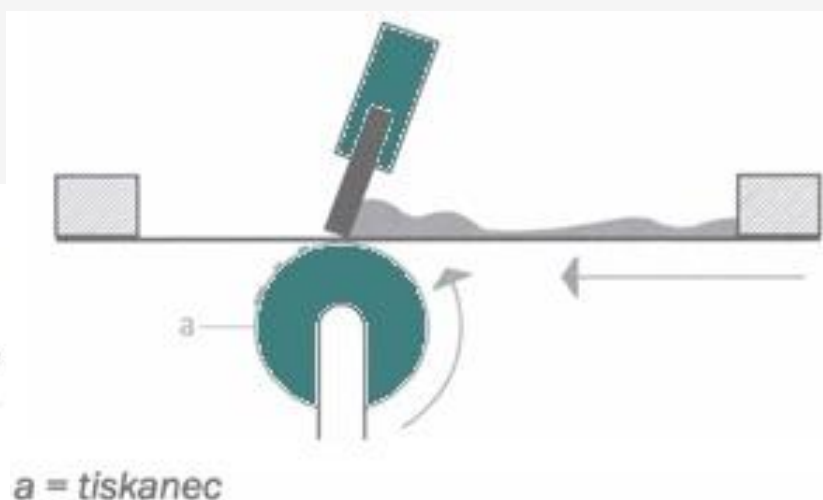
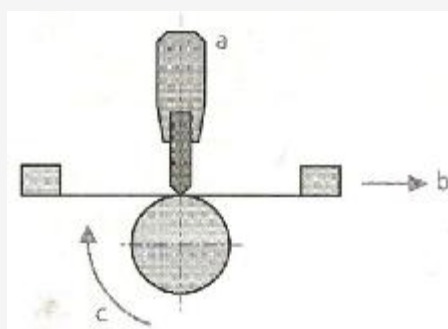
47

TISKARSKI SISTEMI

Okrogli tisk – tisk teles

q tiskanec deluje kot tiskovni valj – omogoči nasprotni pritisk. Tisk:

- § steklenice,
- § tube,
- § pločevinke,
- § lončki...



48

TISKARSKI SISTEMI

Fig. 2.4-15

Screen printing device for printing on curved objects/bodies (RokuPrint/Steinmann)

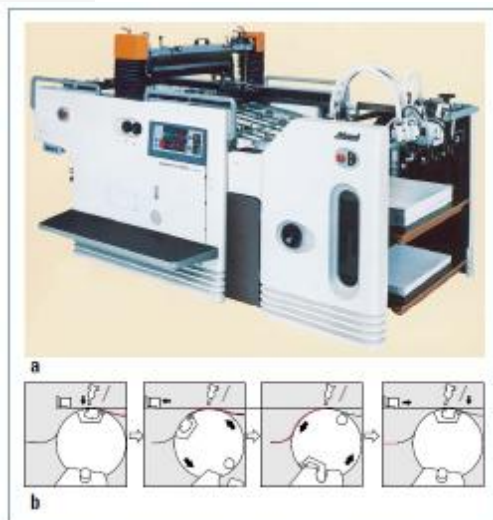


Fig. 2.4-17 Cylinder screen printing press (flat-round).

a Printing system (model: Maestro, Sakurai);

b The printing sequence



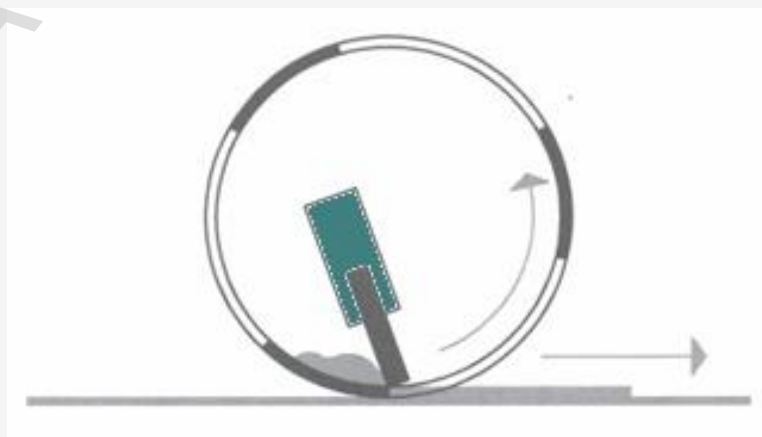
49

fppt.com

TISKARSKI SISTEMI

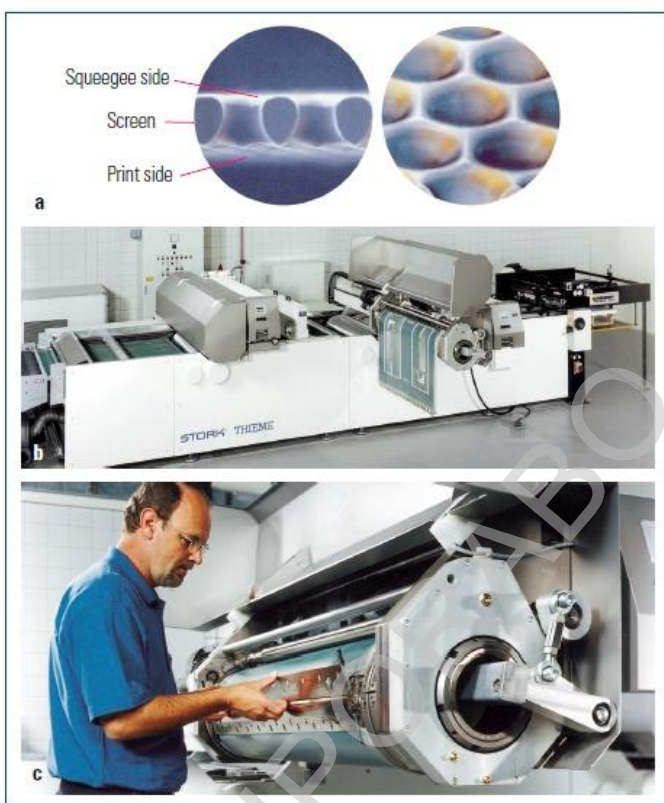
Rotacijski tisk

q npr.: tisk keramičnih ploščic



50

Fig. 2.4-9 Electroformed nickel screen.
a Structure of the openings (min. diameter up to 24 μm , up to 305 holes/inch, plate thickness 80 μm);
b General view of the rotary screen press;
c Fitting the flat printing plate on the cylinder (RotaPlate, Stork/Thieme)



51

fppt.com

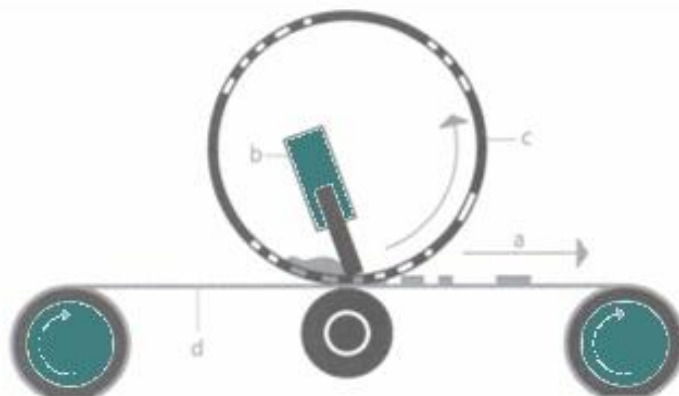
TISKARSKI SISTEMI

Rotacijski tisk – z valja na valj

q tiskarski valj je hkrati šablona. Lahko tiskamo na pole ali zvitke.

q tiskamo:

- § folije,
- § papir,
- § tekstil,
- § keramične ploščice...



- a. smer tiskanja
- b. tiskarski nož
- c. okrogla šablona
- d. tiskanec na valju ali transportnem traku

TISKARSKI SISTEMI

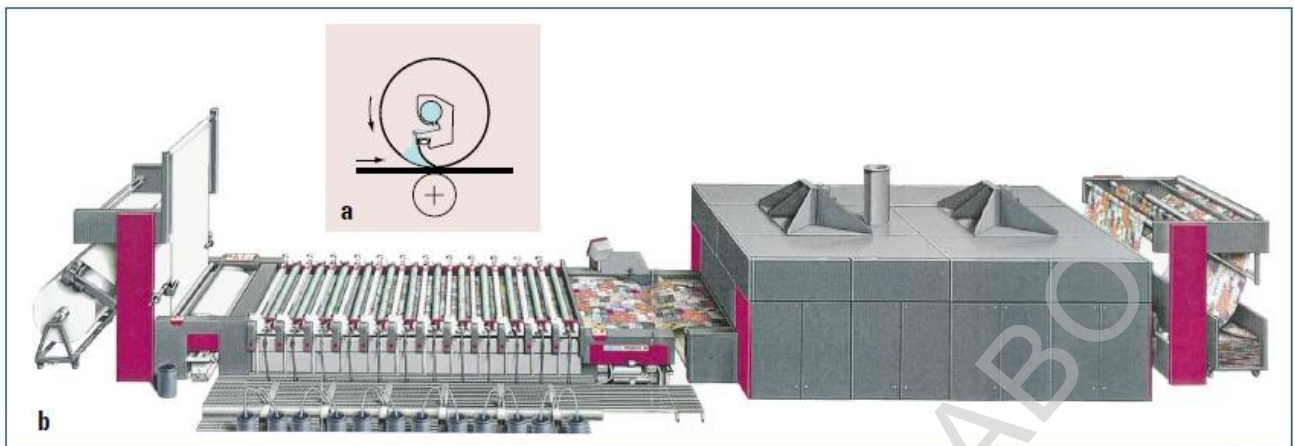


Fig. 2.4-19 Screen printing system for multicolor textile printing.

a Diagram of a rotary screen printing unit;

b "Pegasus" 12-color textile printing press with "RotaMesh" seamless rotary screens (Stork)

53

fppt.com

KONSTRUKCIJSKE ZNAČILNOSTI

Tiskanje:

kakovost tiskanja je odvisna od:

- q** vrsta geometrije, tiskarskega stroja
- q** stabilnosti tiskarske mize
- q** kakovosti tiskarske šablone, napetosti tkanine...
- q** tiskarskega noža
- q** nastavitve odmika

....

Nastavitev vakuumskega tiskarskega stroja:

- q** odmik – razdalja med sitom (šablono) in tiskancem
- q** priporočen odmik za format:
 - § A3; 1-3 mm
 - § A0; 3-5 mm

54

fppt.com

TISKARSKI NOŽ, STRGALO

Lastnosti noža / strgala: oblika, kemijska odpornost, trdota, dolžina

q material

§ gumjasta strgala - večja obraba, minimalna elektrostatičnost

§ poliuretanska strgala – manjša obraba, visoka elektrostatičnost

§ ...

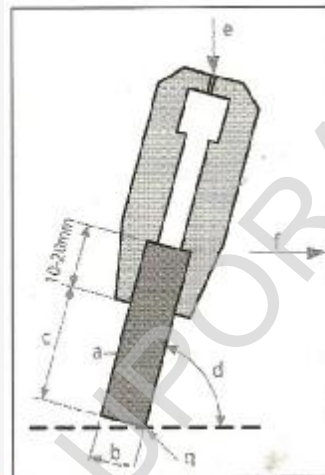
q trdota (50 – 75 ° Shore A)

§ 50 do 65

tisk ploskev, neravnih površin

§ 70 do 75

rastrski tisk, veliki formati

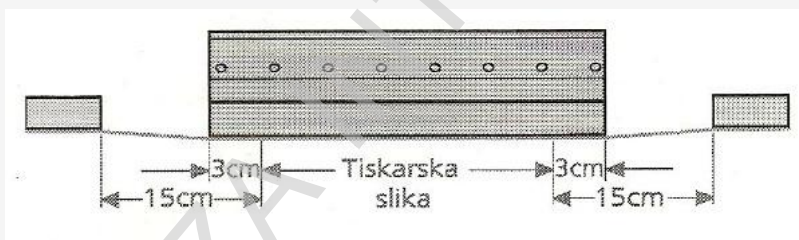


- a. trdota tiskarskega noža
- b. debelina lista tiskarskega noža
- c. višina tiskarskega noža - prosta
- d. kot tiskarskega noža
- e. pritisk tiskarskega noža
- f. hitrost tiskarskega noža
- g. brus tiskarskega noža (profil, površina)

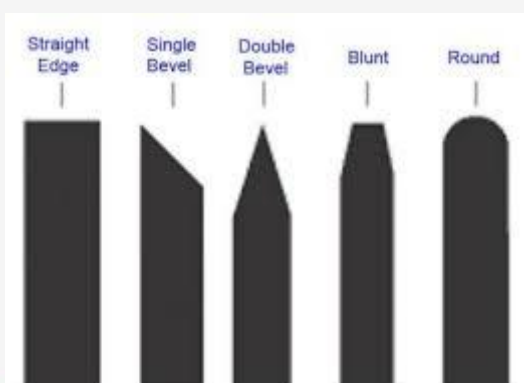
fppt.com

TISKARSKI NOŽ, STRGALO

q dolžina (vsaj 12 cm na obeh straneh od okvirja)



q oblika



§ straight edge – tisk na ravne površine

§ blunt – za keramične materiale

§ double bevel – za neravne površine in tisk detajlov, tankih linij ...

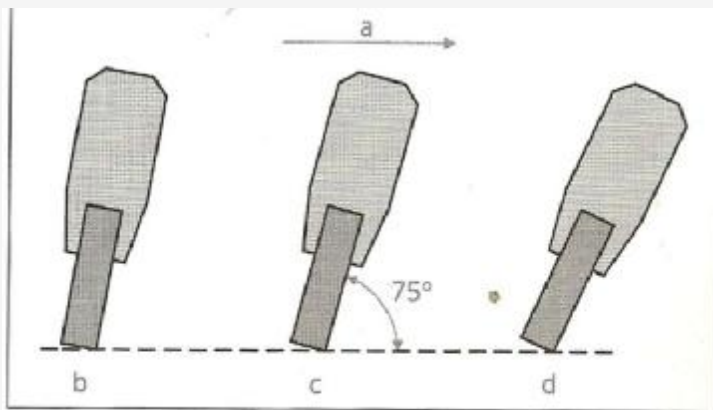
§ single-bevel – za tisk na steklo

§ round – za prenos debelih plasti barve

TISKARSKI NOŽ, STRGALO

q kot tiskarskega noža

nanos TB, skladje, priporočeno 70°



Kot tiskarskega noža
b. pokončen c. normalen d. ploski - poševni

57

fppt.com

TISKARSKI NOŽ, STRGALO

q pritisk tiskarskega noža

§ delati z majhnim pritiskom:

§ pozicija noža pri tisku ne sme imeti stika s sitom

§ tiskarsko glavo postavimo v pozicijo na sredino motiva na šabloni

§ v tej poziciji spustimo nož k situ – nastane ozka enakomerna vzporedna reža

§ nož spustimo do stika s tiskancem

§ med tiskanjem mora ostati konstanten

q Nož za navlačenje, predrakel

58

fppt.com

DIGITALNO TRANSFERNI SUBLIMACIJSKI TISK

→ Transfer Prints



→ Screen Printing



→ Digital Printing

