



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET
KATEDRA ZA TISAK

DIGITALNI TISAK

Predavanje 10. INK JET (I. dio)

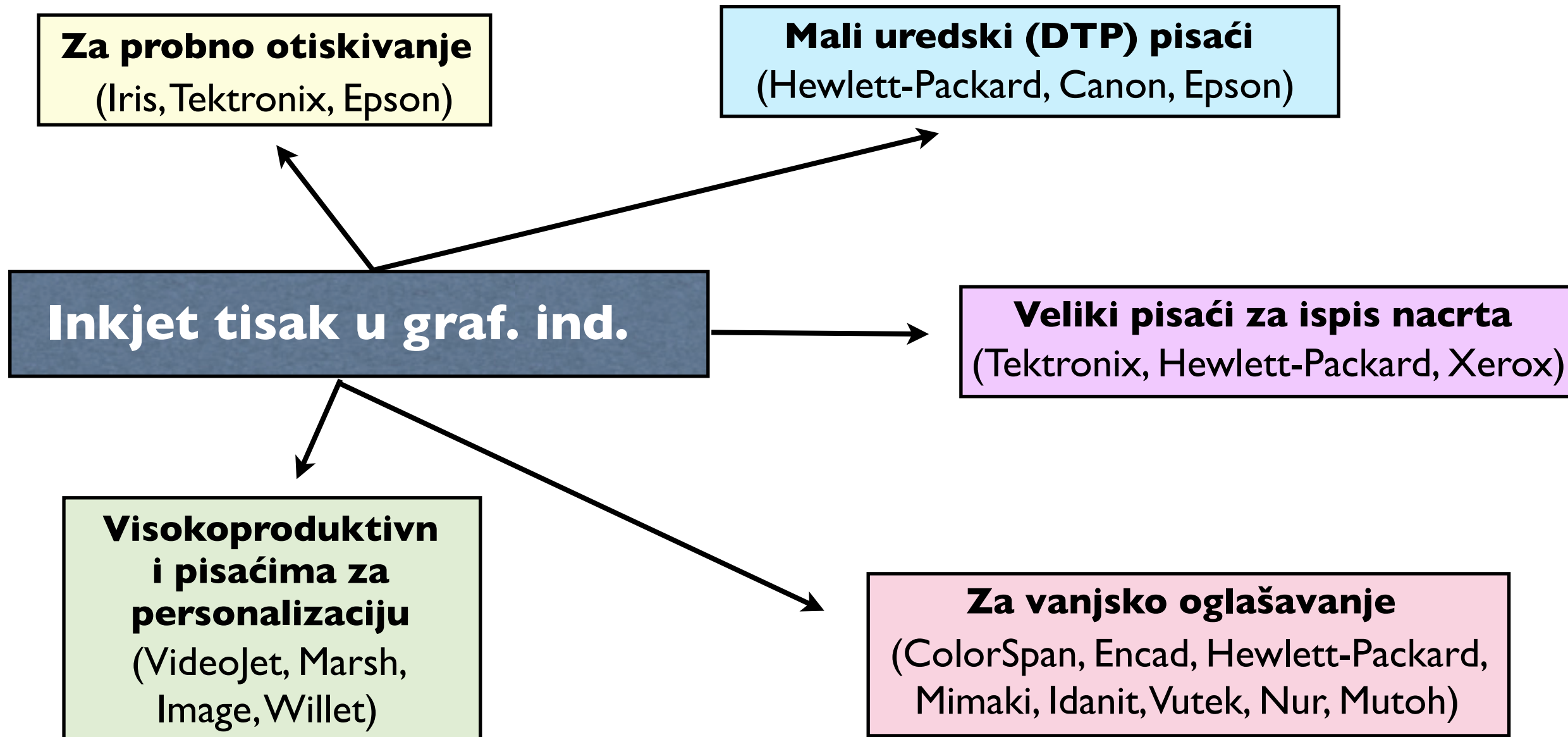
ZAGREB, 17. SIJEČNJA 2014.

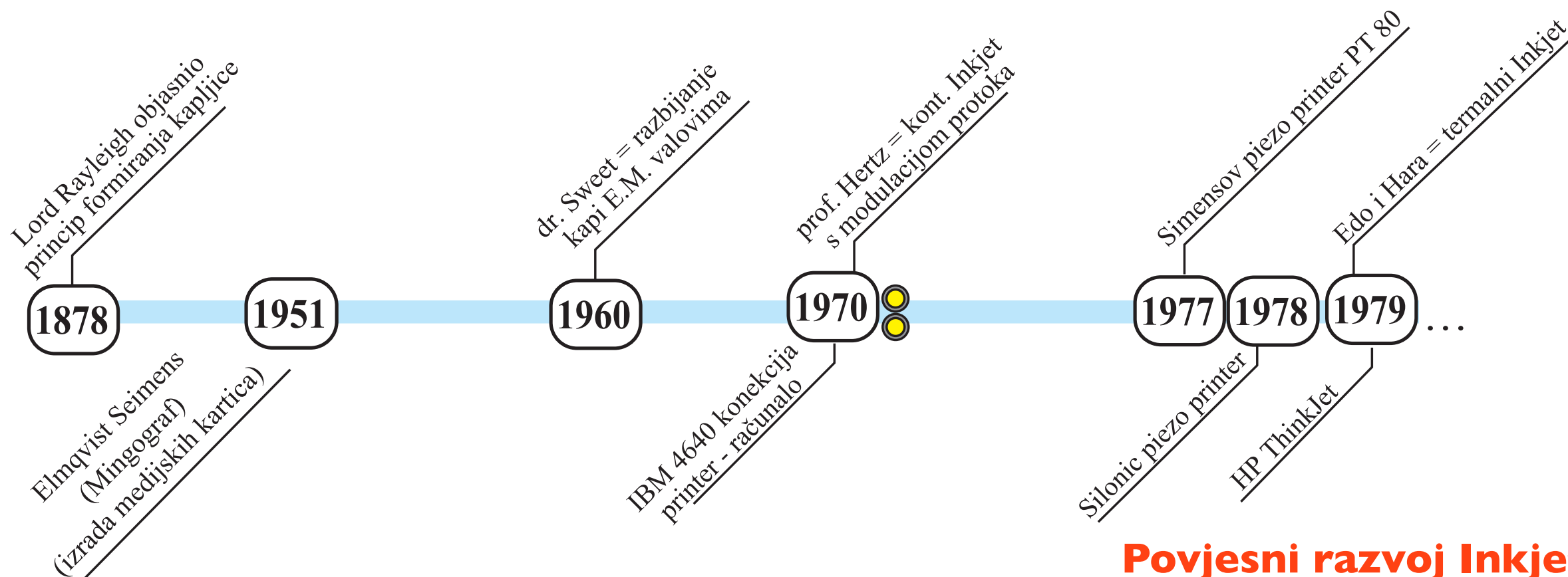
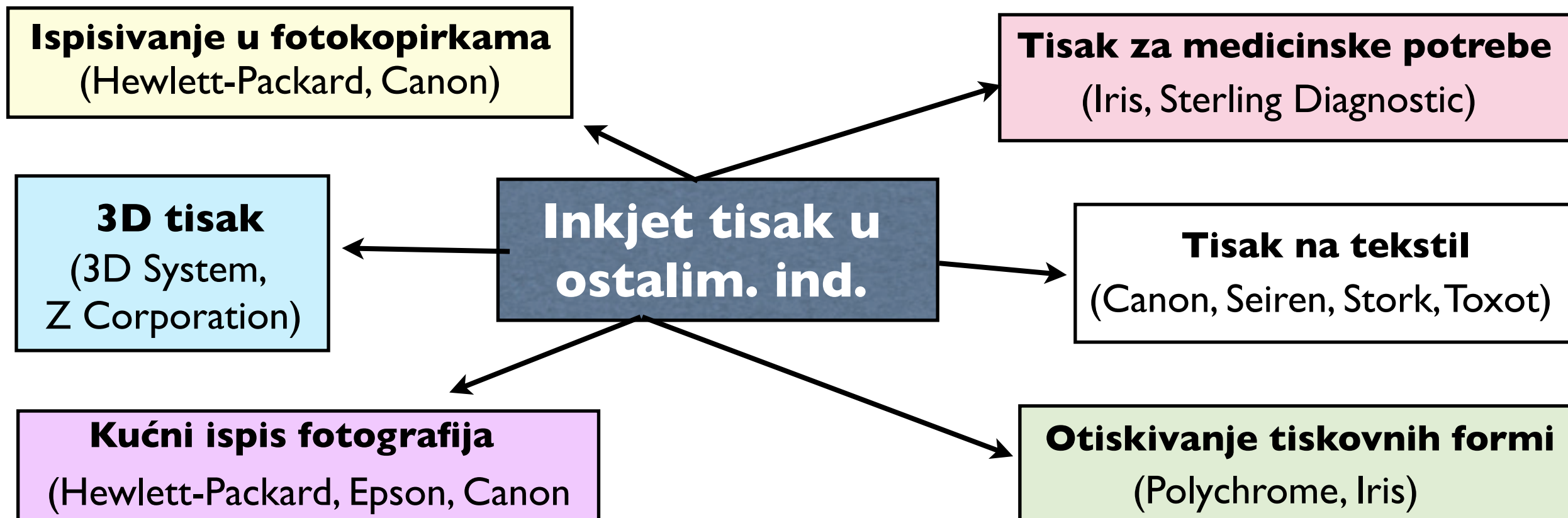
predavač : Doc. dr. sc. Igor Majnarić



Inkjet tisak je jedna od najjednostavnijih tehnika otiskivanja (potpuno beskontaktnoj tehnici gdje se tekuća bojila direktno nanose na tiskovnu podlogu).

Inkjet pisači formiraju kapljice u rasponu od 1 do 100 pikolitara. Za ovakvo otiskivanje potrebno je tekuće bojilo (dinamičkog koeficijenta viskoznosti iznosi oko $0,001 \text{ Pa} \cdot \text{s}$)



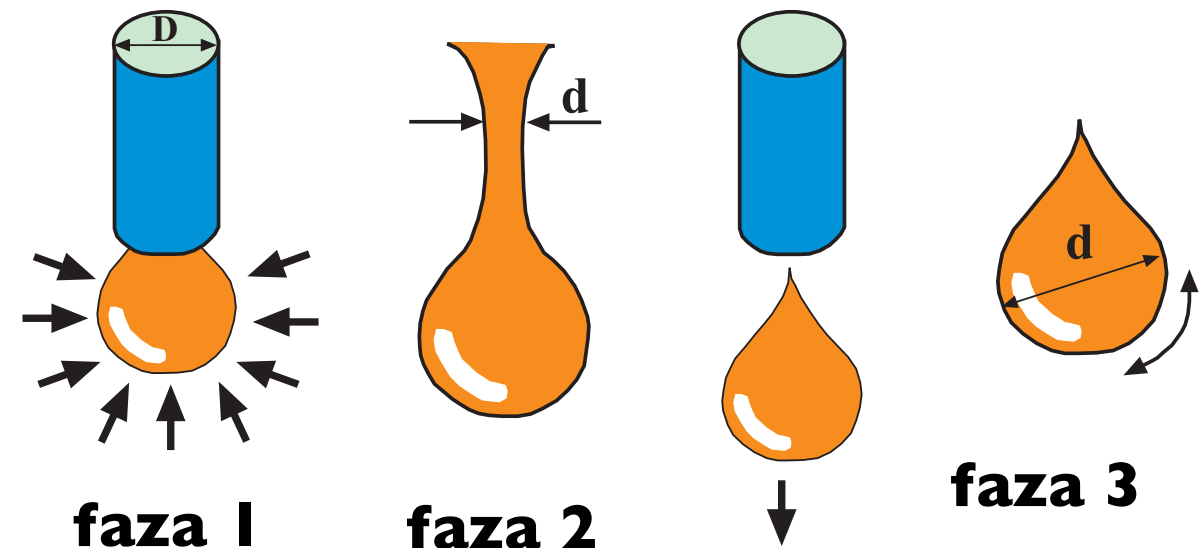


Povjesni razvoj Inkjet-a

Princip nastajanja kapljica

- odvajanje kapljice od vrha mlaznice posebno je složen fizikalni proces koji ovisi o: **sastavu tekućina, veličini mlaznica i obliku mlaznica.**
- nastajanje jedne kapljice može se objasniti jednim jednostavnim modelom kojeg karakteriziraju 3 faze:

- 1. formiranje meniskusa,**
- 2. razvlačenje kapljice**
- 3. formiranje samostalne kapljice**



1. faza: djelovanje površinskih energija (E_s)

$$E_s \sim 4 \sigma / d$$

(savladavanje otpora okolinog zraka = obrnuto proporcionalana od veličine kapljica)

2. faza: djelovanje viskozna disipacija (E_d)

$$E_d \sim d^{-2} \cdot \eta$$

(za stvaranje mlaza = velika viskozna disipacija, mali promjer mlaznice, viskoznost tekućine velika)

3. faza: djelovanje kinetičke energija (E_k)

$$E_k \sim m \cdot v^2$$

(Visoka vrijednost kinetičke energija = velika brzina kapljice, i mogućnost formiranja satelitskih kapljica)

pri čemu je:

- (σ) površinska napetosti tekućine
- (d) promjer kapljice
- (D) promjerom okruglog otvora mlaznice,
- (η) viskozitet tekućine
- (ρ) gustoća tekućine, (m) masa (v) brzina.

- za precizno utvrđivanja svih relevantnih čimbenika koji djeluju tijekom procesa izbacivanje kapljica, u dinamiku fluida uvode se dva nova parametra: **Weberov broj i Ohnesorgov broja**

$$We = \frac{\rho \cdot D \cdot v^2}{\sigma}$$

- *Weberovim brojem* se utvrđuje da li kapljica ima dovoljnu kinetičku energije da bi se savladala površinsku napetost tekućine na otvoru mlaznice, (oslobila kapljica).

- kod oslobođene kapljice nizak Weberov broj = mala brzina kapljice. Kapljica veličine kao i otvor mlaznice = kritičan Weberov broj (12)

$$On = \frac{\eta}{\sqrt{\rho \cdot D \cdot \sigma}}$$

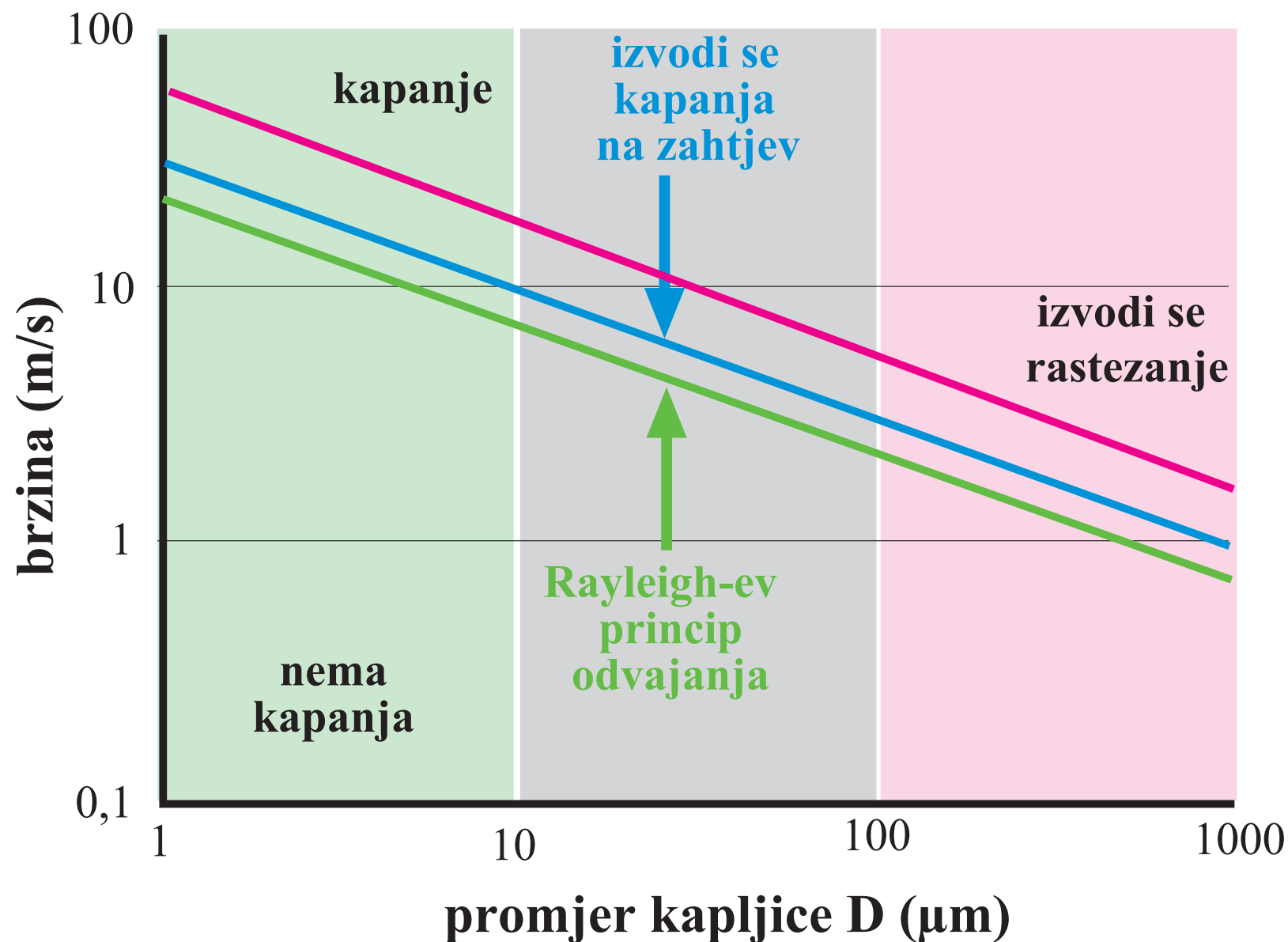
$$We \geq We_{\text{kritično}} \quad We_{\text{kritično}} = 12 \quad (\eta \approx 0)$$

$$We_{\text{kritično}} = 12 (1 + 1,07 \cdot O^{1.6}) \quad (\eta > 0)$$

Ohnesorgeov broj = omjer kinetičke energije i raspršene energije u tekućini koja teče. Povećanjem Ohnesorgeovog broja = povećanja kritičnog Weberovog broja. Karakterističan za tek. koje teže formiraju sitne kapljica i kod tekućina koje su viskozne (gušće).

- o visno o stvarnim vrijednostima Weberovog broja postoje tri različita ponašanja kapljica na mlaznicama:

- **Rayleigh-ov način prekidanja mlaza**
- **kontrolirano kapanje na zahtjev,**
- **generiranje raspršenih i vrlo sitnih kapljica**



We = 12

kontrolirano kapanje na zahtjev,

- We = 12 do We < 40
- kapanje na zahtjev
- uredski printeri

We = 40

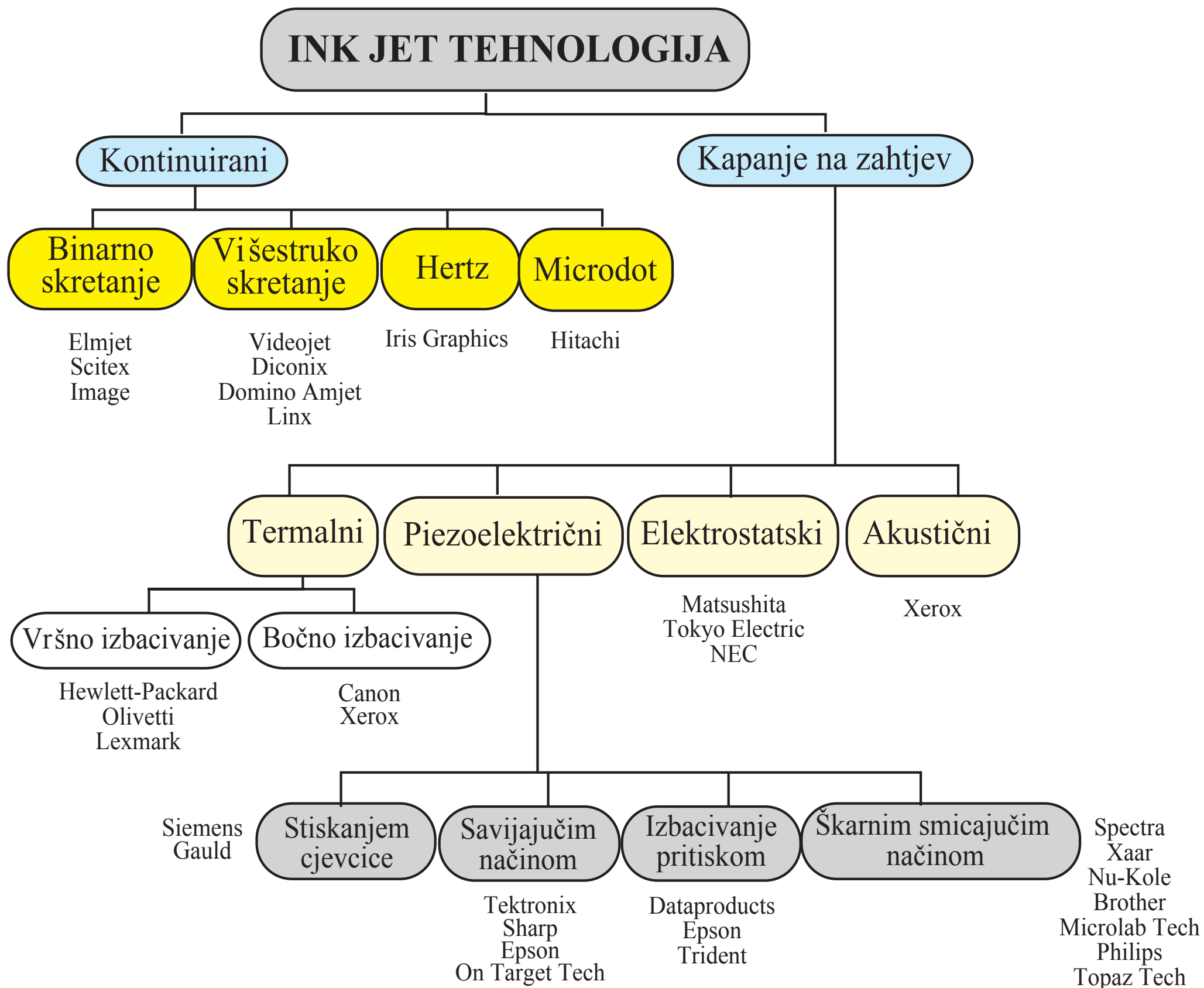
generiranje raspršenih i vrlo sitnih kapljica

- We > 40
- formiraju se vrlo sitne kapljica
- atomiziranje tekućina
- primjenjuje se konst. jakim tlak
- velike brzine na otvoru mlaznice

We = 8

Rayleigh-ov način prekidanja mlaza

- We = 8 (max do We < 12)
- We ispod 8, nema formiranja kapljice (curenje).
- kontinuirani Inkjet printere.
- kapljice nastaju zbog Rayleigh-ove nestabilnost



Nastajanje Inkjet otiska (kapljica) na 4 načina:

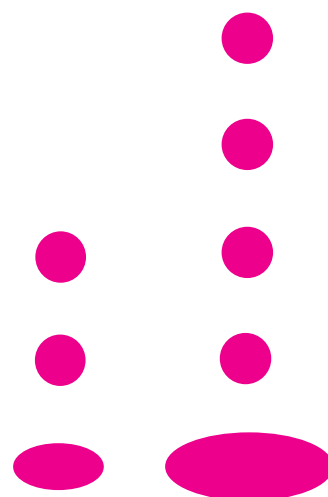
Digitalno rastriranje



Standardan raster
AM (dither) i FM (stohastičan)

- otisnuta samo jedna kap
- manji broj kapi = mala otisnuta površina)

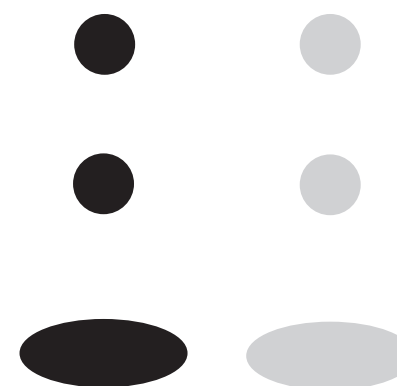
Varijabilni broj kapljica



Ista gustoća bojila,
male kapljice

- otisnuto više kapi na istu poziciju
- manji broj kapi = mala otisnuta površina)

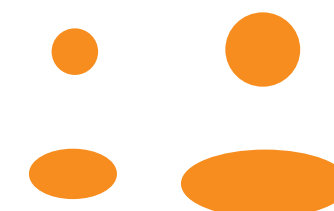
Različita gustoća bojila



Različita gustoća bojila,

- otisnuto sa jednom kapi istih dimenzija
- tamnija kapljica = tamniji ton na otisku

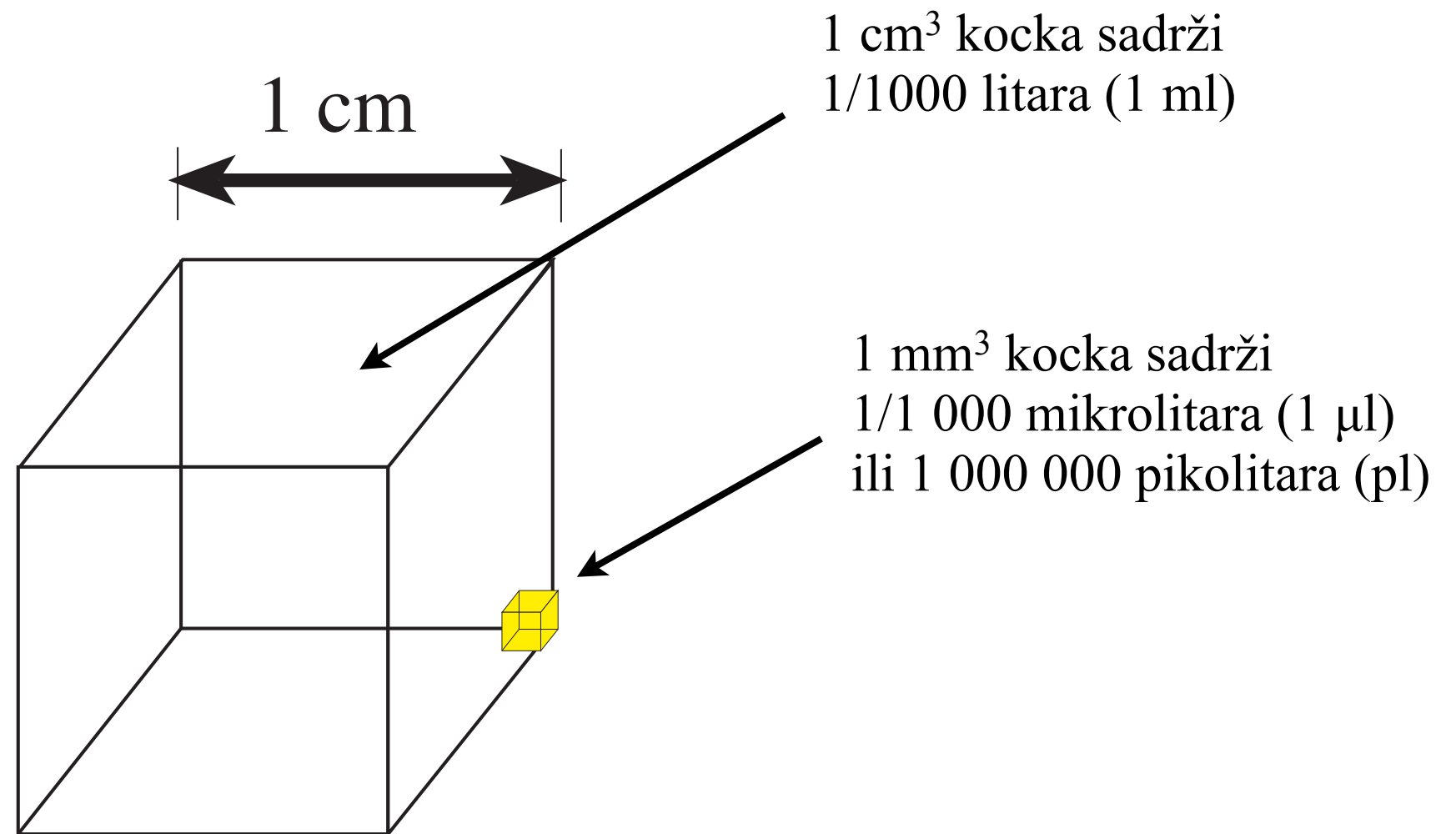
Direktna varijacija volumena kapljica



Varira signal u skladu sa veličinom kapljice

- otisnuto sa jednom kapi različitih dimenzija
- veća kapljica = tamniji ton na otisku

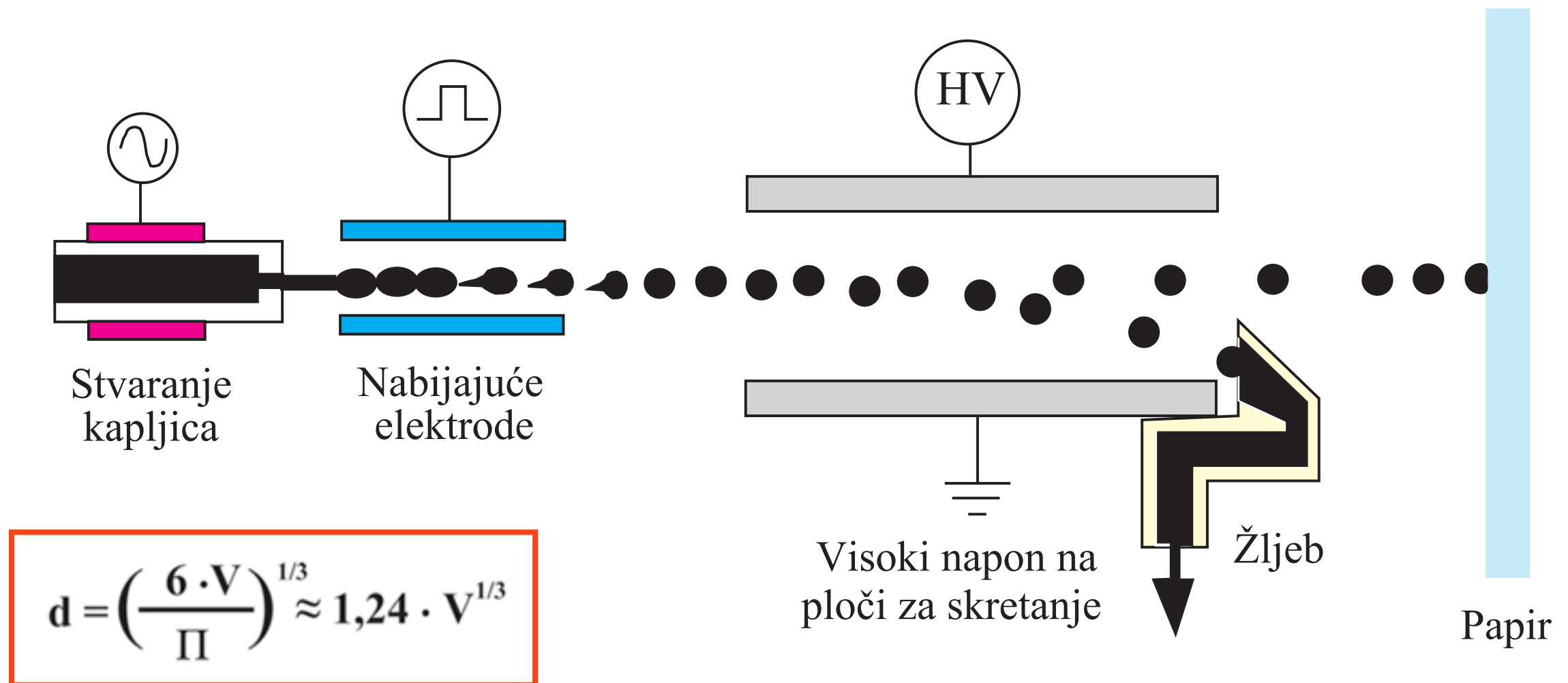
Veličina kapljica u Inkjet-u



1 pikolitar = 1/1 000 000 000 000 litara

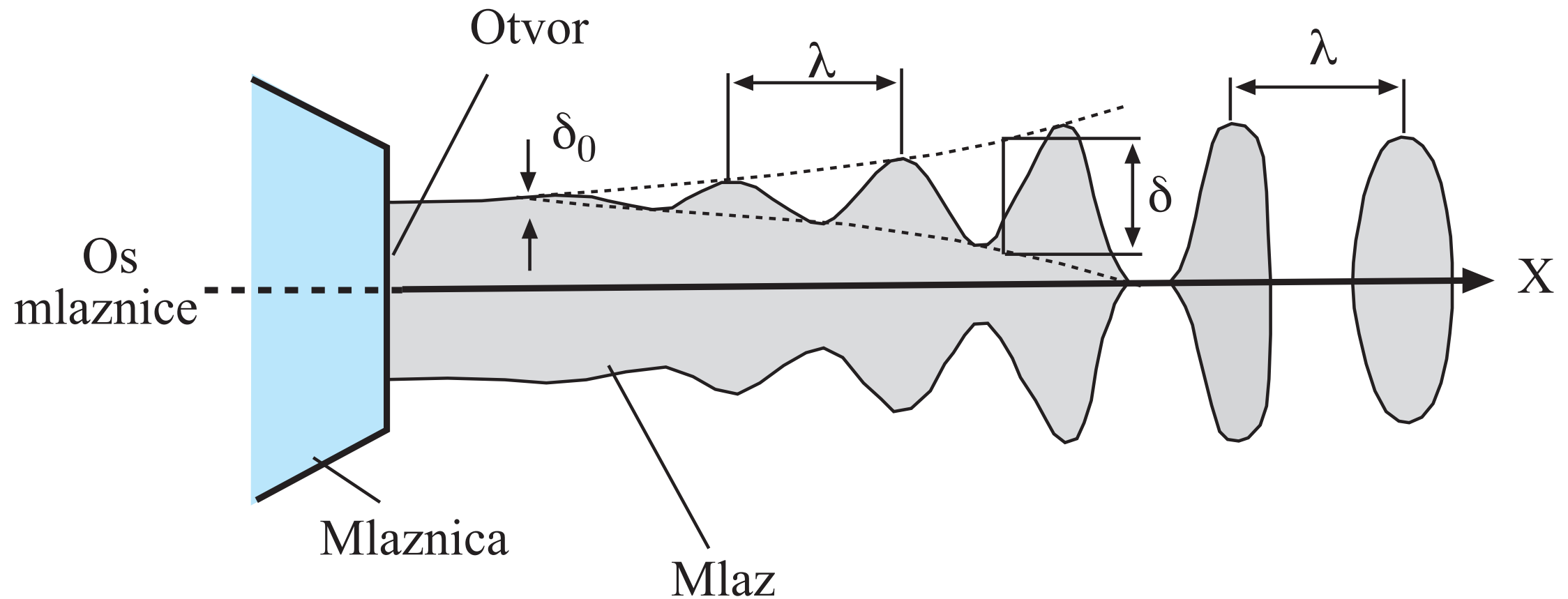
Kontinuirani Inkjet

Princip binarnog skretanja



- otvor mlaznice 12 μm
- frekvenciju kapanja od 1 MHz
- negativsko nabijanje
- razmak između formiranih kapljica 60 μm
- volumen formirane kapljica od 4 pl
- promjer formirane kapljica od 20 μm
- brzina kapljica od 40 m/s.

Princip nastajanja kapljastog mlaza

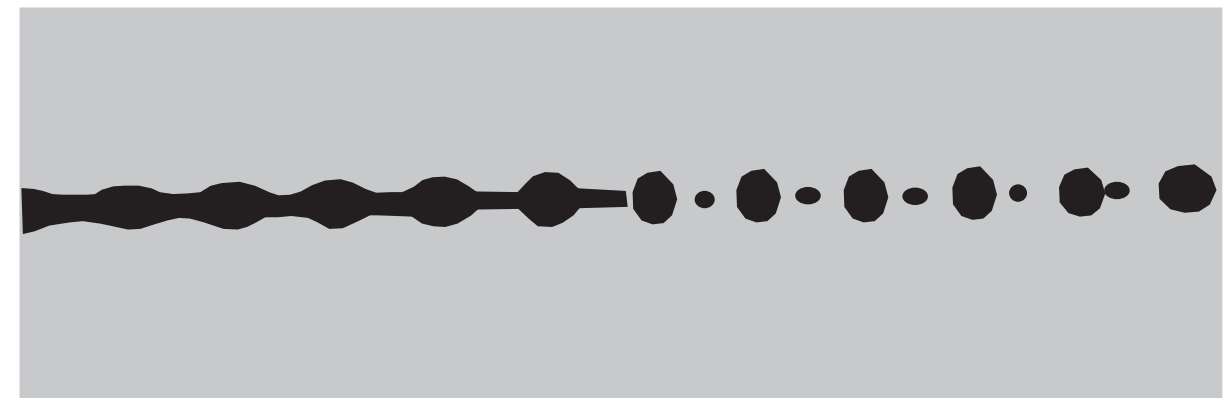


δ = maksimalni amplituda razvlačenja mlaza

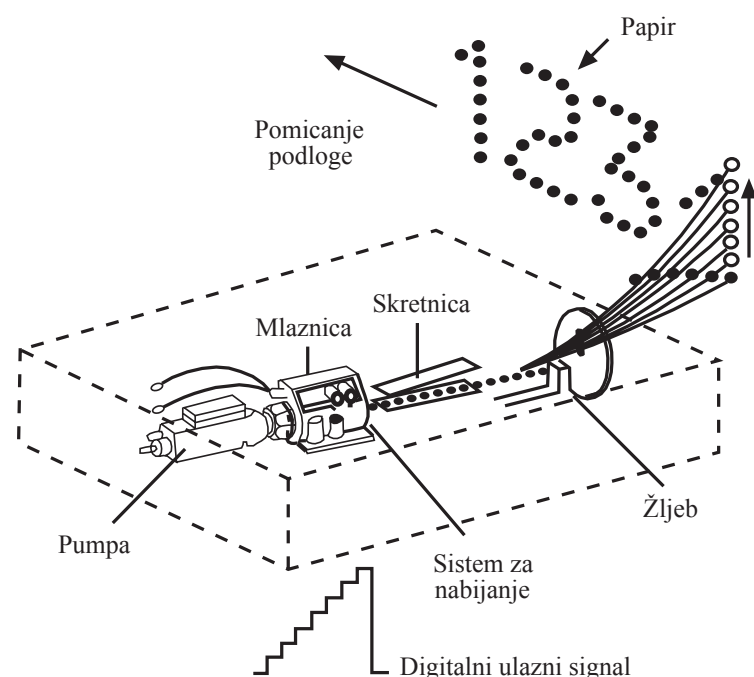
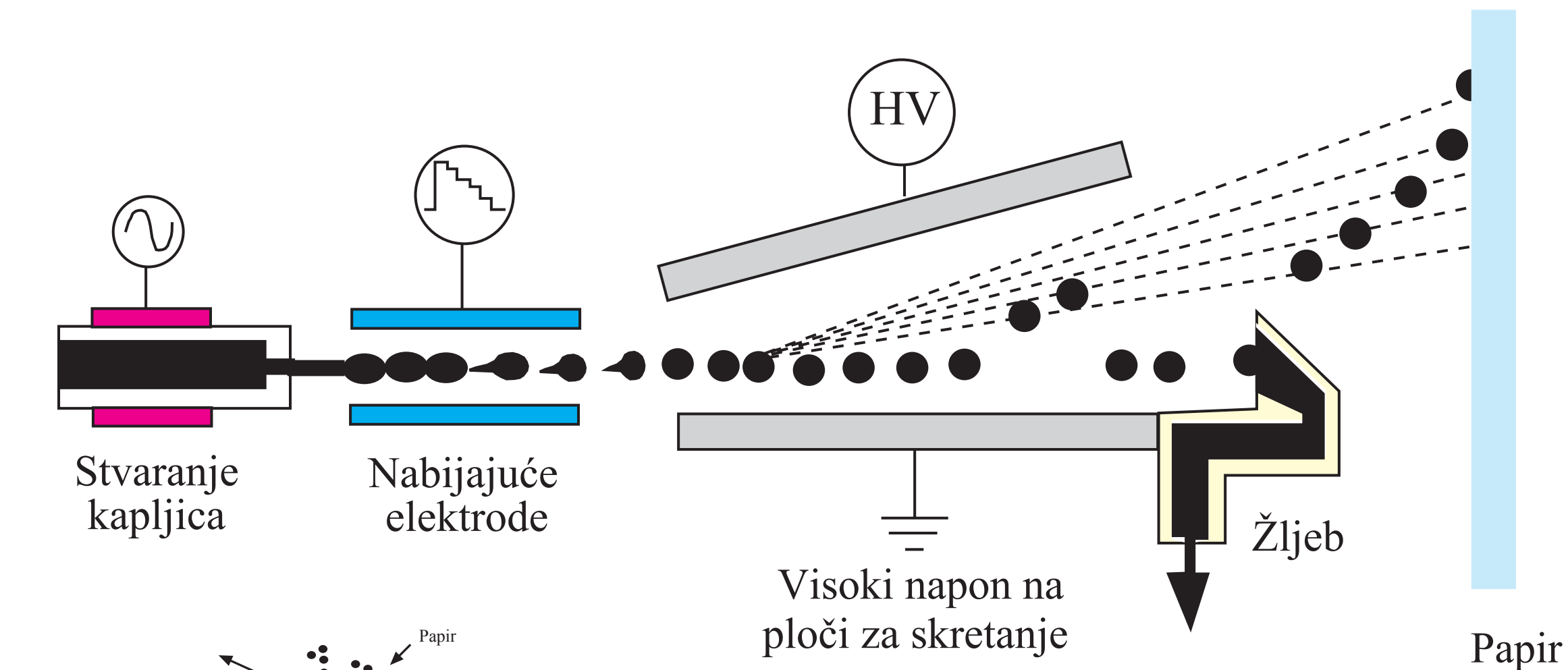
δ_0 = početak razvlačenja mlaza

λ = frekvencija pobude

X = os kretanja kapljice

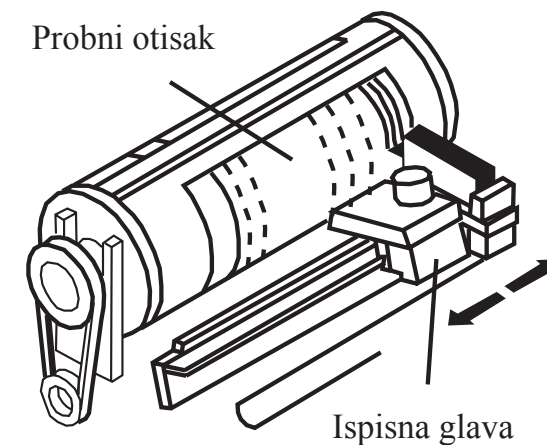
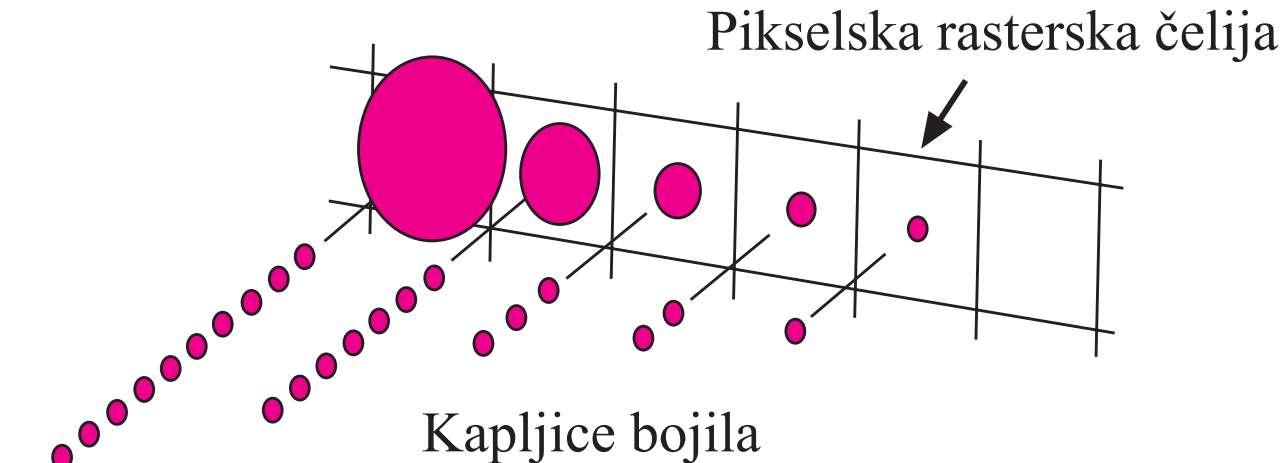
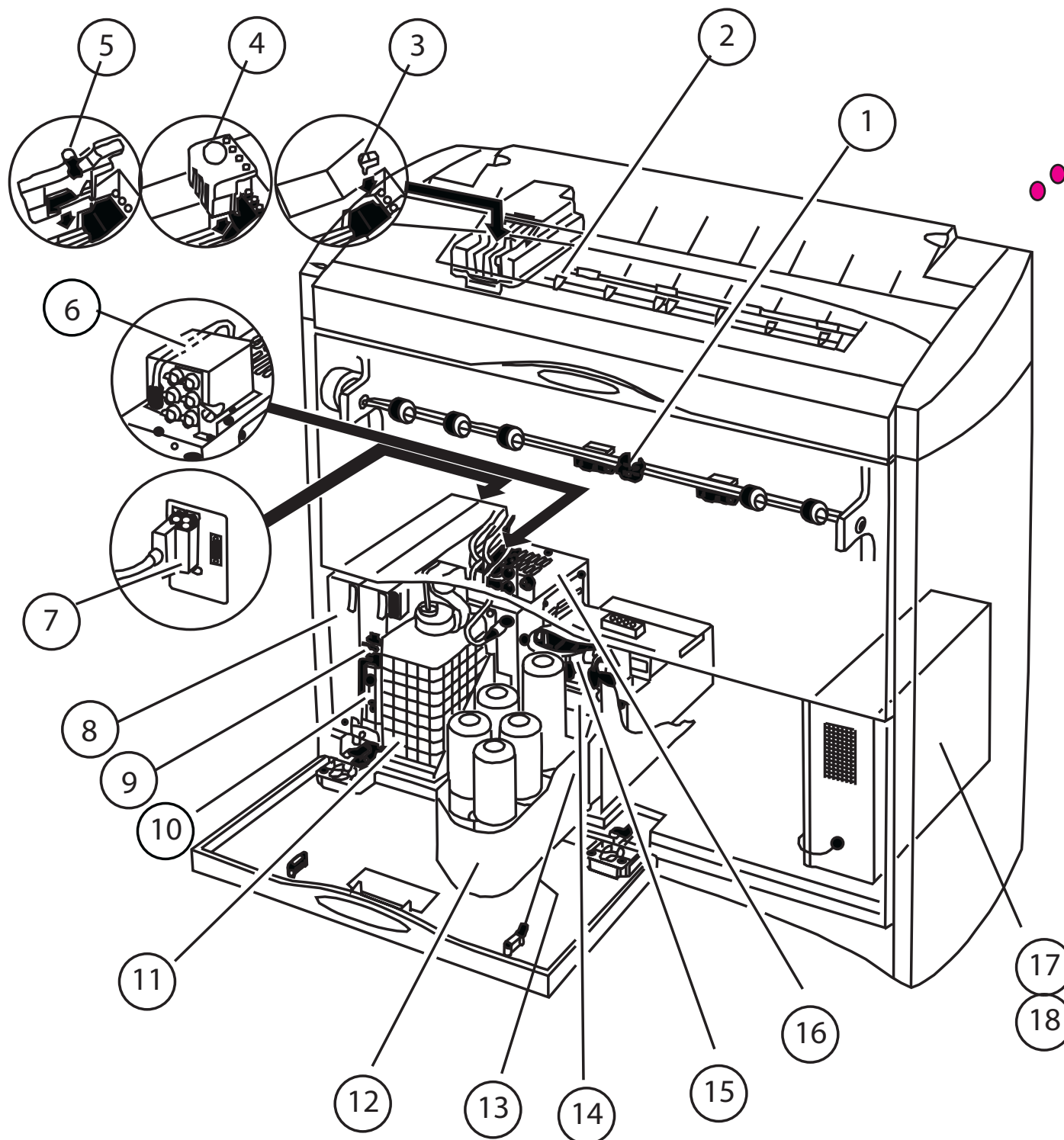


Princip višestrukog skretanja



- otvor mlaznice 12 μm
- frekvenciju kapanja od 1 MHz
- pozitivsko nabijanje (u nivoima)
- CB otiskivanje niskom kvalitetom
- velika brzina (šira zona otiskivanja)

Hertz-ov princip Inkjet-a

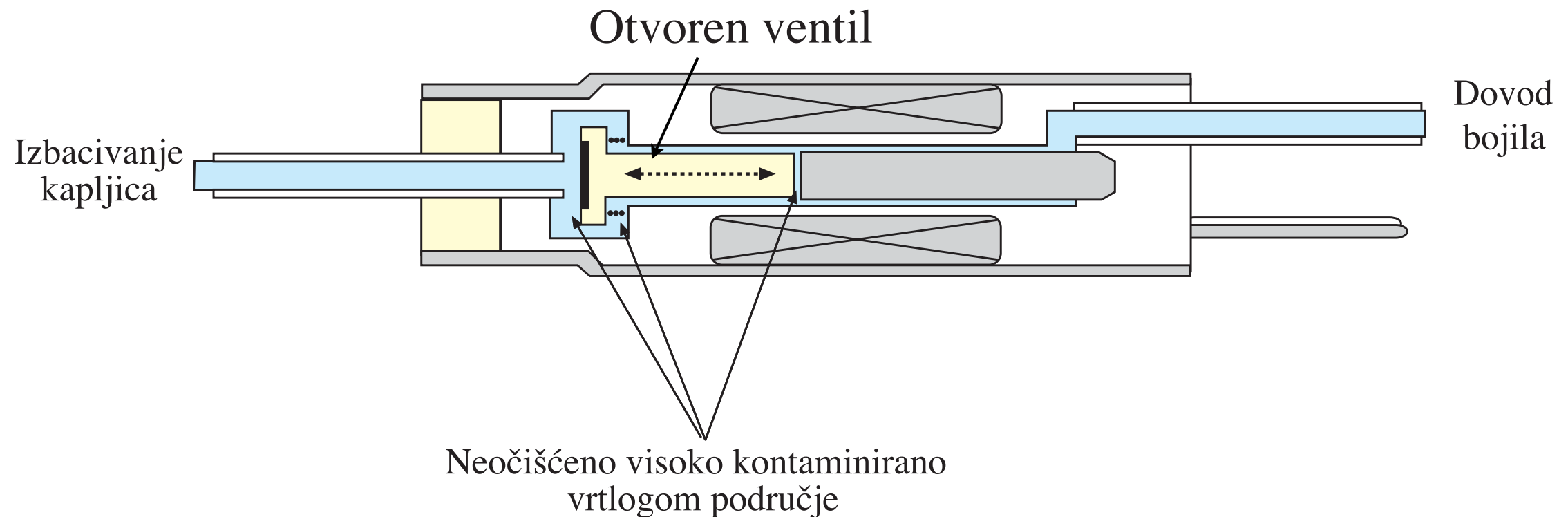


1. ULAGAČI VALJAK
2. SKIDAJUĆI PRSTI
3. 6 POGO PIN-ova ASSY
4. ISPISNA GLAVA
5. ISPISNI VRH
6. NISKO PRITISNI FILTER
7. TERMINATOR (UNIŠTIVAČ)
8. MODUL KONTROLE NAPAJANJA
9. CPU MODULARNE KARTICE
10. UGRAĐENI SOFTWARE 3.0.1.
11. BOCA ZA OTPATKE
12. LADICA SA DISPENZIRANOM BOJOM
13. KABAL ZA ZAUSTAVLJANJE VRATA
14. MODUL ZA PUMPANJE BOJE
15. FILTER ZA BOJU KOJA JE POD VISOKIM PRITISKO
16. MODUL ZA SMEĆE
17. NAPAJANJE
18. KABAL ZA NAPAJANJE

“primjena probno otiskivanje”

“IRIS”

Mikrodot Inkjet otiskivanje



- kompjuterski reguliranom i kontroliranom protok tekućine u kojem je tlak konstantan
- formiraju se kapljice maksimalne veličine od 50 nm
- elektromagnetnim ili piezoelektričnim ventili
- ne ostvaruju zadovoljavajući tiskarski kontrast, (koristi se za specijalizirane industrijske potrebe: nanašanje ljepila, formiranje farmaceutskih preparata i tiska sićušnih elektroničkih komponenti).

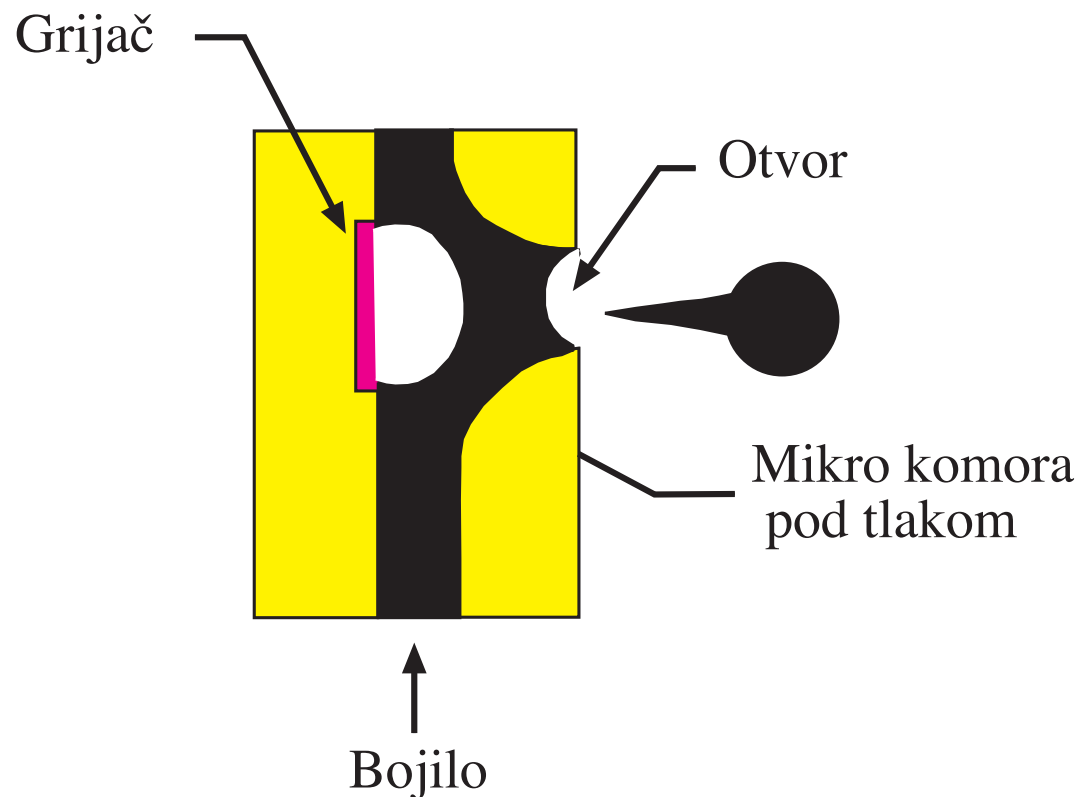
Inkjet principom kapanja na zahtjev

Termalni Inkjet

Termalni Inkjet

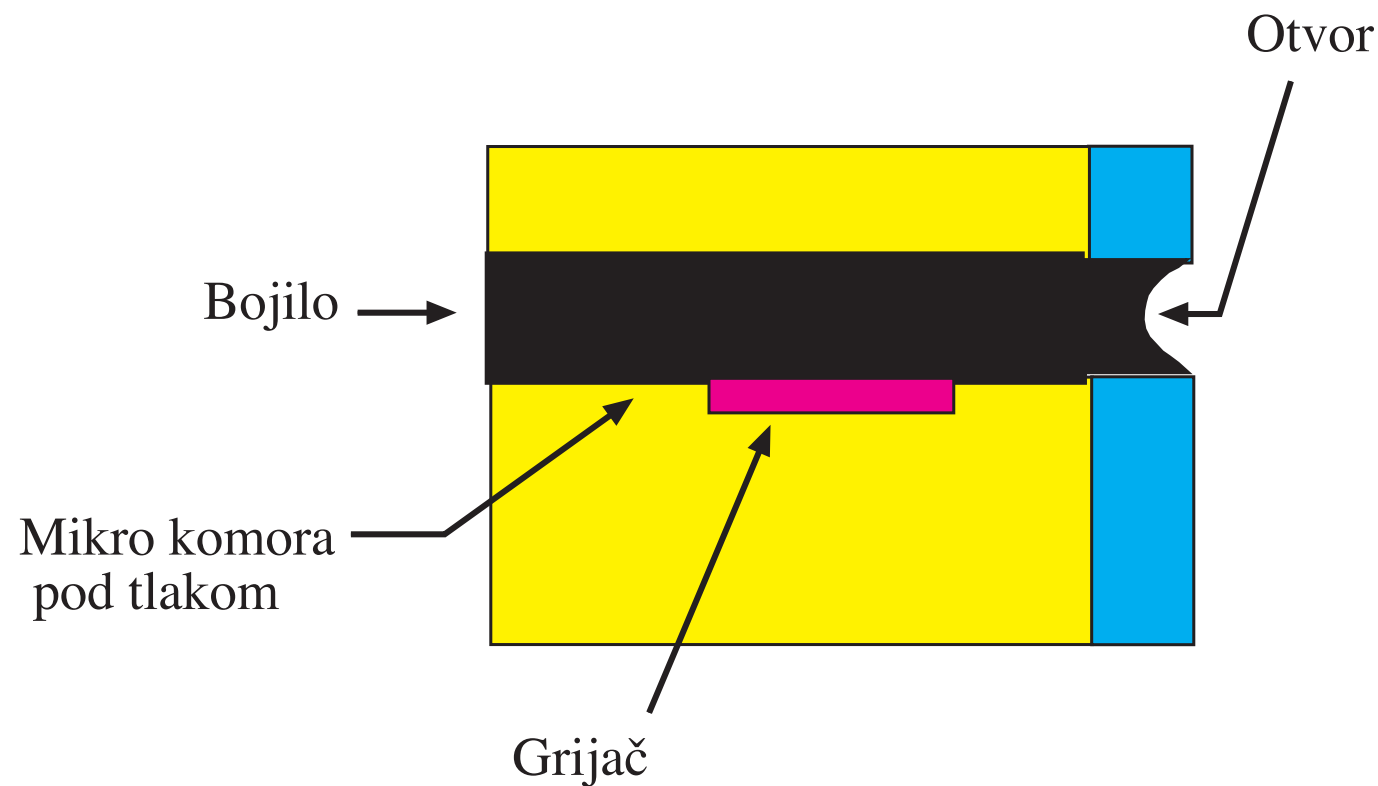
Princip vršnog okidanja

- Hewlett-Packard (HP)
- Lexmark i Olivetti

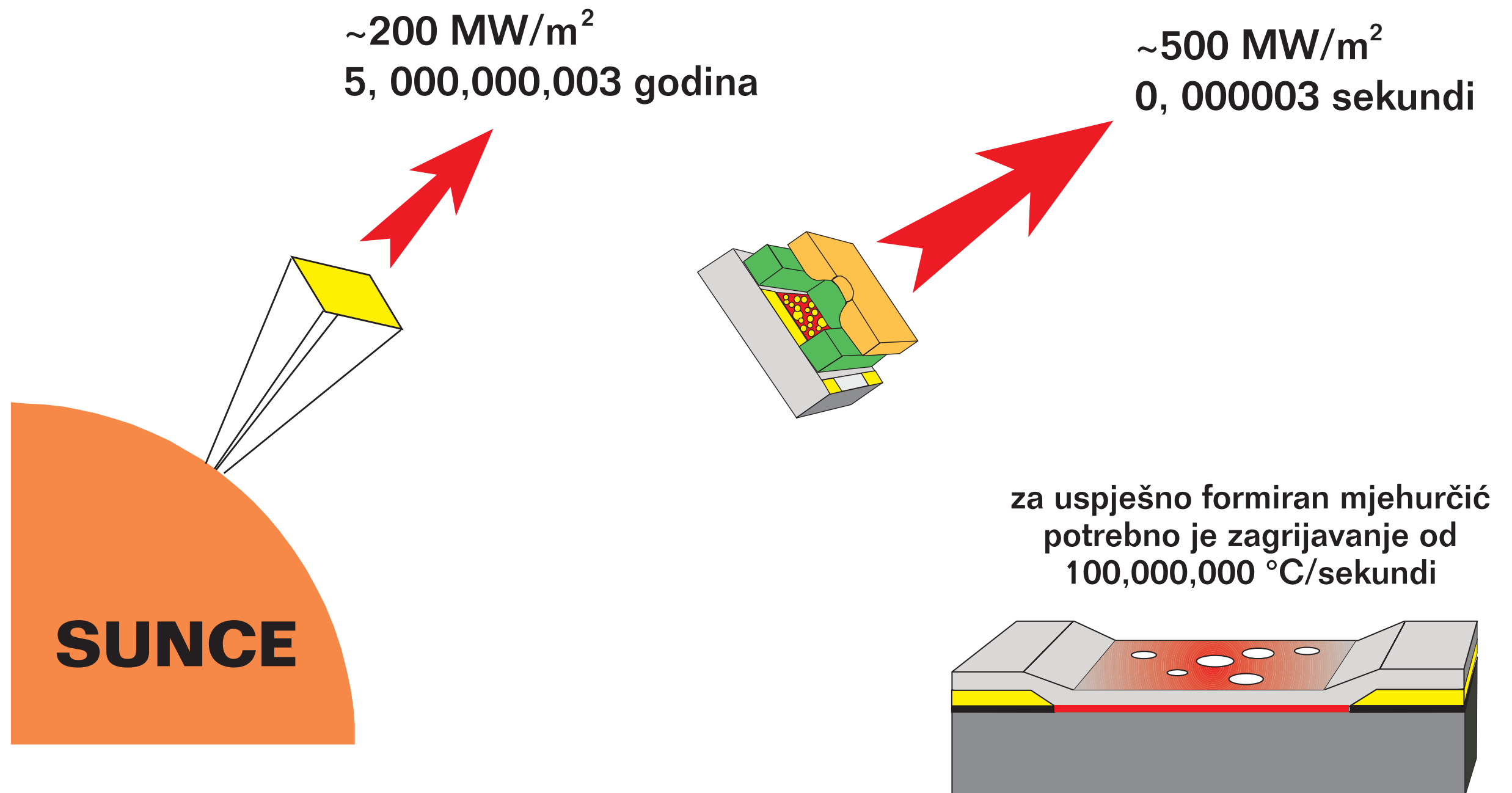


Princip bočnog okidanja

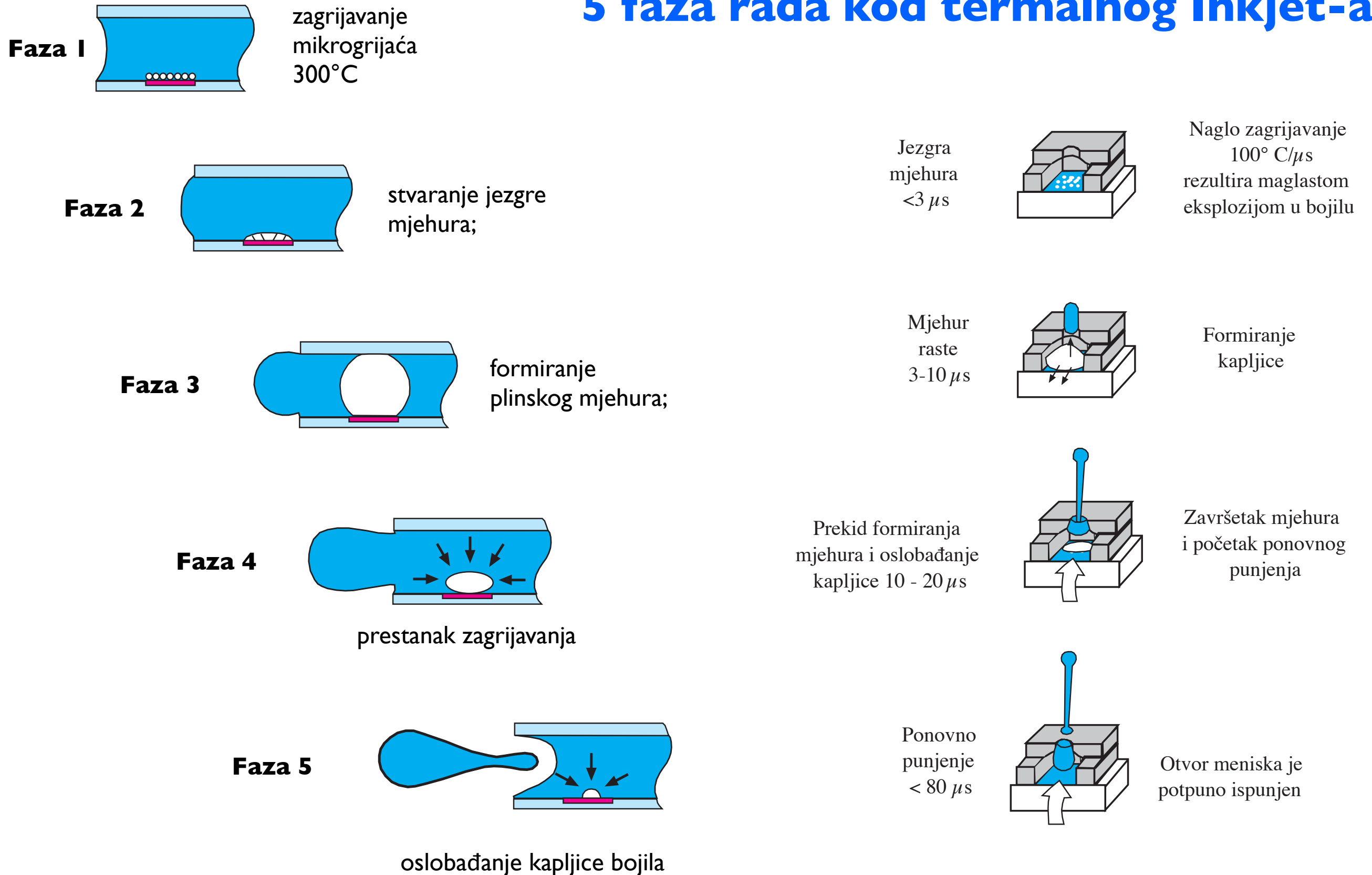
- Canon i Xerox



Karakteristika mikrogrijača



5 faza rada kod termalnog Inkjet-a



- Promjena tlaka, temperature i volumena mjehura tijekom formiranja jedne kapljice u termalnom Inkjet-u.

