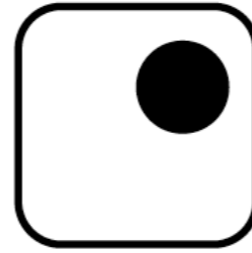




**University of Zagreb  
Faculty of Graphic Arts  
Department of Printing**



# MJERITELJSTVO U TISKU I PERIFERNE JEDINICE

**PREDAVANJE br. 4**

studeni, 2011

# Mjerenje temperature u tisku

Znak veličine      Sl jedinica      Znak jedinice

$T$

Kelvin

$K$

tolerancija =  $\pm 0,1$  mK

$t$

Empirička temperatura

- kao mjera promjene temperature upotrebljava se duljina stupca tekućine; stupac se produžuje ili skraćuje pod djelovanjem temperature (npr. Celzijev termometar)

## Termodinamička temperatura

$$T = T_t \frac{Q}{Q_t} = T_t \frac{pV}{(pV)_t}$$

$Q$  = prenešena količina topline više temperature

$Q_t$  = količina topline sa trojne točke

$pV$  = idealan tlak po volumenu

$(pV)_t$  = tlak po volumenu sa trojne točke

- kao referentna točka za termodinamičku temperature odabrana je trojna točka vode  $T_t$  i pripisana joj je vrijednost:

$$T_t = 273,16 \text{ kelvina} = 273,16 \text{ K}$$

**Kelvin je 273,16 dio termodinamičke temperature trojne točke vode.**

$$K = \text{Kelvin} = \frac{T_t}{273,16}$$

**U angloameričkom području djelomično se upotrebljava jedinica stupanj RANKINEA.**

$$^{\circ}\text{R} = \frac{5}{9} \text{ K} \text{ odnosno } K = 1,8 ^{\circ}\text{R}$$

## Celzijeva temperaturna skala $\vartheta$

definiran prema ledištu vode

$$\vartheta = T - T_0$$

$$T_0 = 273,15 \text{ K}$$

Kelvinova skala	Celzijeva skala
373,15 K	100°C
273,15 K	0°C
255,37 K	-17,78°C
0 K	-273,16°C

$$\frac{\vartheta}{^{\circ}\text{C}} = \frac{T}{\text{K}} - 273,16$$

## Reaumurova temperaturna skala

$$^{\circ}\text{R} = 1,25^{\circ}\text{C} \text{ odnosno } ^{\circ}\text{C} = 0,8^{\circ}\text{R}$$

Termometar mješavine alkohola i vode

## Fahrenheitova temperaturna skala $\vartheta_f$

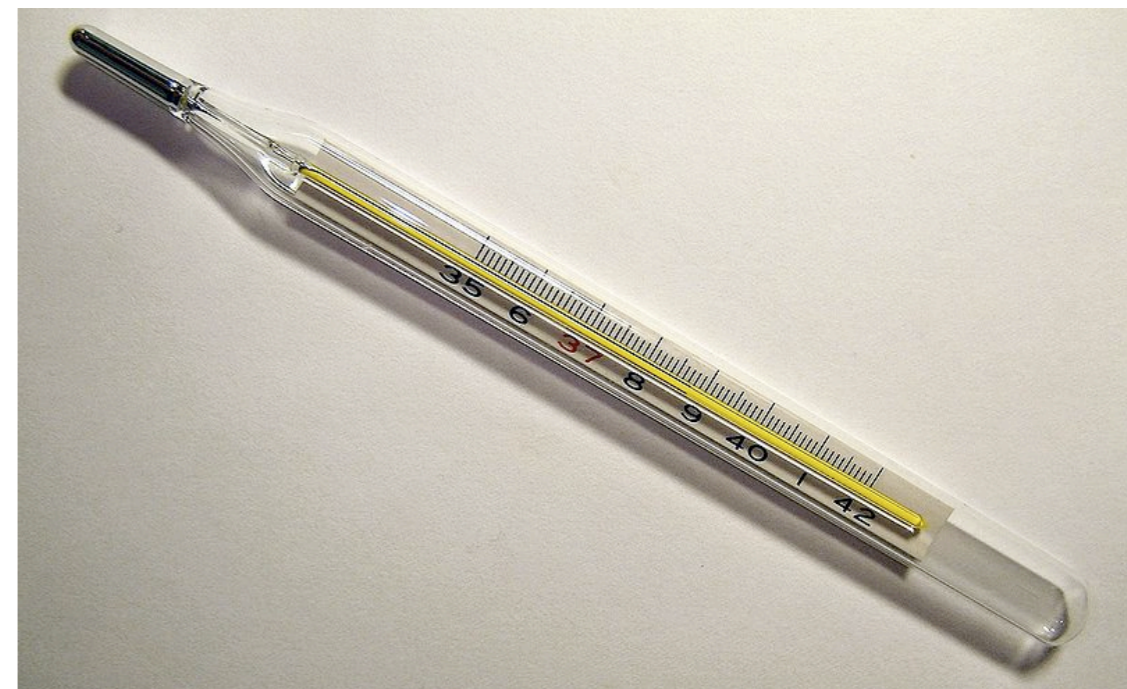
Živin termometar

$$\vartheta = T - T_{0R}$$

$$T_{0R} = 459,67 ^{\circ}\text{R}$$

Fahrenheitova skala	Celzijeva skala
212 °F	100°C
32 °F	0°C
0 °F	-17,78°C
-459,67 °F	-273,16°C

$$\vartheta_f = 1,8 \cdot \vartheta + 32$$



Brojčane jednačbe koje povezuju različite termodinamičke skale

	$(T)_K$	$(\vartheta)^{\circ C}$	$(\vartheta_f)^{\circ F}$	$(T)^{\circ R}$
$(T)_K$	-	$(\vartheta)^{\circ C} + 273,15$	$\frac{5}{9} (\vartheta_f)^{\circ F} + 255,372$	$\frac{5}{9} (T)^{\circ R}$
$(\vartheta)^{\circ C}$	$(T)_K - 273,15$	-	$\frac{5}{9} (\vartheta_f)^{\circ F} - 17,778$	$\frac{5}{9} (T)^{\circ R} - 273,15$
$(\vartheta_f)^{\circ F}$	$1,8 (T)_K - 459,67$	$1,8 (\vartheta)^{\circ C} + 32$	-	$(T)^{\circ R} - 459,67$
$(T)^{\circ R}$	$1,8 (T)_K$	$1,8 (\vartheta)^{\circ C} + 491,67$	$(\vartheta_f)^{\circ F} + 459,67$	-

# Primjena temperature u tisku

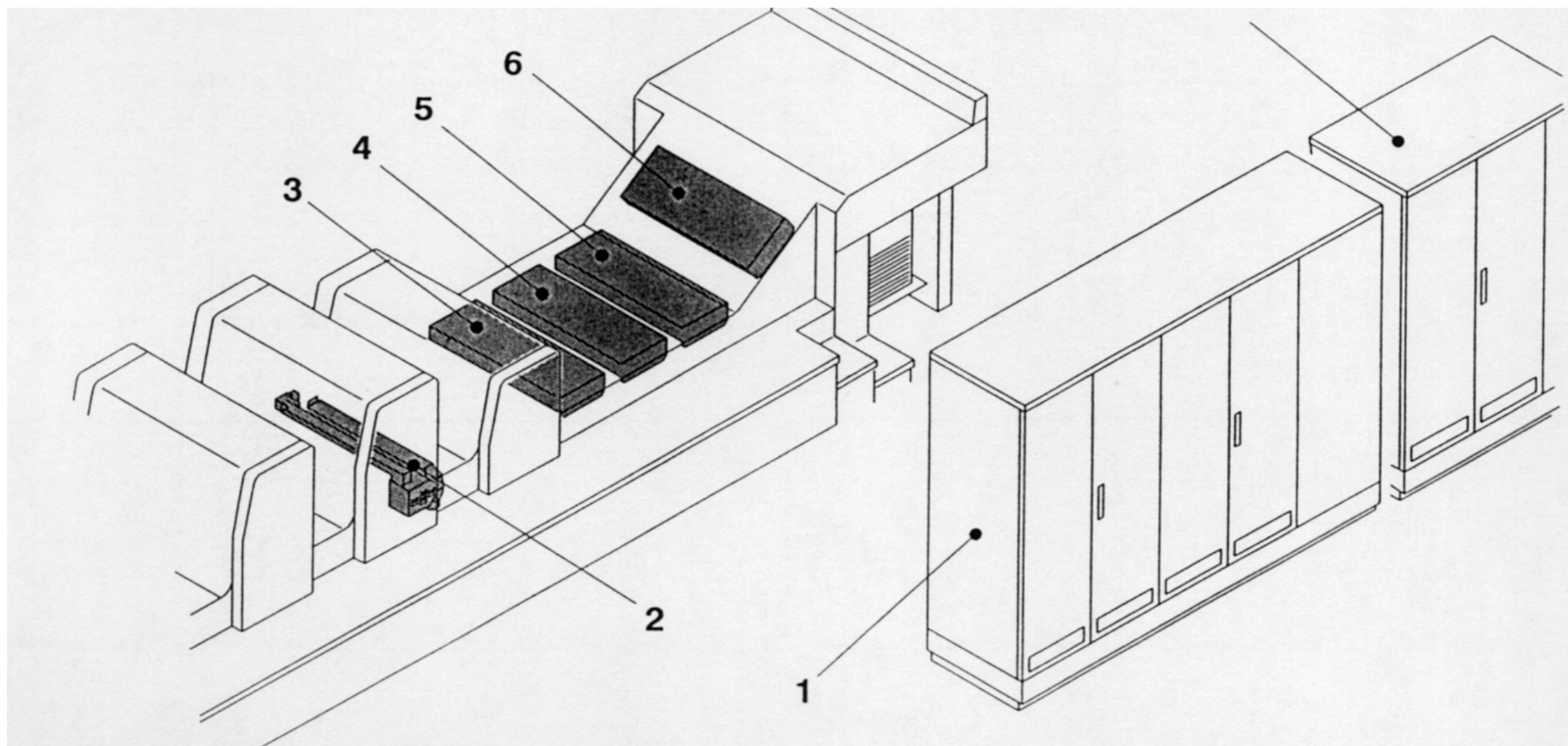
- 1. Uređaj za sušenje papira**
- 2. Temperiranje uređaja za obojenje**
- 3. Održavanje temperature tek. za vlaženje**

## Proces sušenja

- Ofsetne boje suše pretežno kemijskim načinom (oksidolimerizacijom), ali i manjim dijelom fizičkim načinom (upijanjem mineralnih ulja u tiskovnu podlogu).
- Najčešći lakovi su vododisperzivni i suše fizikalnim načinom (isparavanjem vode iz sastava).
- Tome je prilagođen i proces sušenja. Konkretno, primjenjuje se IR zračenje kojim se mogu sušiti IR bojila, konvencionalna ofsetna bojila, dok se za sušenje lakova koristi kombinacija IR zračenje + vrući zrak.
- Tijekom procesa sušenja temperatura se mjeri na izlagaćem kupu. Senzor sa regulatorom temperature može izvršiti regulaciju  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

# DRYSTAR 2000

CD 102 LX+ZT+UV



1. ORMAR ZA SUŠENJE

2. IR UREĐAJ ZA SUŠENJE IZMEĐU TISKOVNIH JEDINICA

3. PRVI UMETAK ZA SUŠENJE (IR+VRUĆI ZRAK)

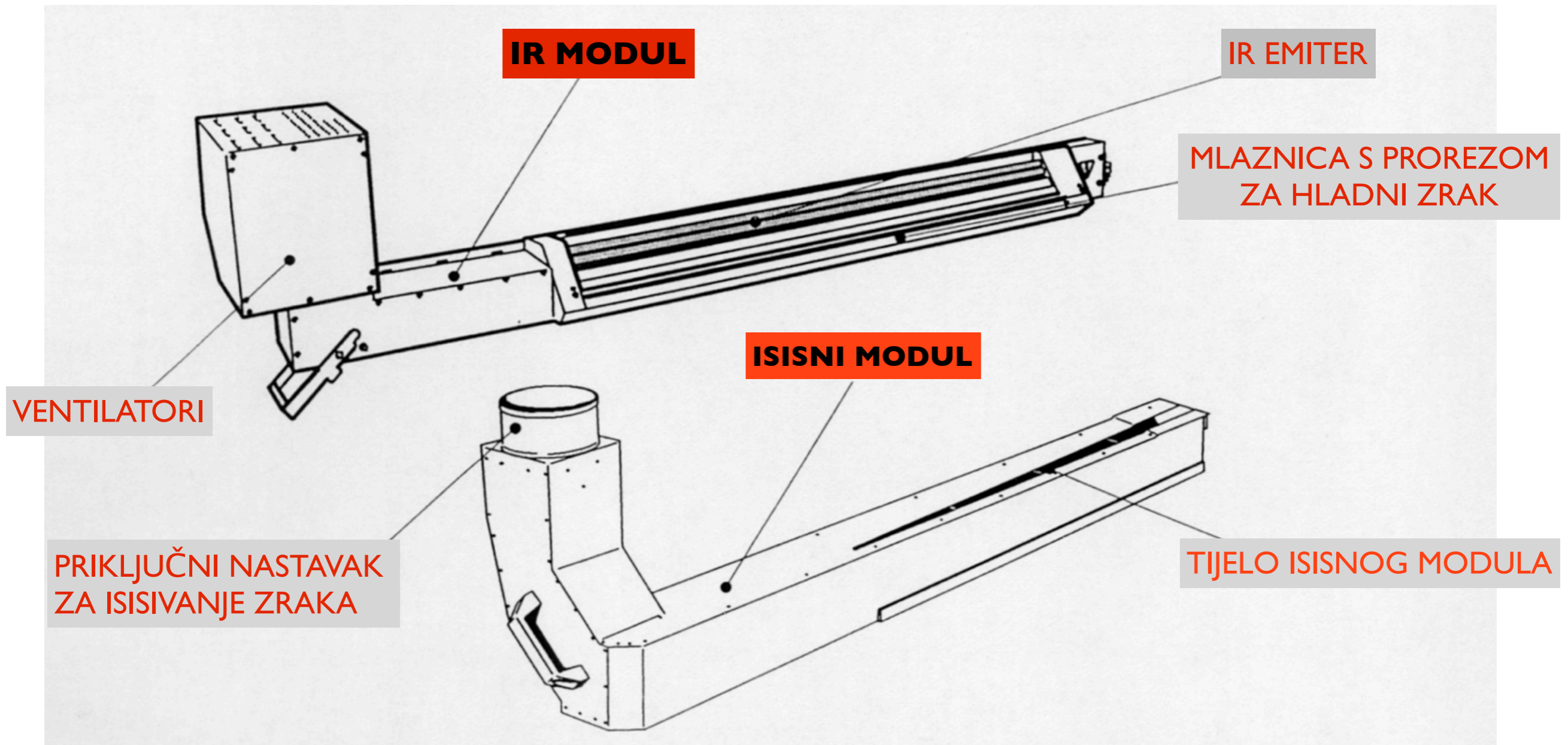
4. DRUGI UMETAK ZA SUŠENJE (IR+VRUĆI ZRAK)

5. UV UMETAK ZA SUŠENJE

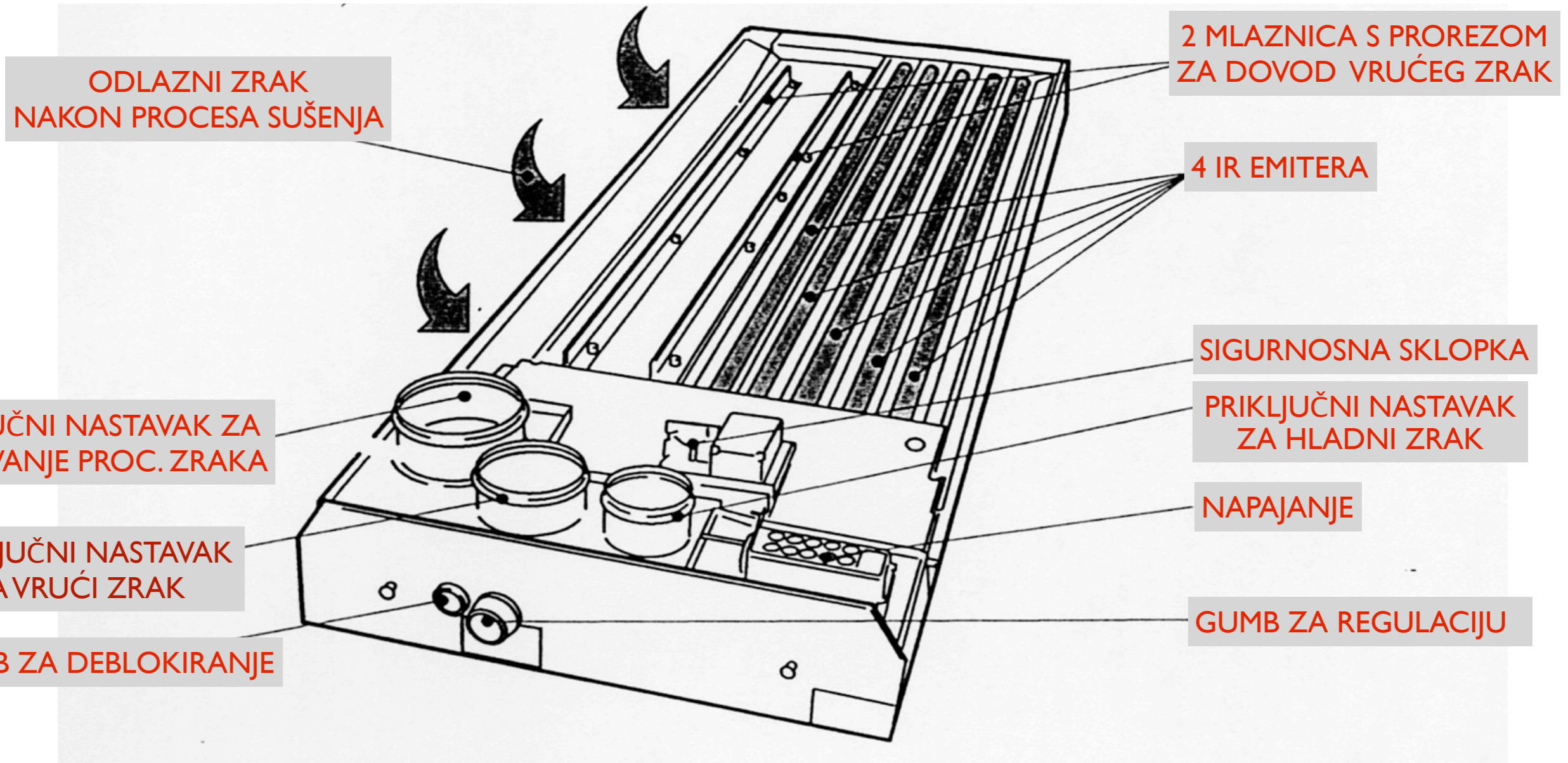
6. TREĆI UMETAK ZA SUŠENJE (HLADNI ZRAK)

7. ORMARA ZA UV SUŠENJE

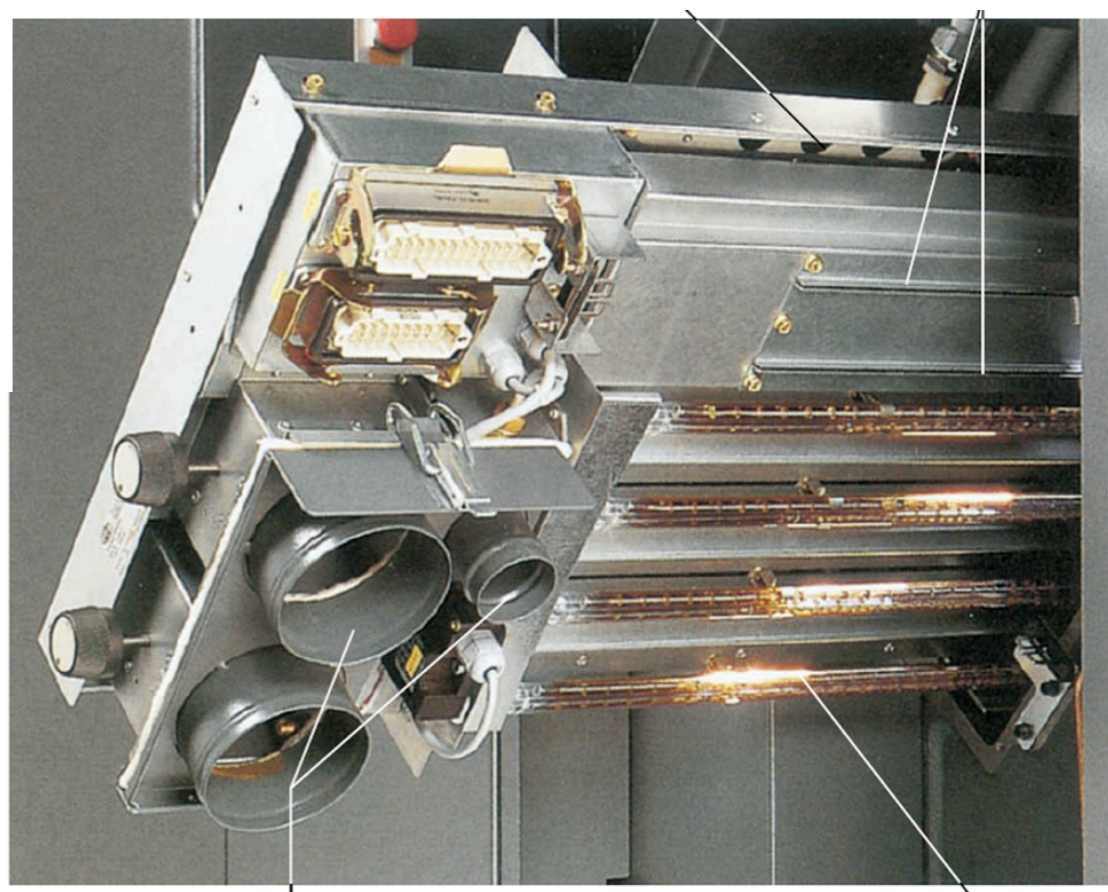
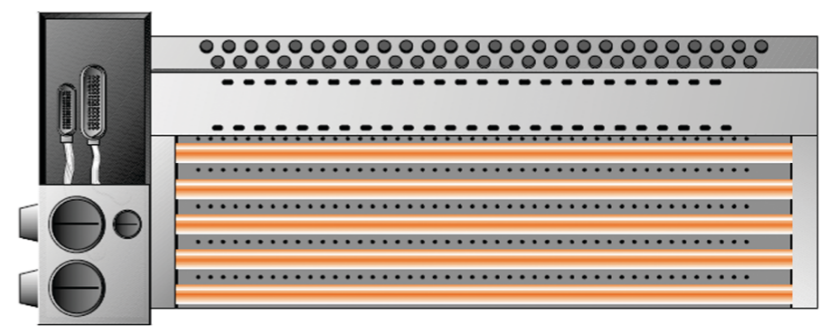
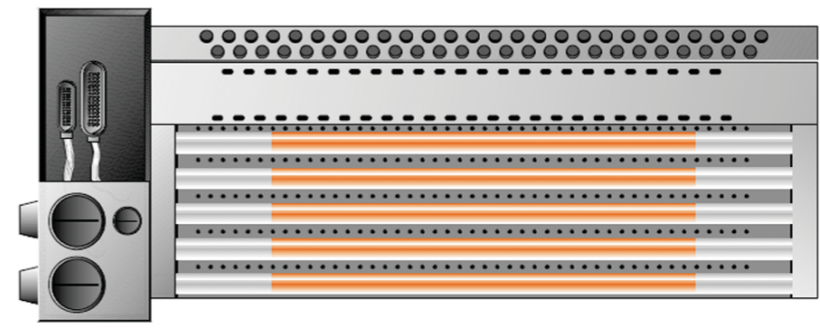
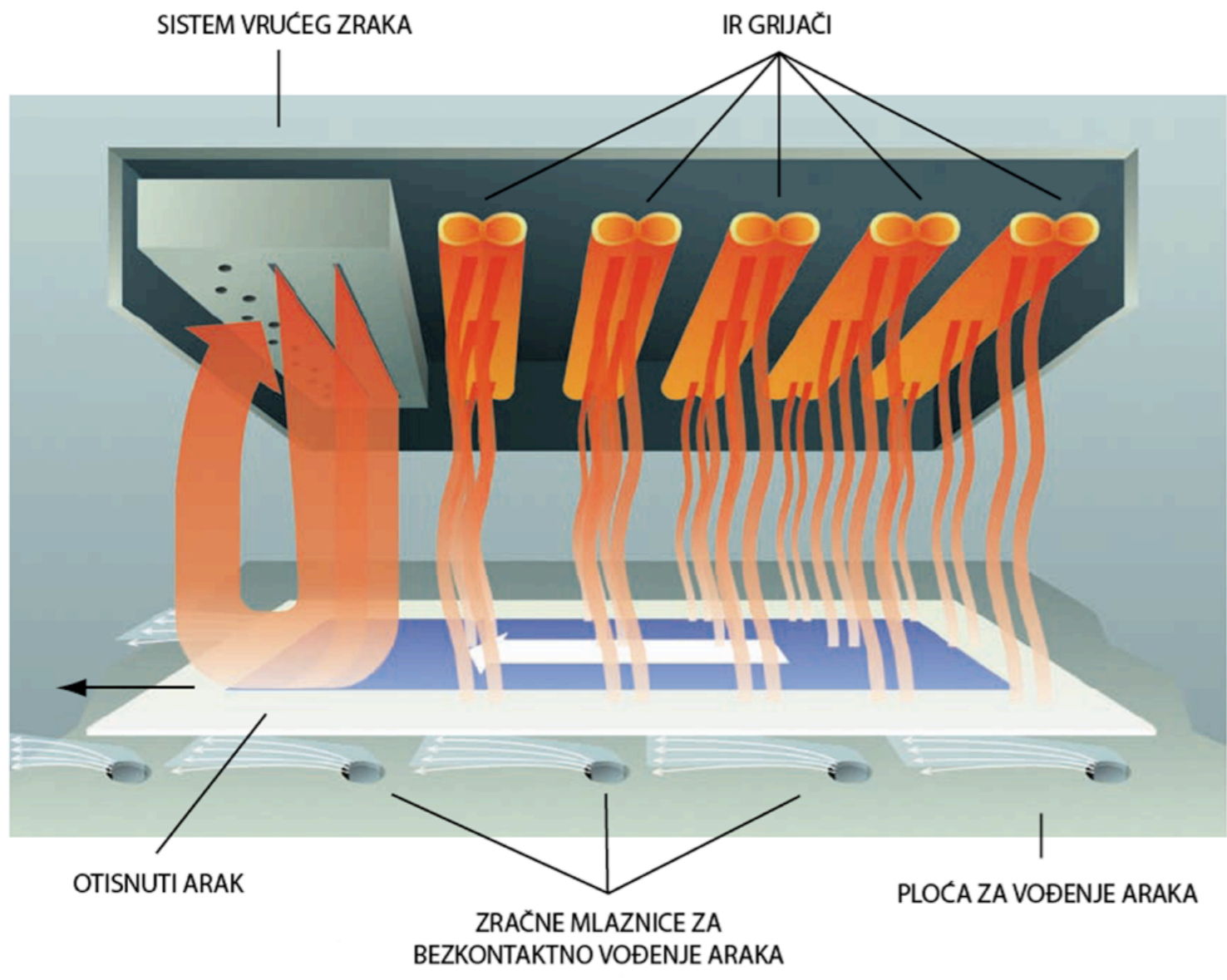
# IR UREĐAJ ZA SUŠENJE IZMEĐU TISKOVNIH JEDINICA



# I. i II. UMETAK ZA SUŠENJE (IR+VRUĆI ZRAK)

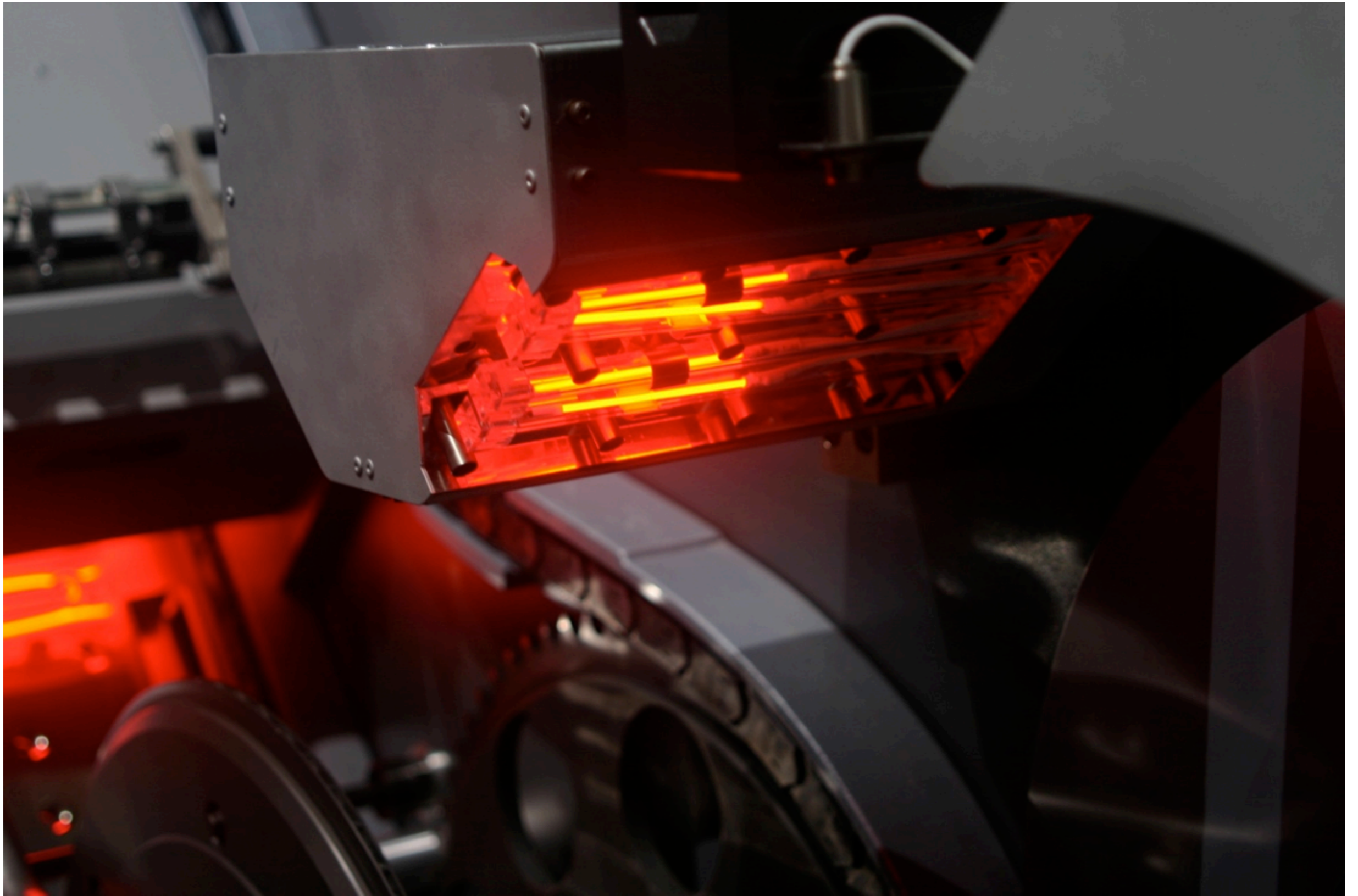






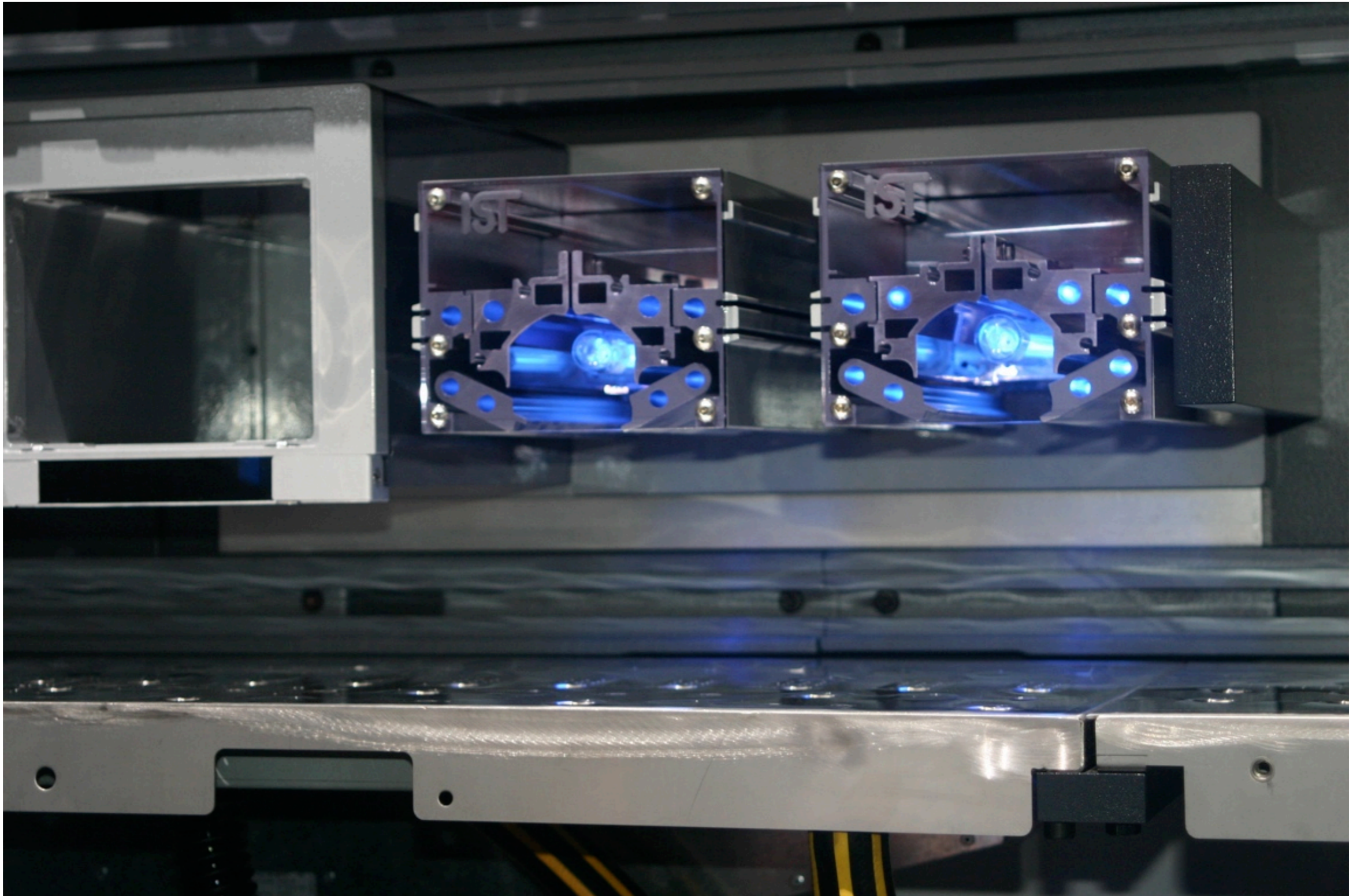
SPOJ ZA OPSKRBU ZRAKOM I IZVLAČENJE ZRAKA

IR GRIJAČ



### III. UMETAK ZA SUŠENJE (UV sušenje)

(konstrukcija ista kao i IR umetak, samo sa drugim svjetlosnim izvorom)



# Osnovni princip sušenja UV bojila i UV lakovi



Pigmenti



Veziva (monomeri, oligomeri)



Fotoinicijatori



Slobodni radikali koji traže partnera

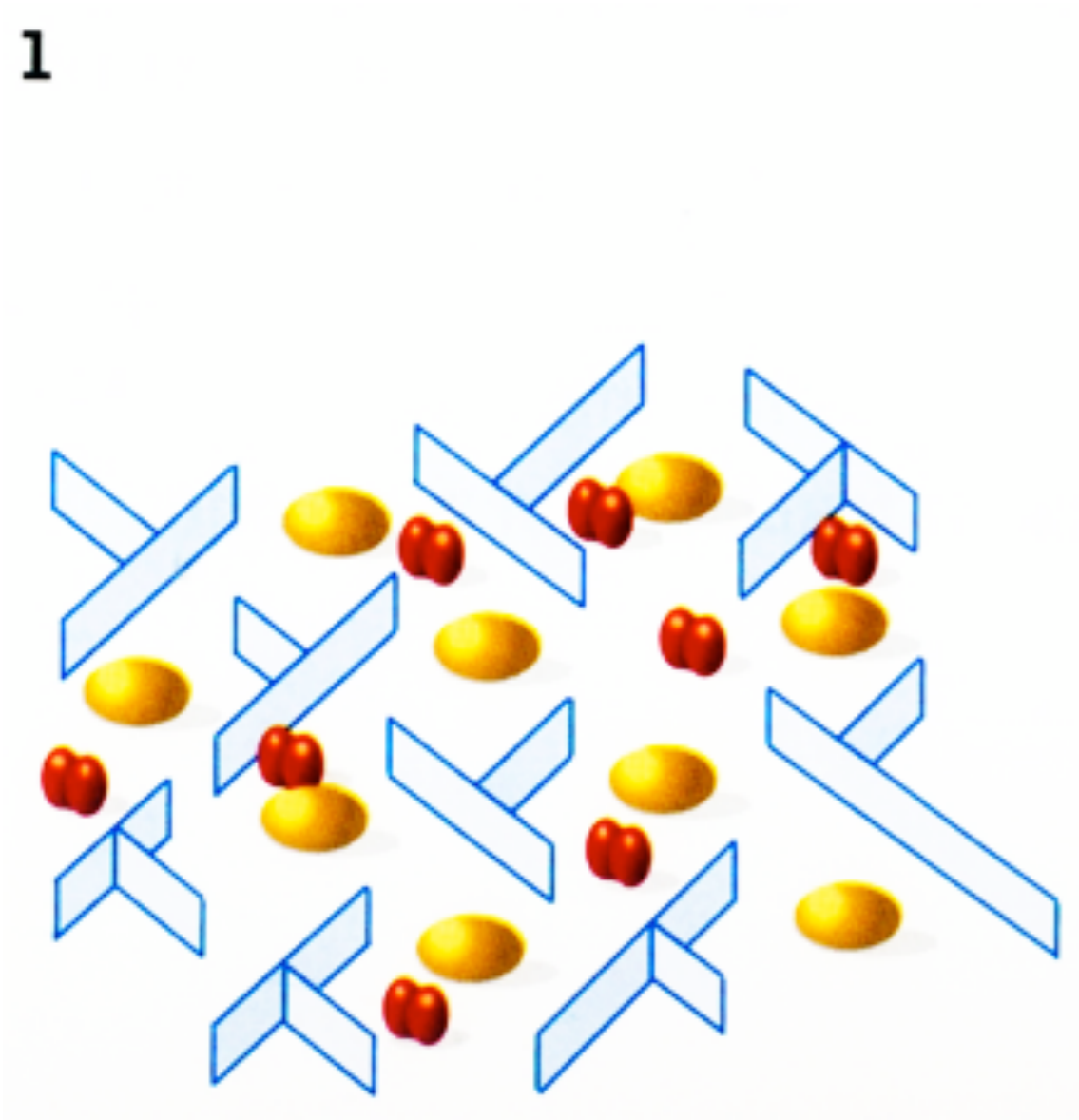







Slobodni radikali

# Osnovni princip sušenja UV bojila i UV lakovi

## UV polimerizacijski proces

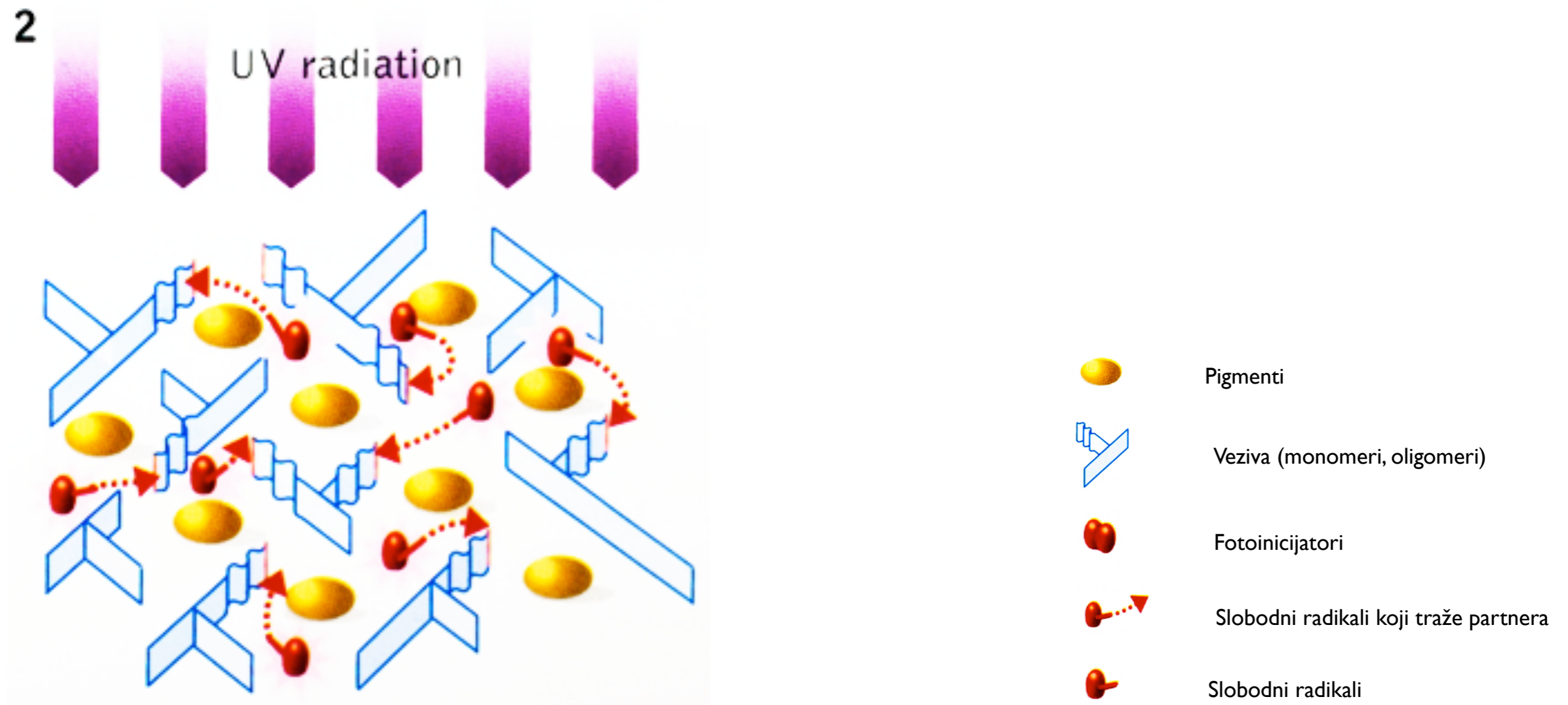
1



-  Pigmenti
-  Veziva (monomeri, oligomeri)
-  Fotoinicijatori
-  Slobodni radikali koji traže partnera
-  Slobodni radikali

# Osnovni princip sušenja UV bojila i UV lakovi

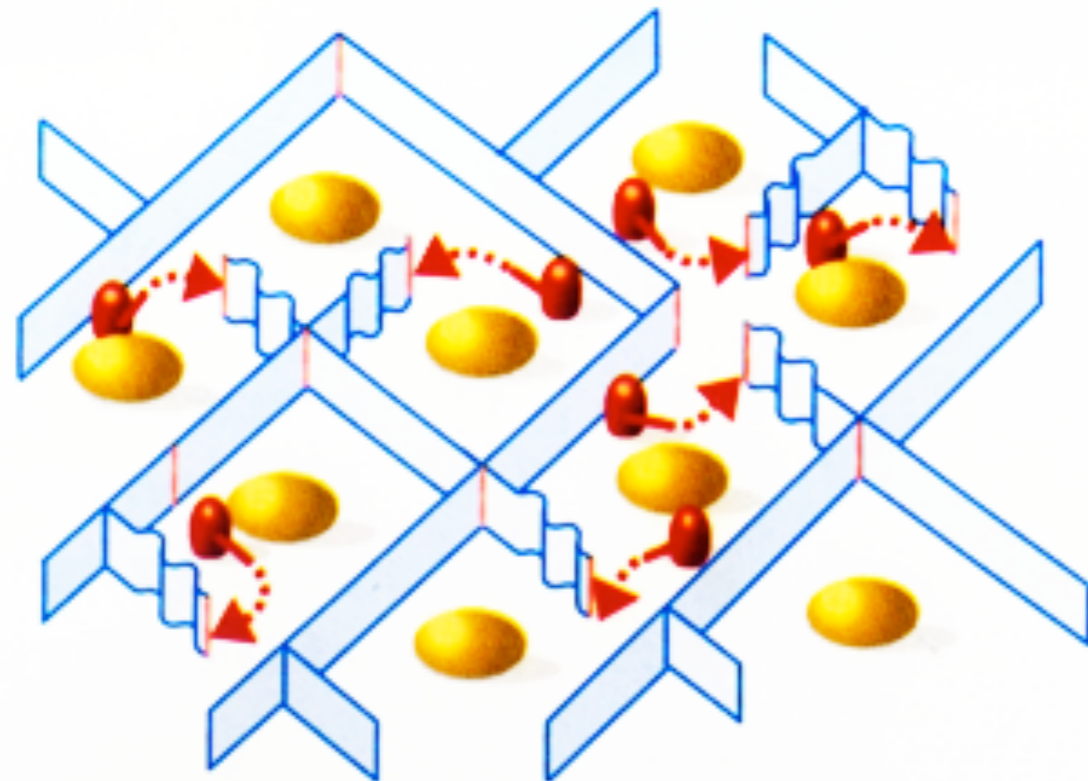
## UV polimerizacijski proces








# Osnovni princip sušenja UV bojila i UV lakovi

## UV polimerizacijski proces

3

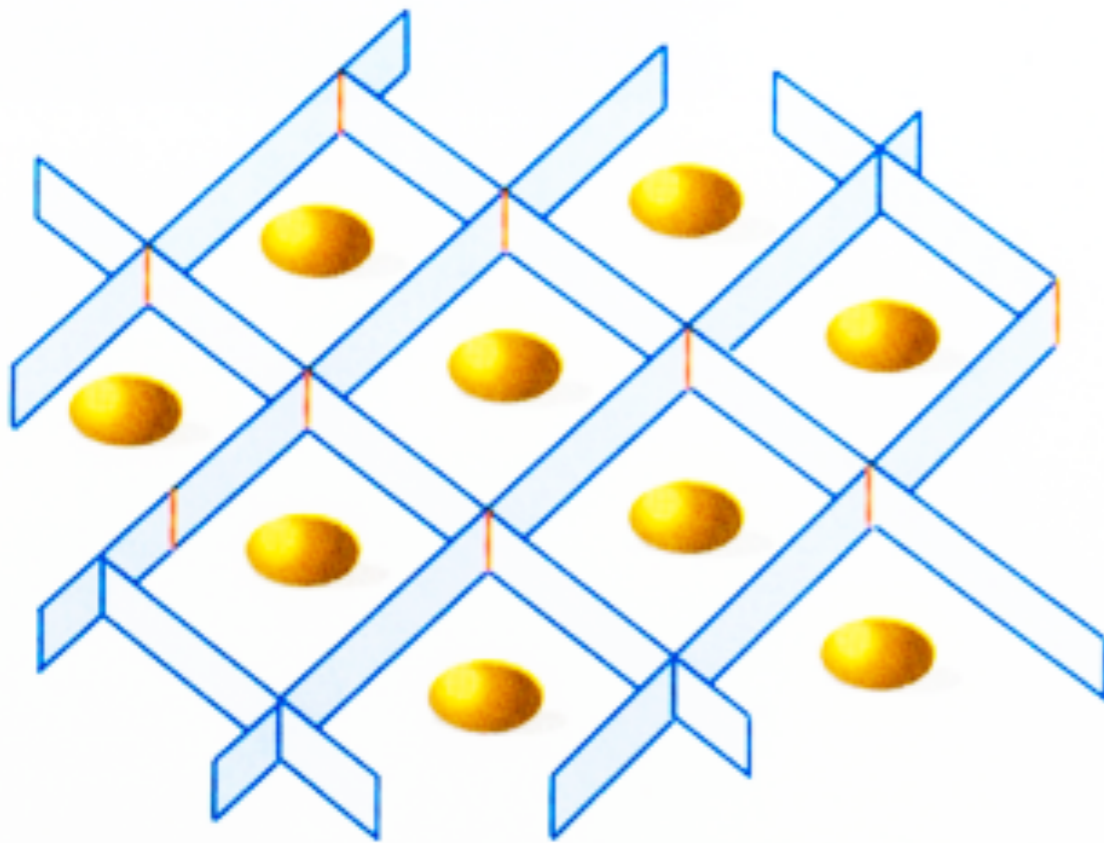







-  Pigmenti
-  Veziva (monomeri, oligomeri)
-  Fotoinicijatori
-  Slobodni radikali koji traže partnera
-  Slobodni radikali

# Osnovni princip sušenja UV bojila i UV lakovi

## UV polimerizacijski proces

4

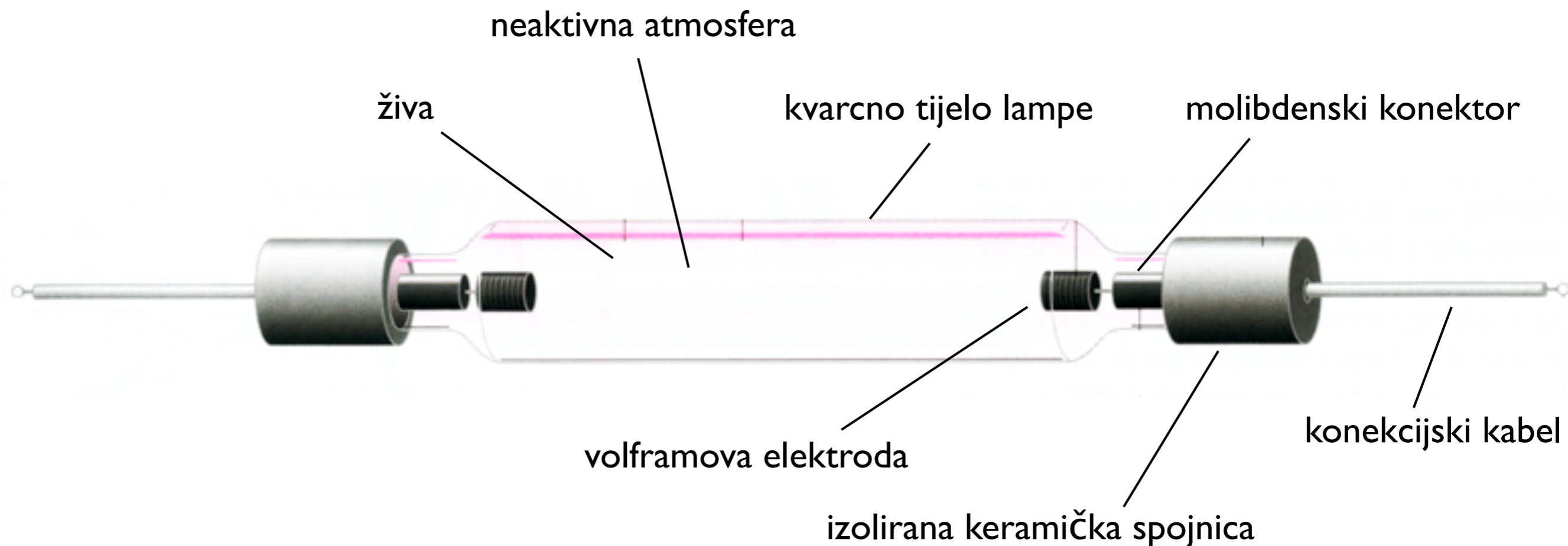


-  Pigmenti
-  Veziva (monomeri, oligomeri)
-  Fotoinicijatori
-  Slobodni radikali koji traže partnera
-  Slobodni radikali



# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

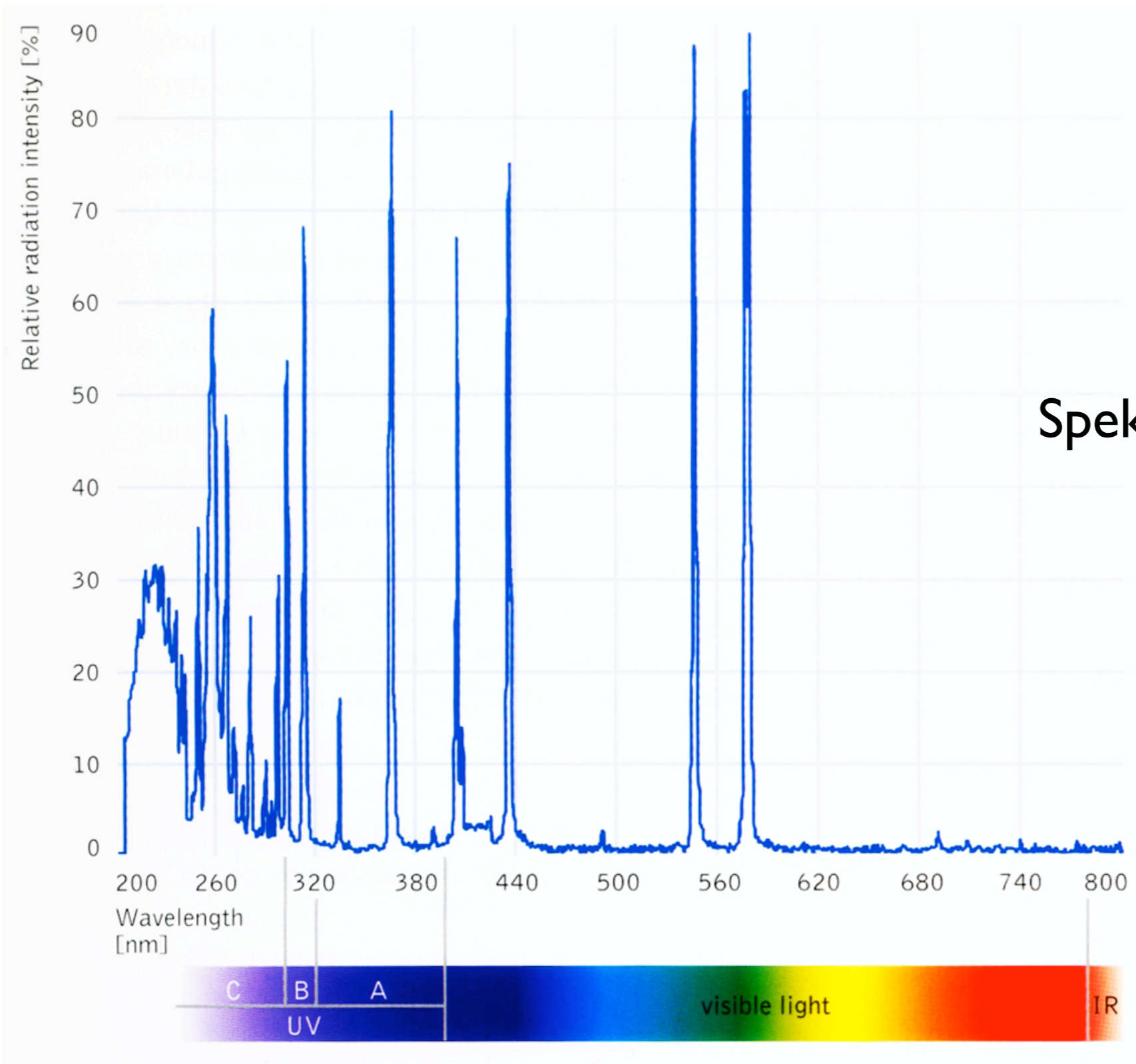
## Živine lampe



- Snaga lampe (W/cm)
- Energija koja djeluje na tiskovnu podlogu ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ )
- Energija sušenja ( $\text{mJ}/\text{cm}$ )

**105 cm lampa = 200 W/cm**

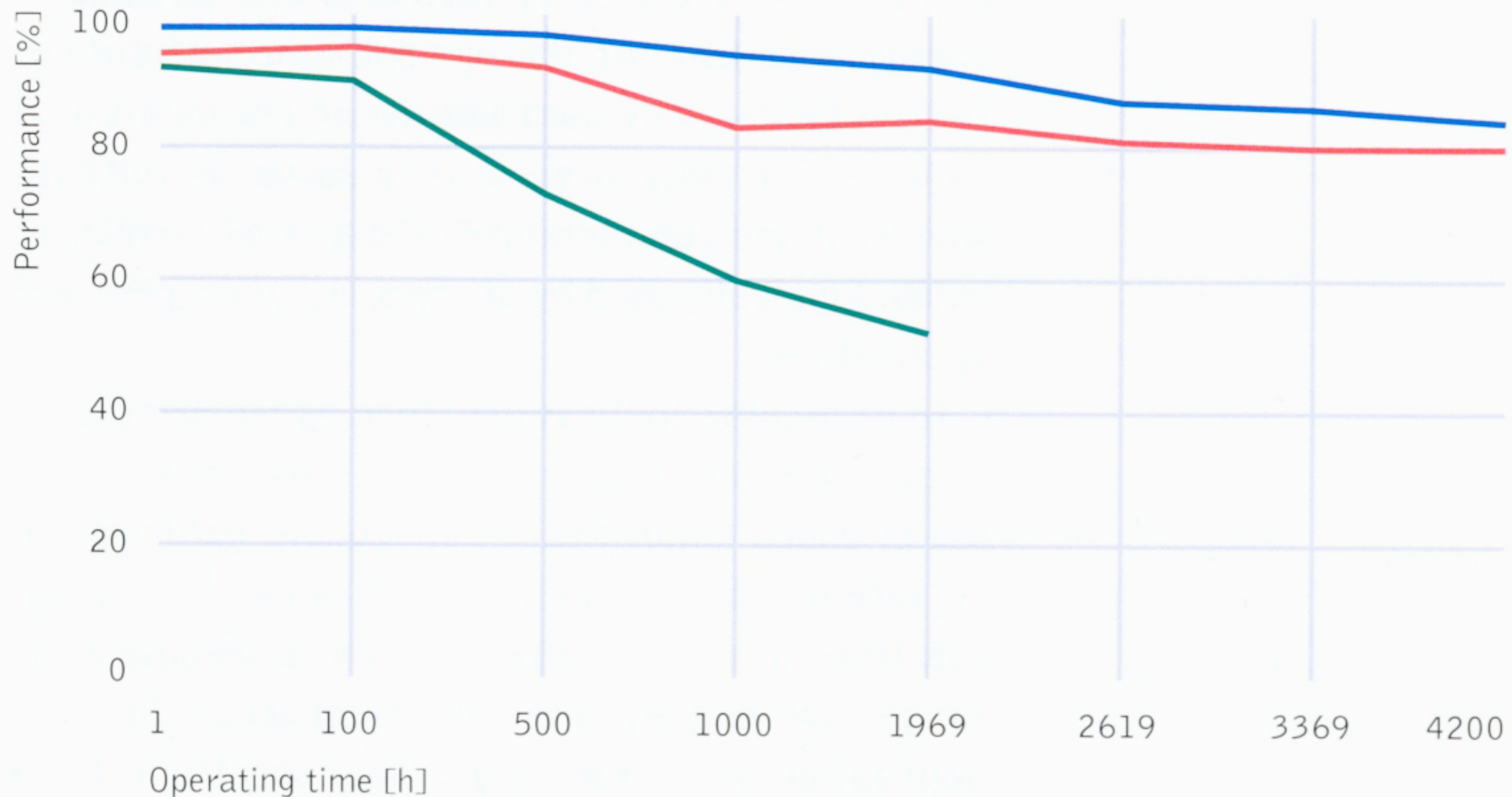
# UV izvori koji se koriste u graf. industriji



Spektar živinih lampa

# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

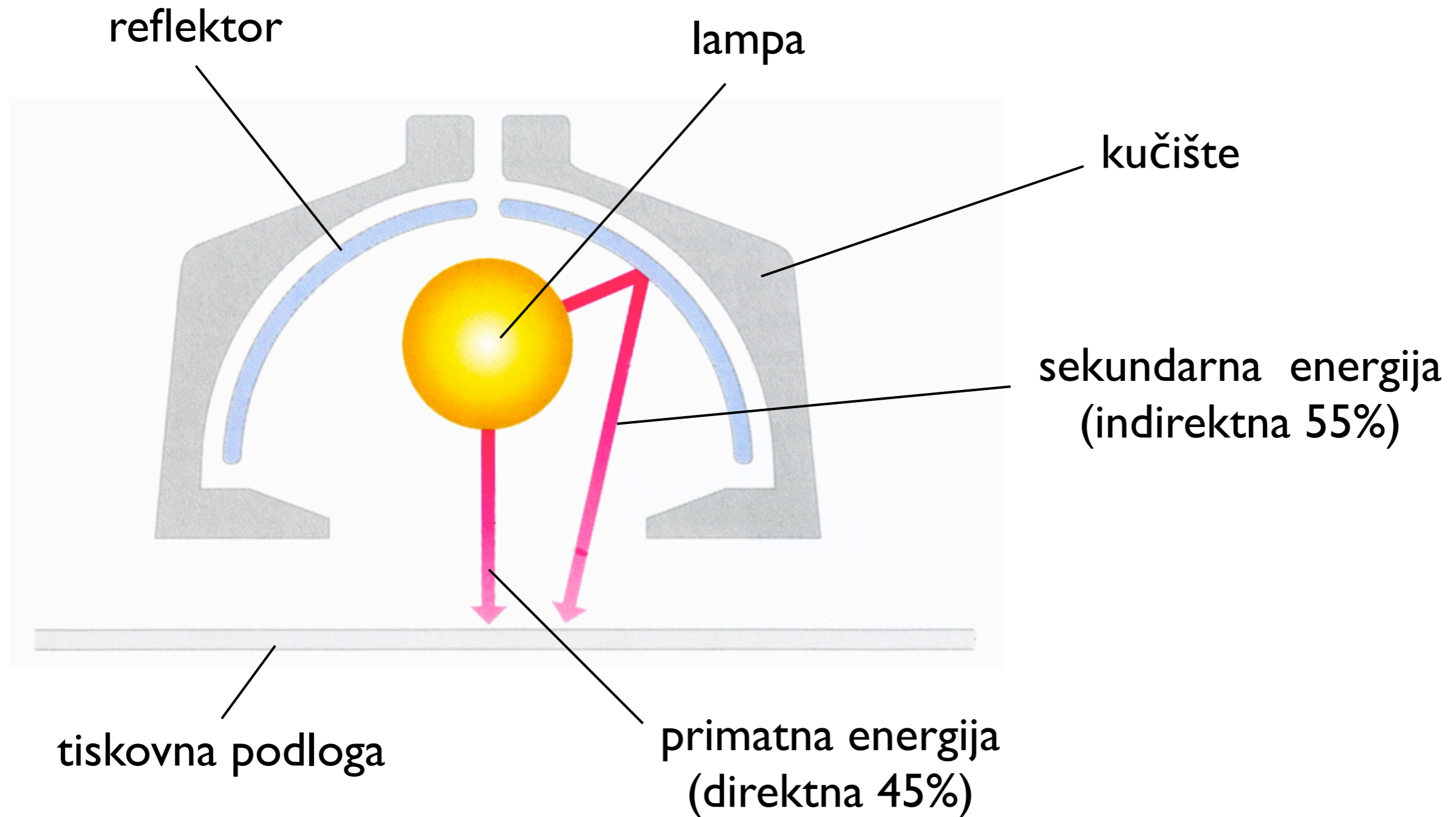
## Izdržljivost živinih lampi



- Živine lampe koje su hladene
- Čistoća živinih lampi
- Fekventno ukapčanje i iskapčanje živinih lampi

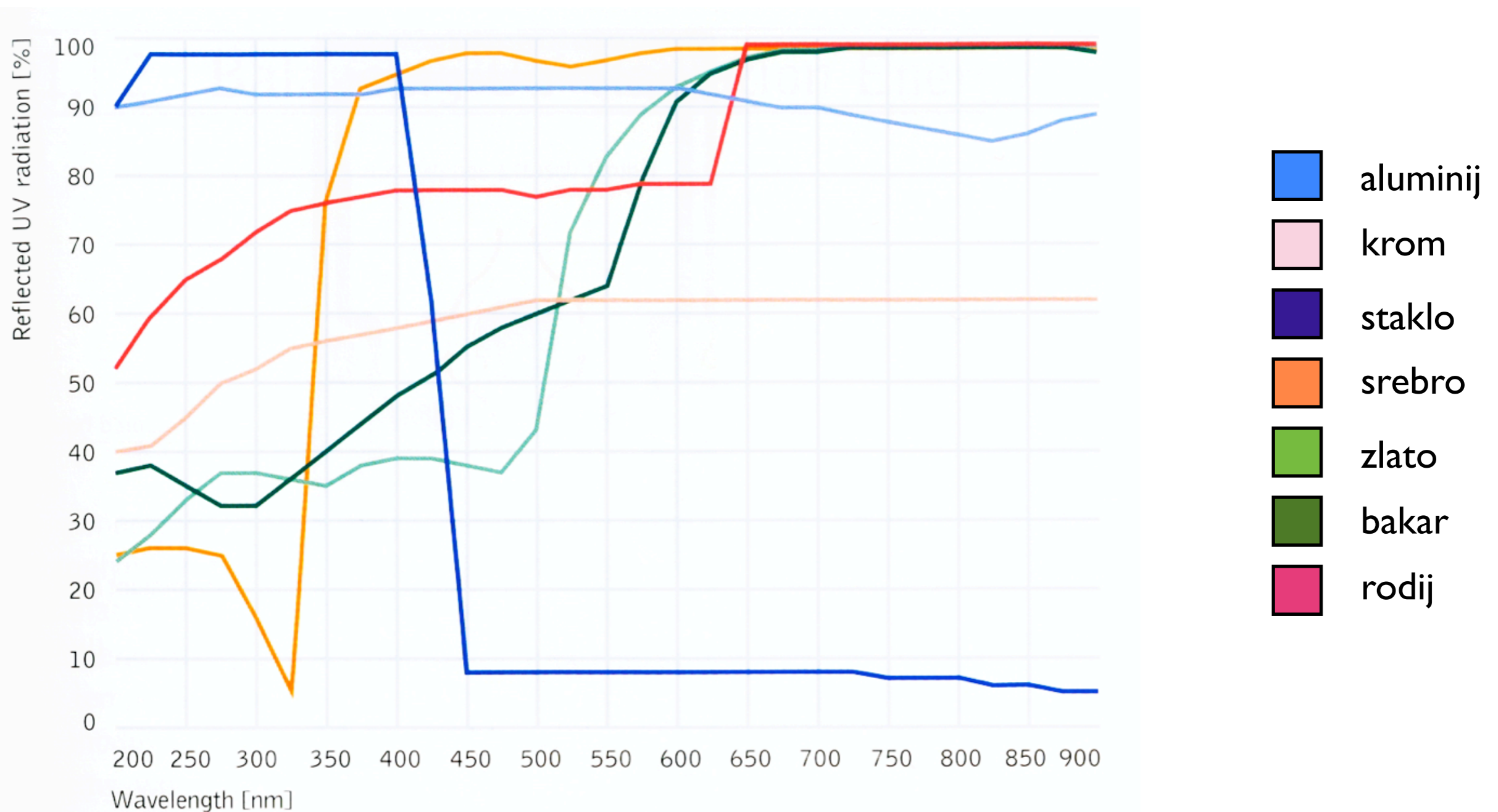
# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

## UV sušać sa živinom lampom

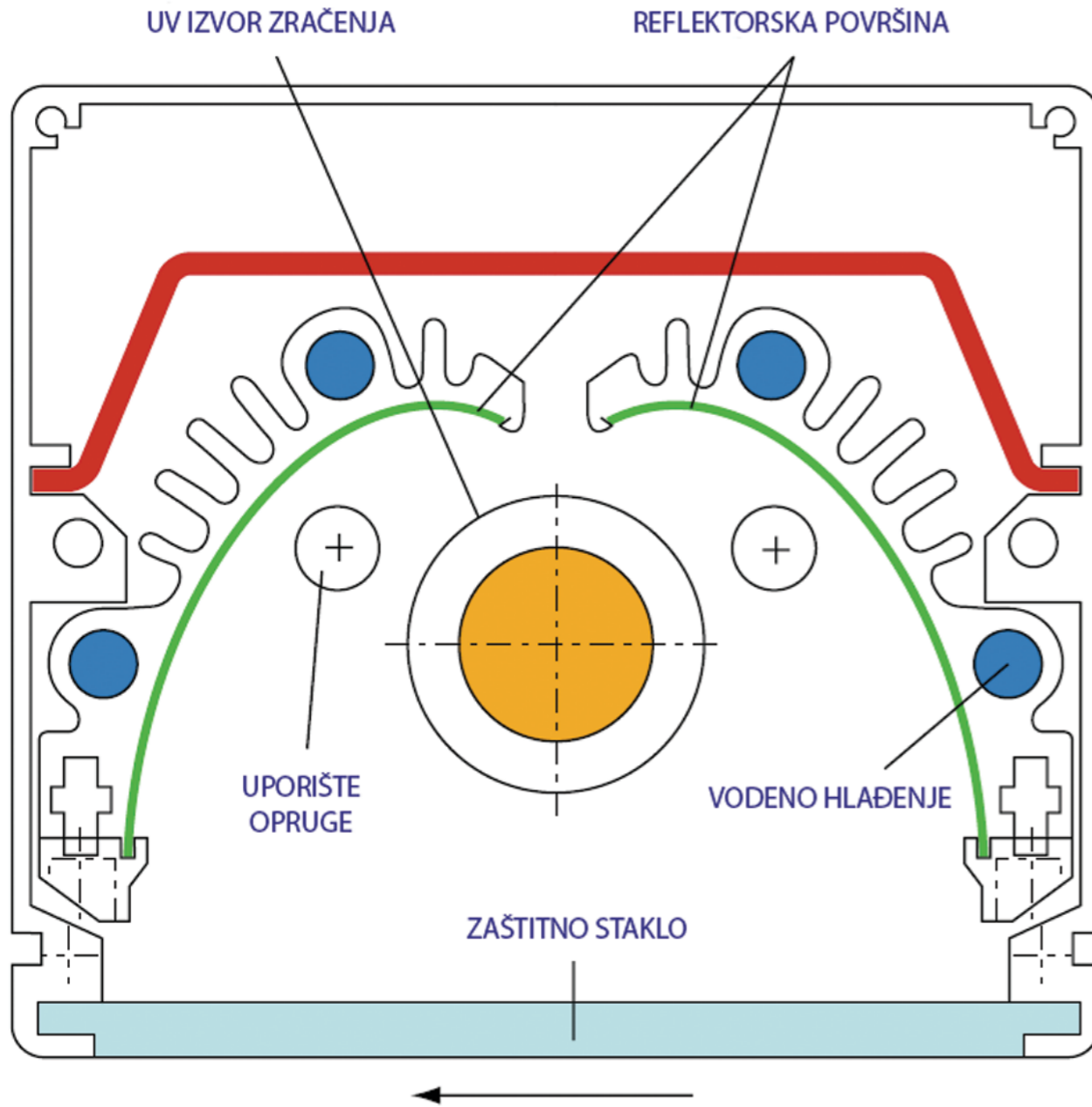


# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

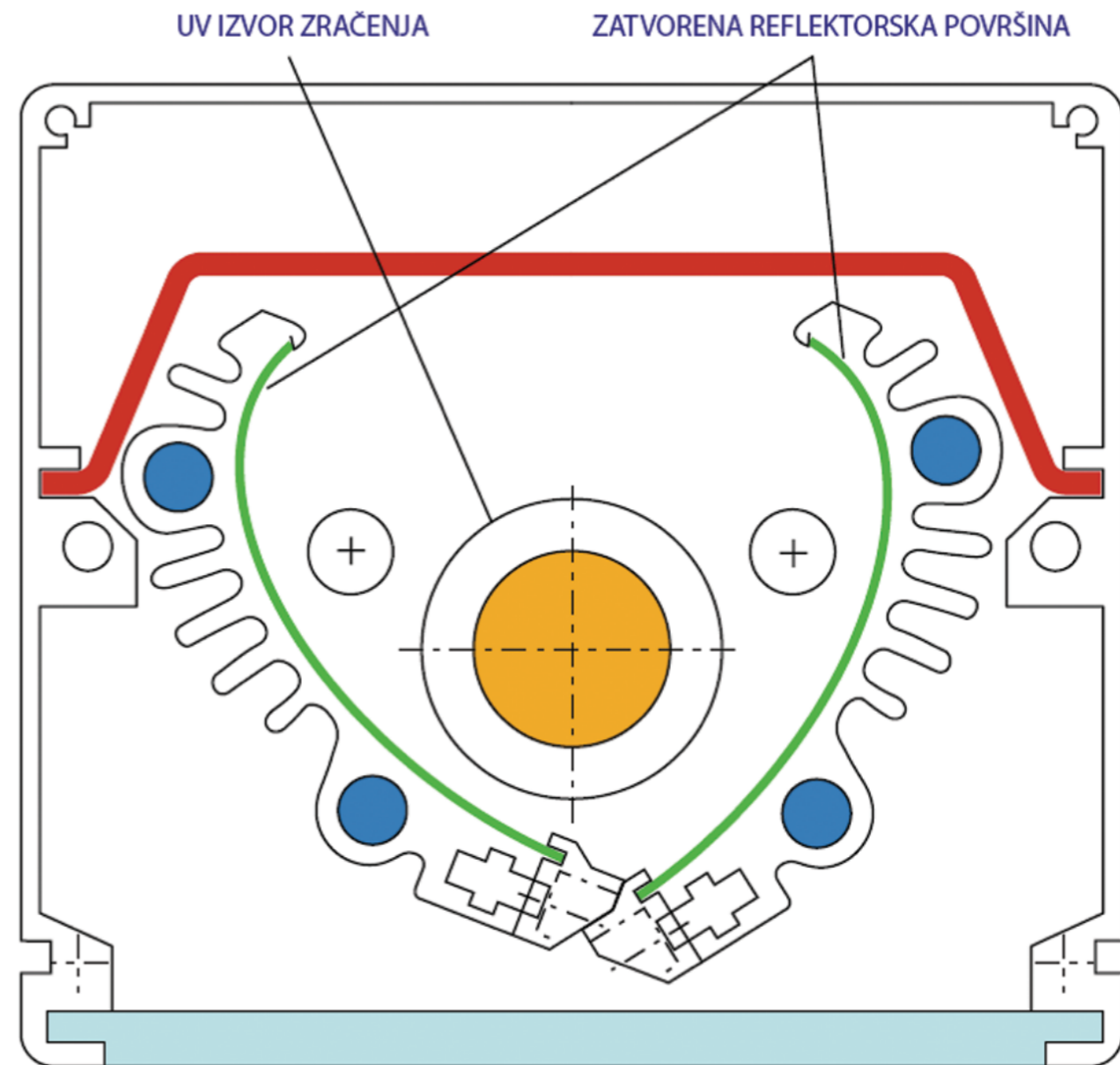
## Spektri zračenja nakon refleksije sa raznih reflektora



# UV izvori koji se koriste u graf. industriji



**Položaj prilikom tiska**



**Položaj prestankom tiska**

# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

## LED UV lampe

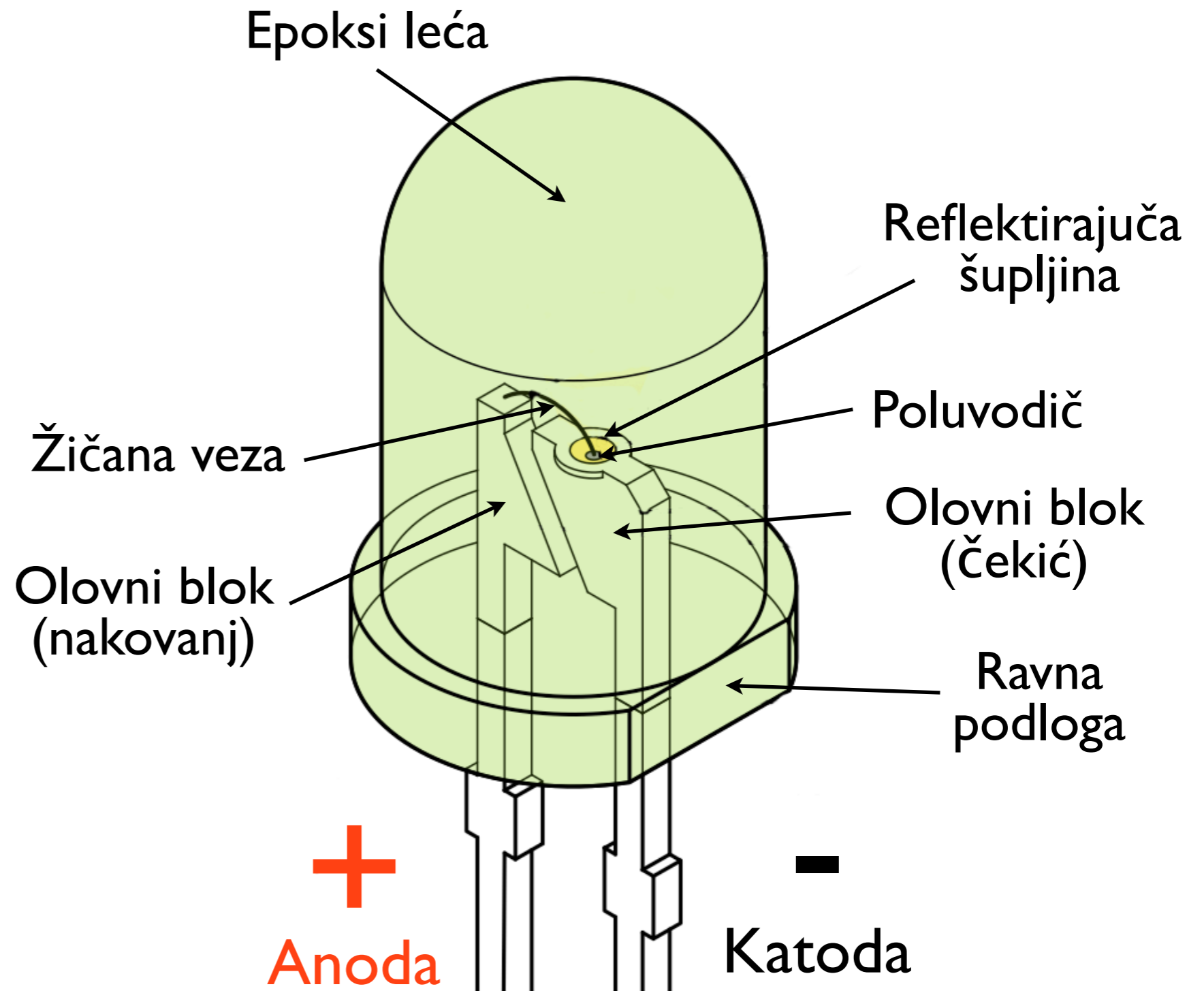


$$\Delta U = 3.1V - 4.4V$$

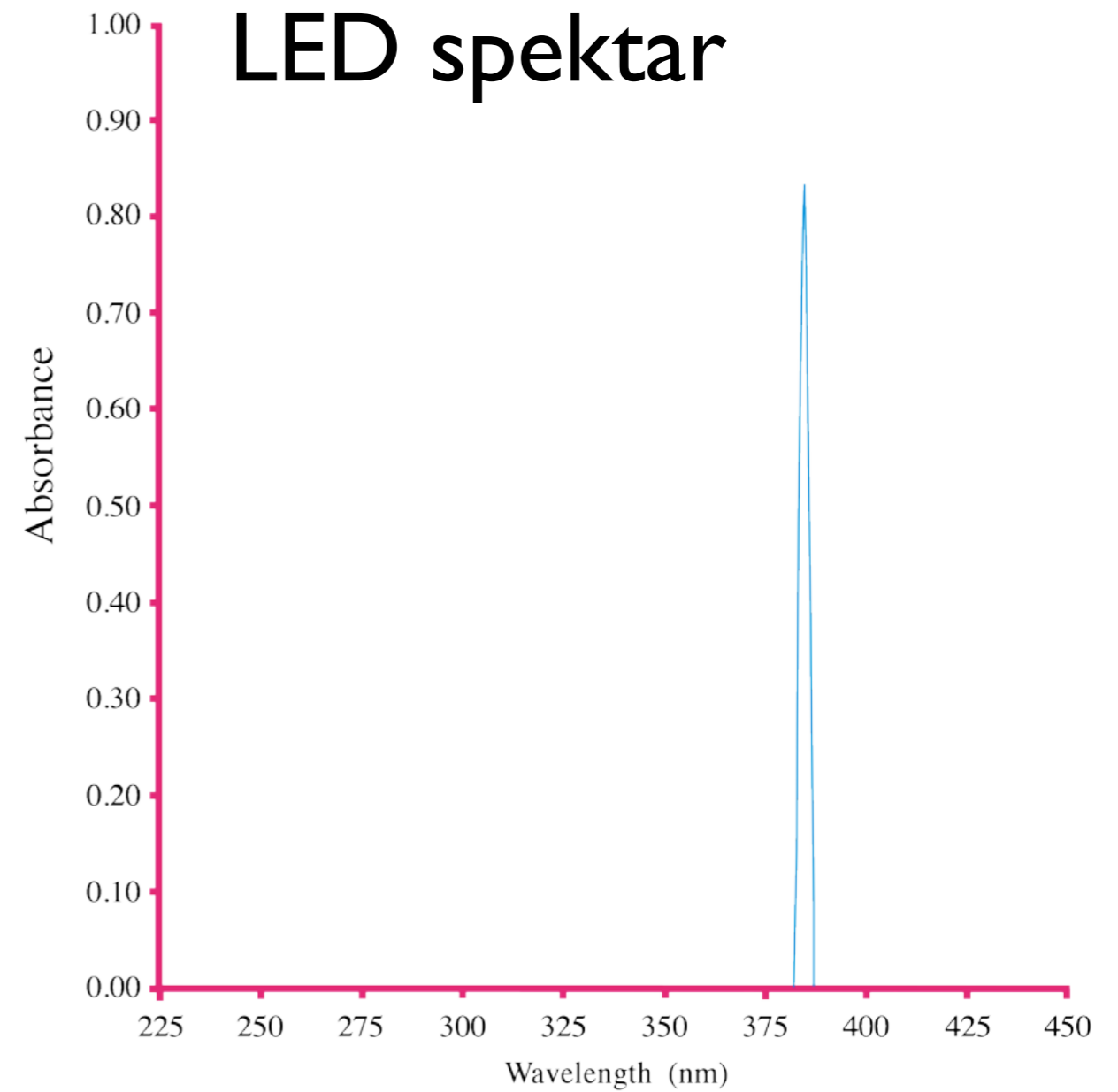
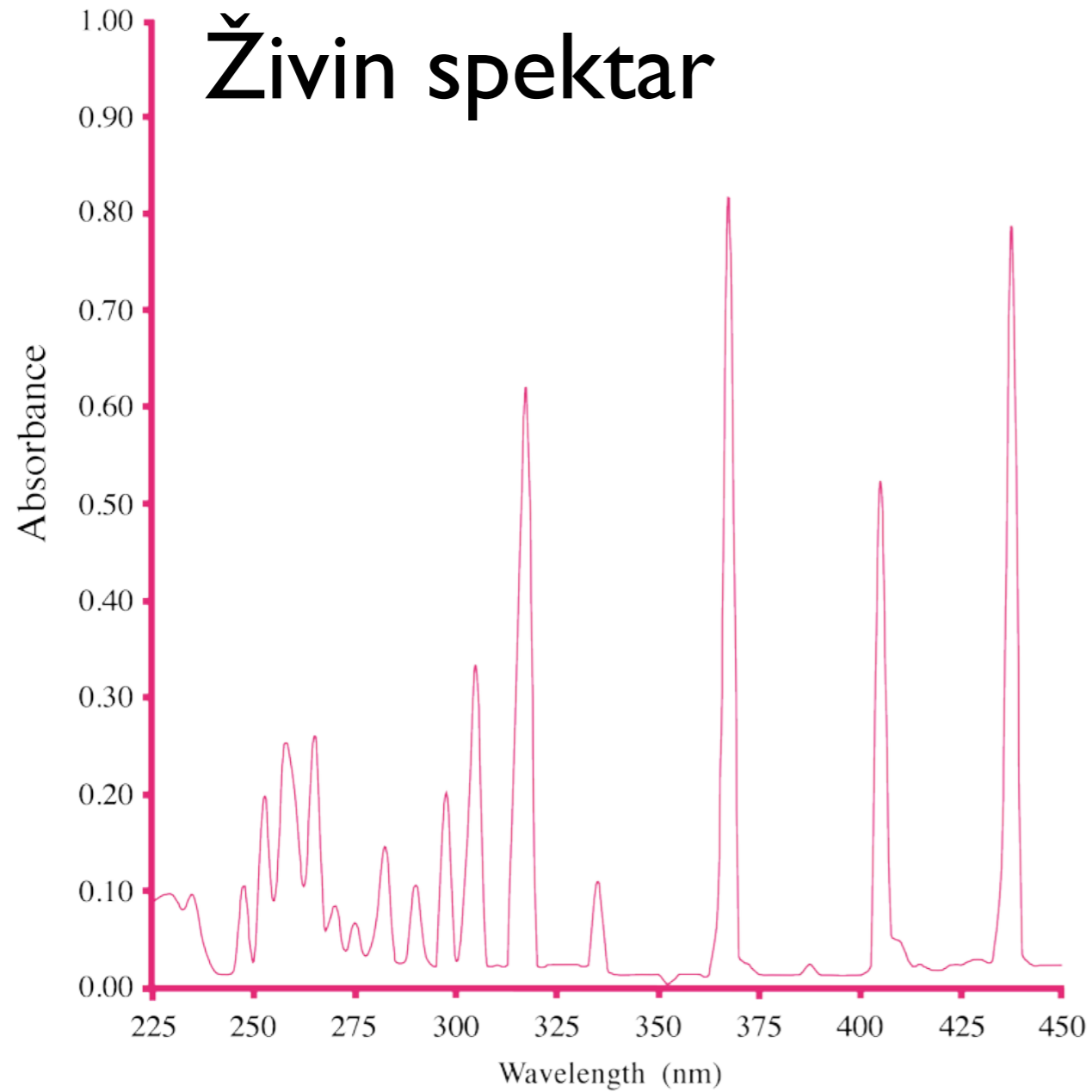
$$P = 30 \text{ kW/m}^2$$

## POLUVODIČI ZA UV

- borov nitrid,
- aluminijev nitrid,
- aluminijev galijev nitrid,
- aluminijev galijev iridijev nitrid

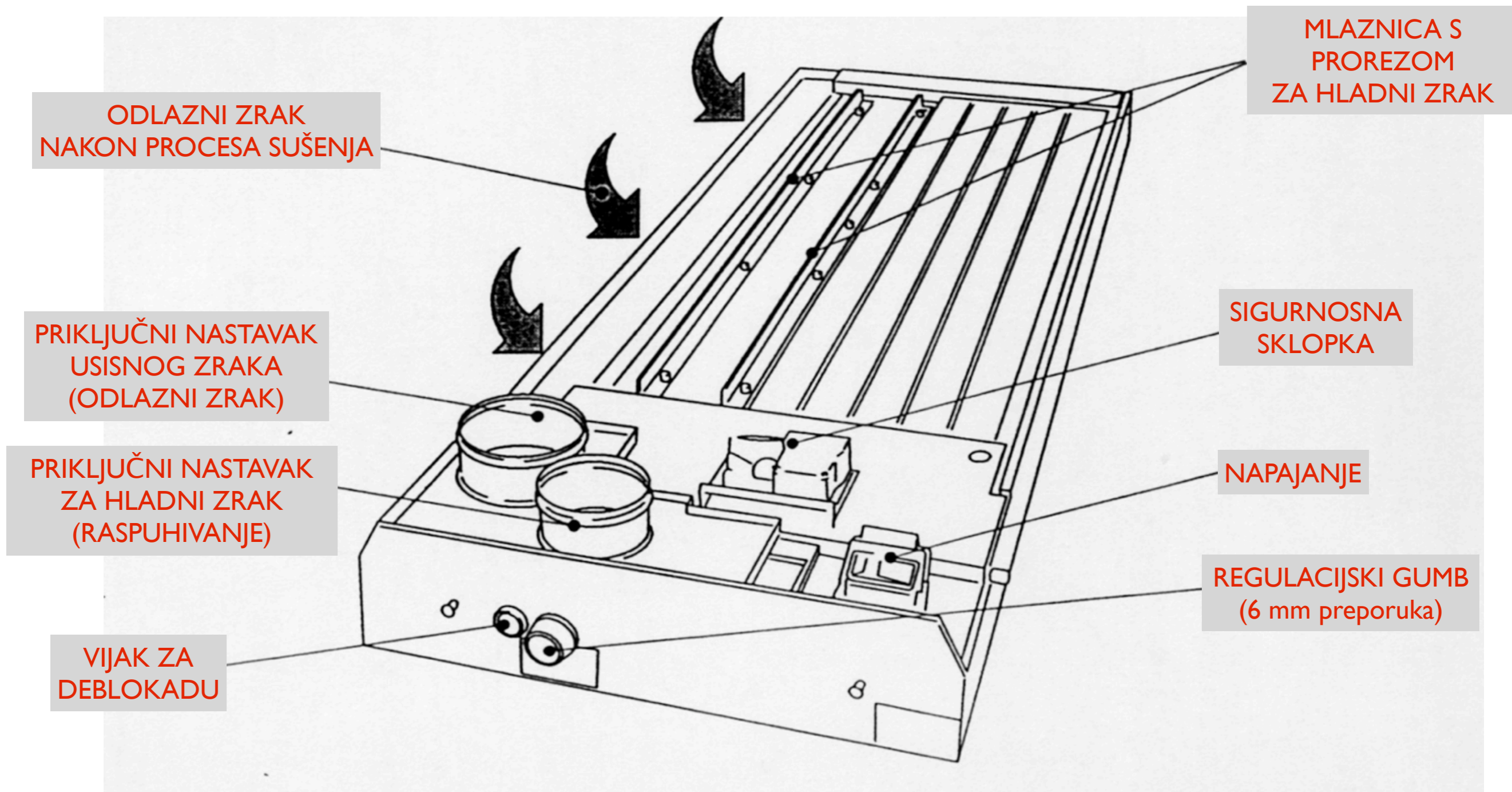


# UV izvori koji se koriste u graf. industriji

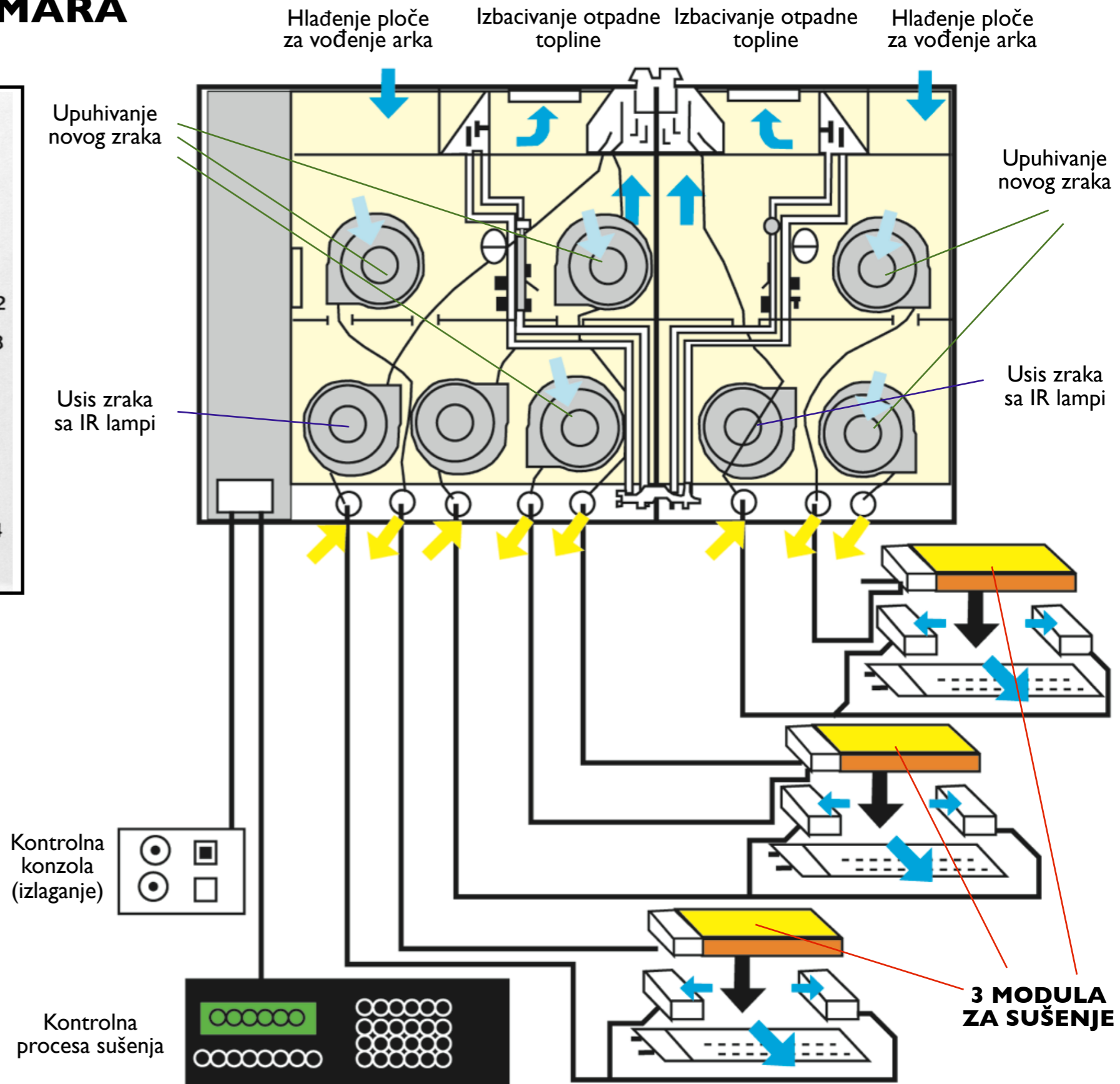
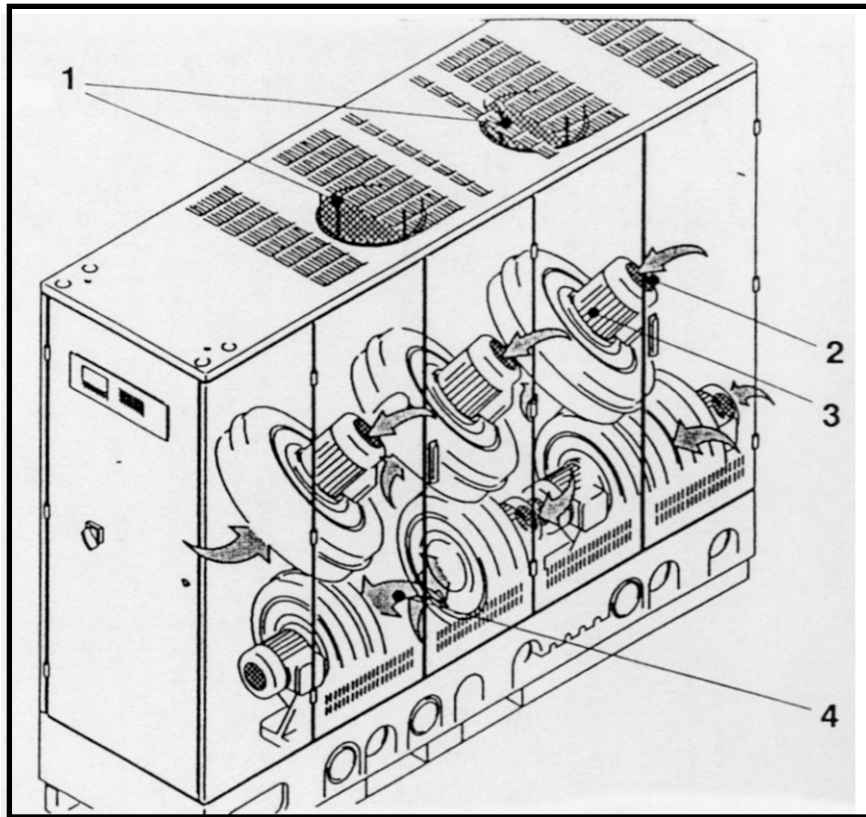


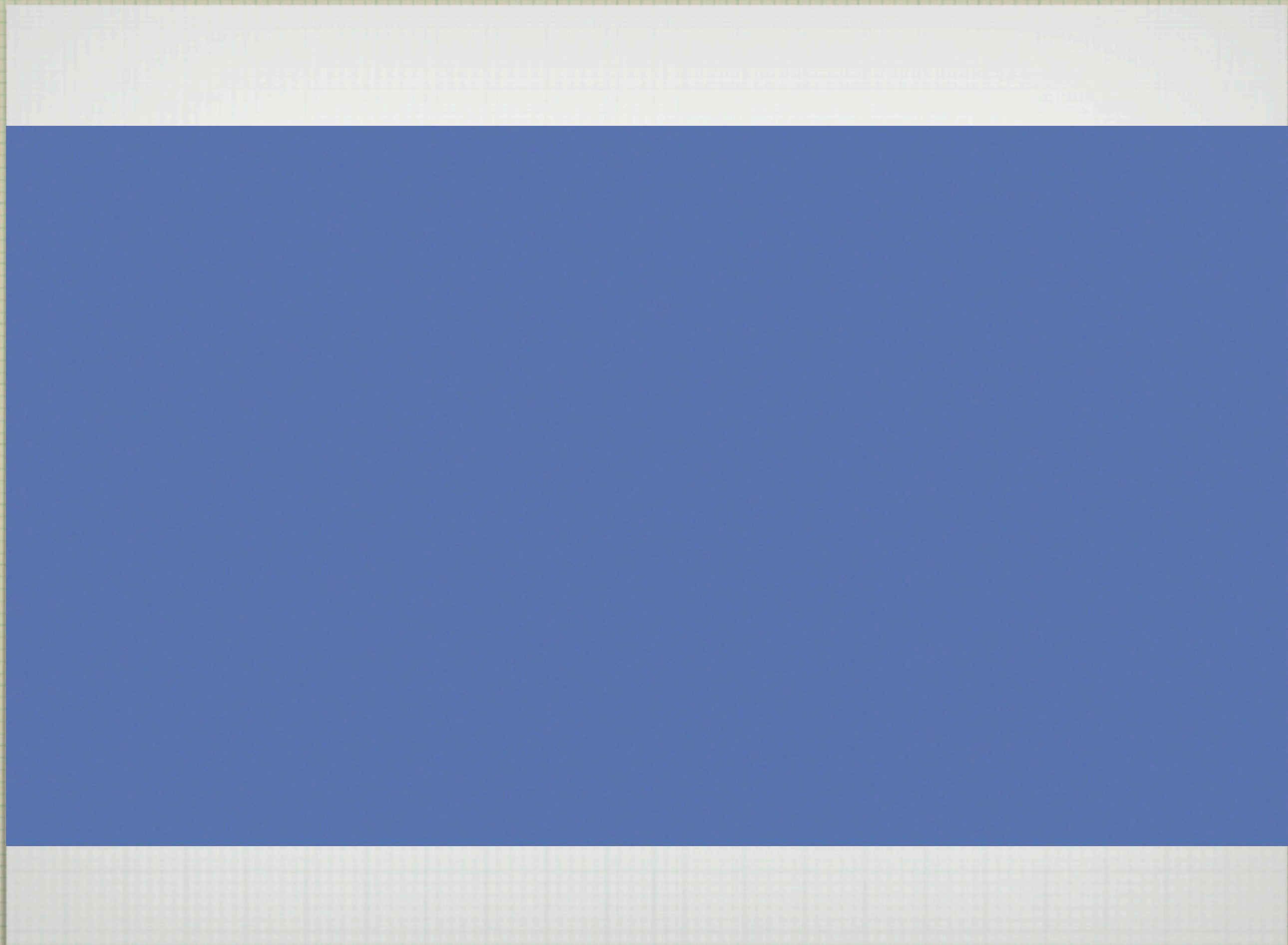


# IV. UMETAK ZA SUŠENJE (HLADNI ZRAK)



# SHEMATSKI PRIKAZ KLIMATIZACIJSKOG ORMARA





# Temperiranje uređaja za obojenje

- Povećanje temperature (nastaje trenjem između valjaka uređaja za obojenje) direktno utječe na viskozitet ofsetnog bojila. Porast temperature bojila dovesti će do smanjenja viskoznosti pri čemu bojilo gubi ljepljivost i moć prenašanja (prihvaćanja).

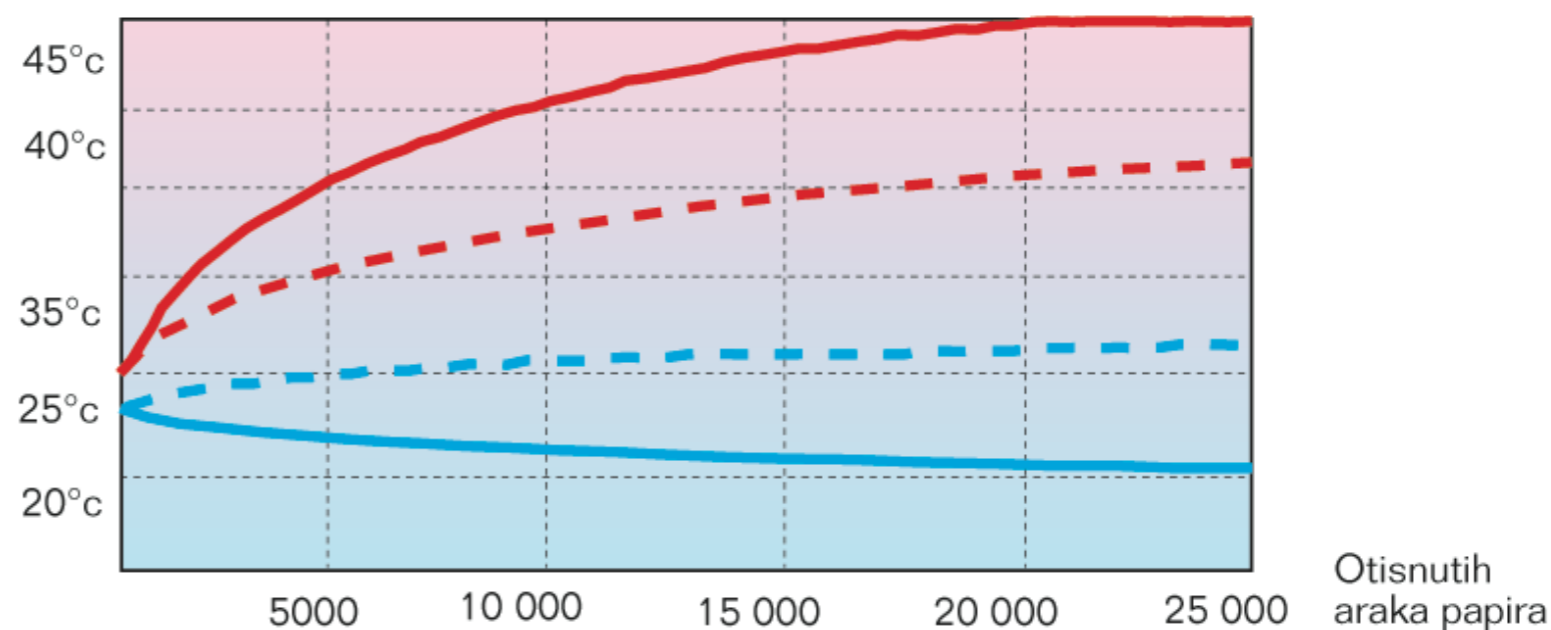
- Razlog tomu je konstruiranje sistema za hlađenje valjaka uređaja za obojenje. To su uglavnom razribači valjci i duktor koji su tvornički montirani i nije ih moguće vaditi.

- Sistem je baziran na konstantnim cirkuliranjem rashladne tekućine (voda + glikol) čija je radna temperatura  $-25^{\circ}\text{C}$ . Sistem uključuje pumpu s ugrađenom kontrolnim senzorom topline.

- Glikol je antifrizni dodatak jedinici za hlađenje koji se dodaje samo u slučaju ako je temperatura rashladne tekućine ispod  $-4^{\circ}\text{C}$ .

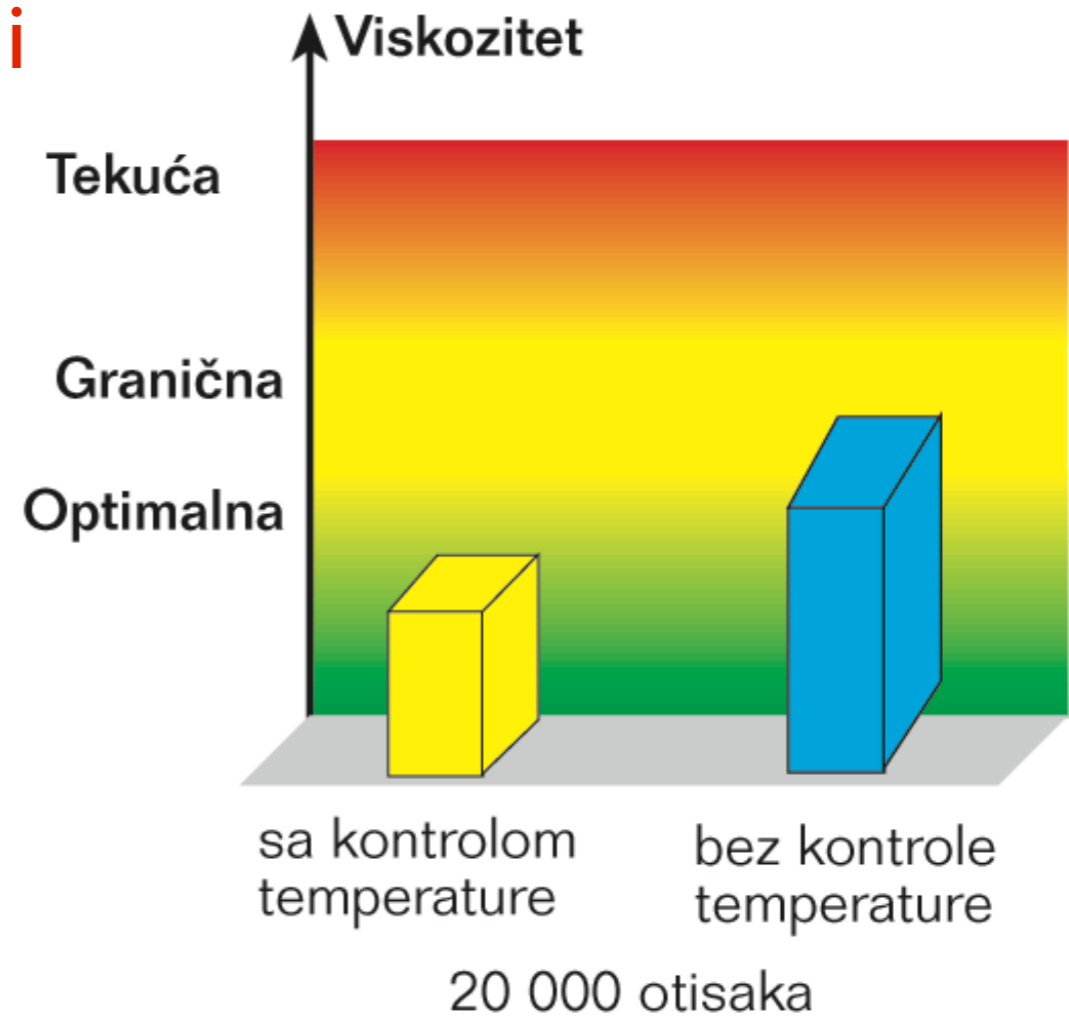
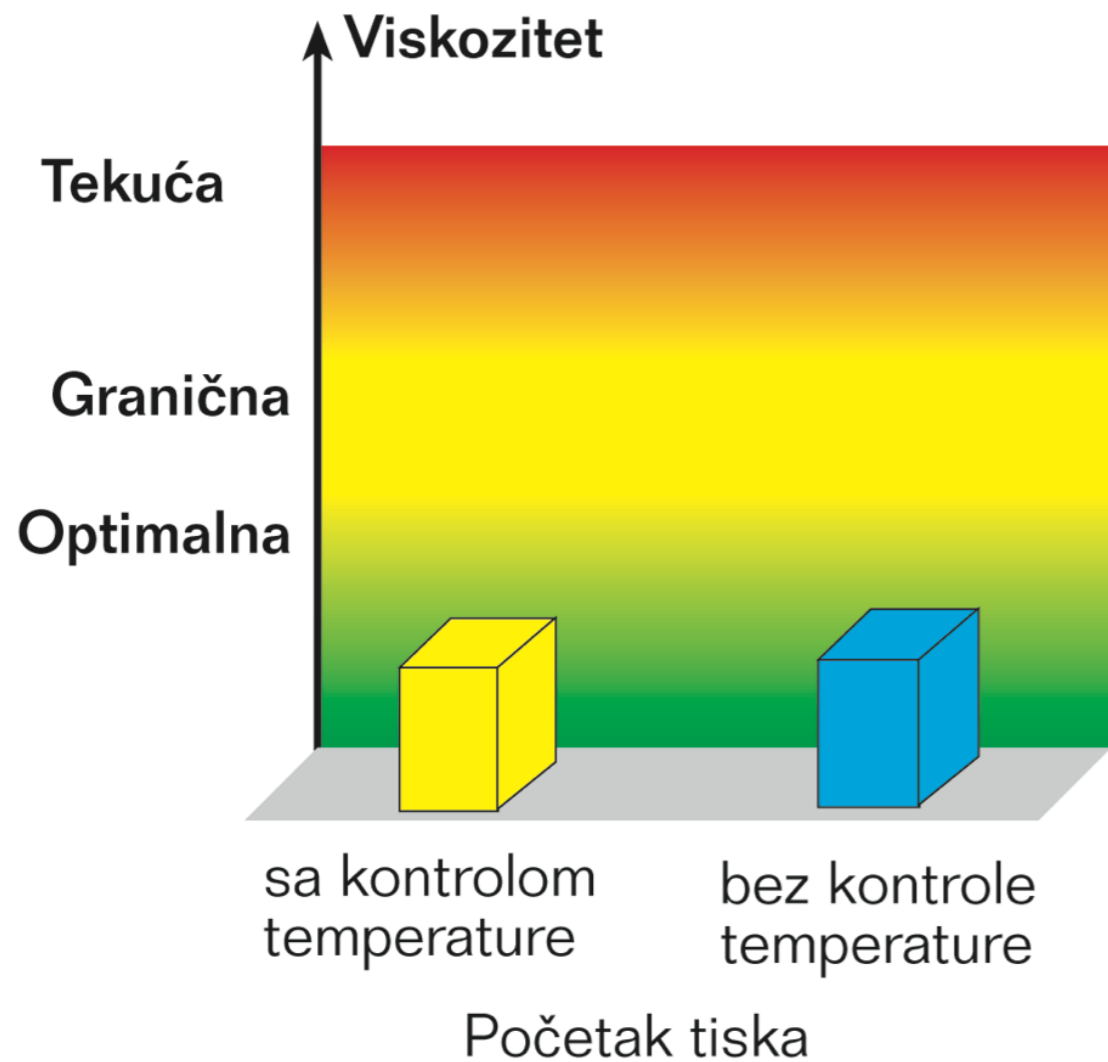
- Povećanjem sadržaja glikola smanjuje se specifični toplinski kapacitet.

- Slična situacija je i kod uređaja za vlaženje.



- Ne ohlađeni stroj: temperatura na valjcima za razribavanje boje
- - - Temperatura na tiskovnoj formi
- - - Ohlađeni stroj: temperatura na valjcima za razribavanje boje
- Temperatura na tiskovnoj formi

# Komparacija temperatura bojila sa i bez sistema za hlađenje valjaka





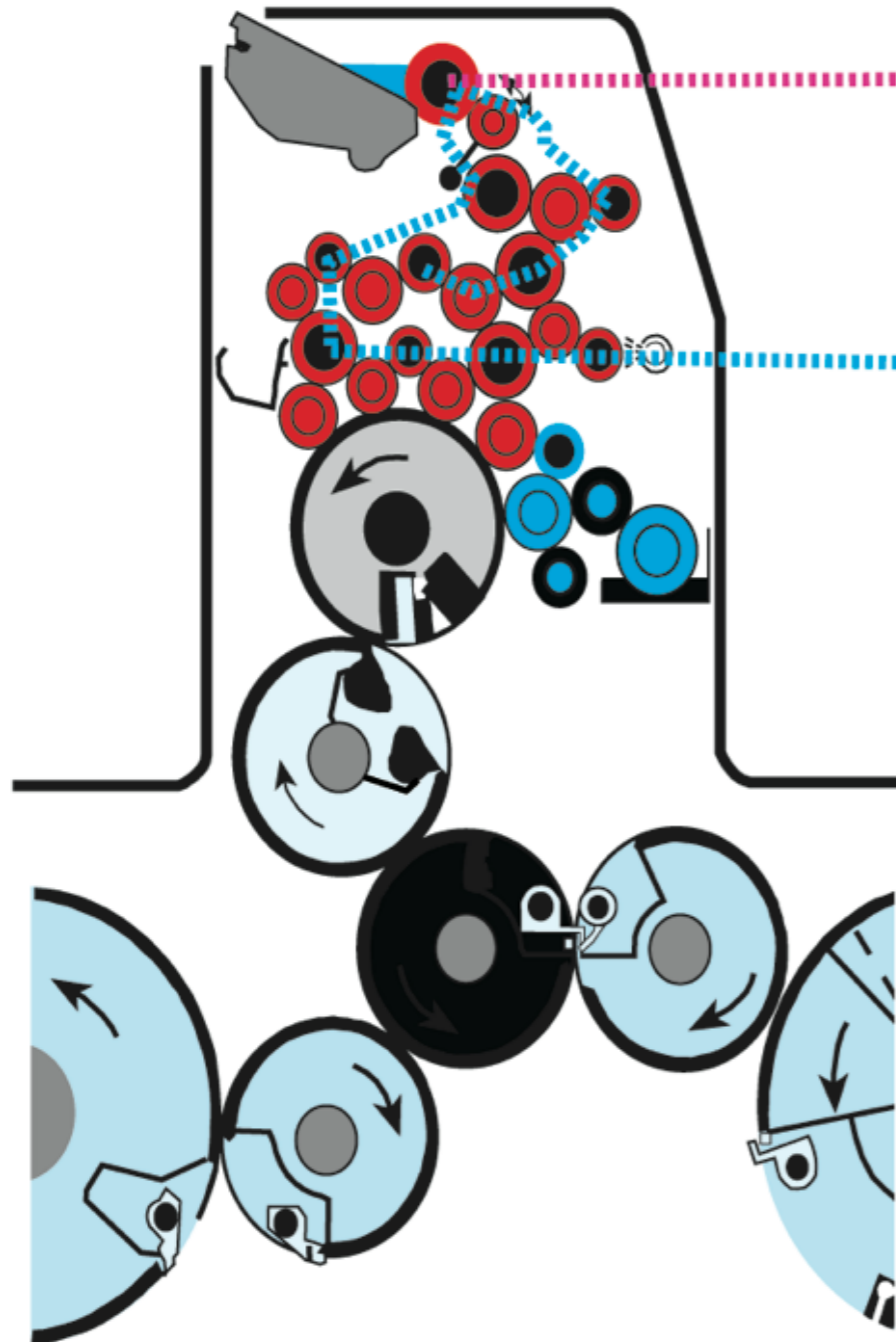
- Na kretanje temperature u tiskarskom stroju utječu slijedeći faktori:

- veličina naklade

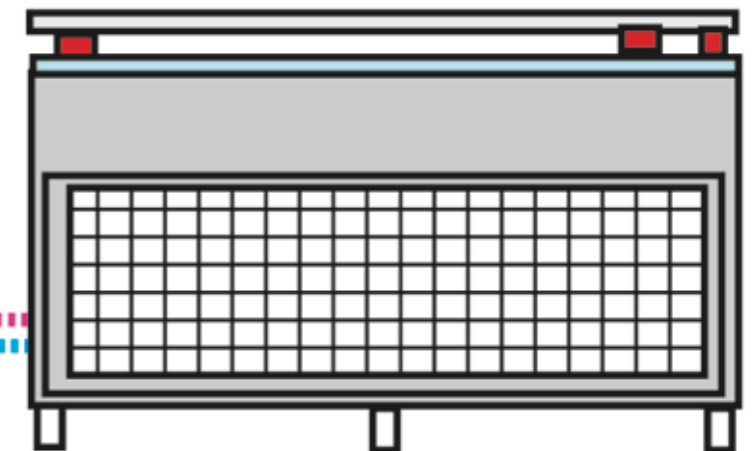
- radana temperatura prostora

- proizvodnoj brzini.

- vrijeme trajanja tiska naklade (duljim radom veća su zagrijavanja okolnog prostora)



ODRŽAVANJE TEMPERATURE  
UNUTAR TISKOVNE JEDINICE



# Samostalni uređaji za hlađenje valjaka uređaja za obojenje

TECHNOTRANS



FRT-S 3/6

FRT-S 3/9

- konzolni dizajn
- konstantno grijanje i predgrijanje (hladni start)
- podesivost temperature
- lako održavanje
- primjena kod SM 74 (1/0 i 2/0)

TECHNOTRANS

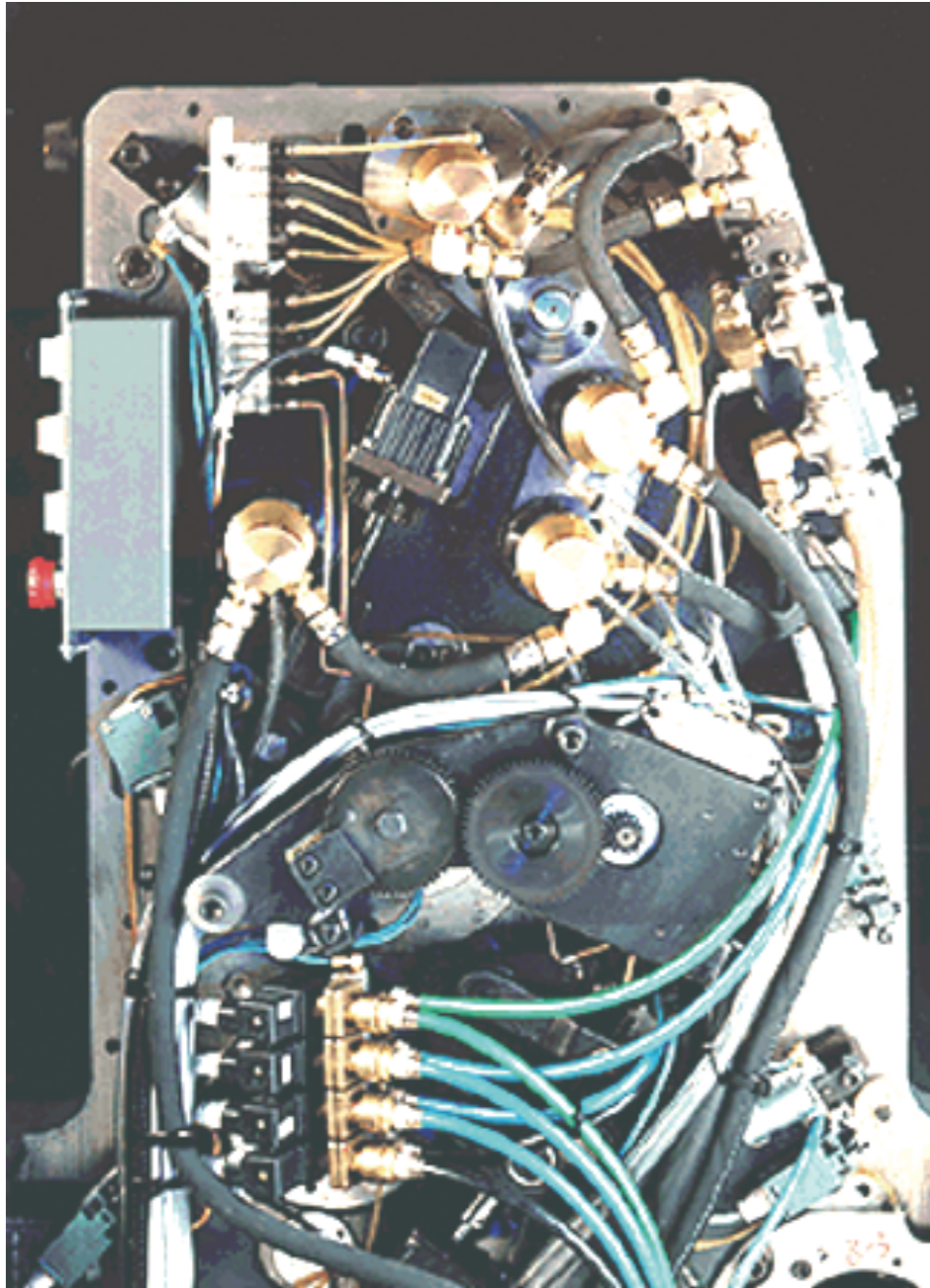


FRT-S 3/3

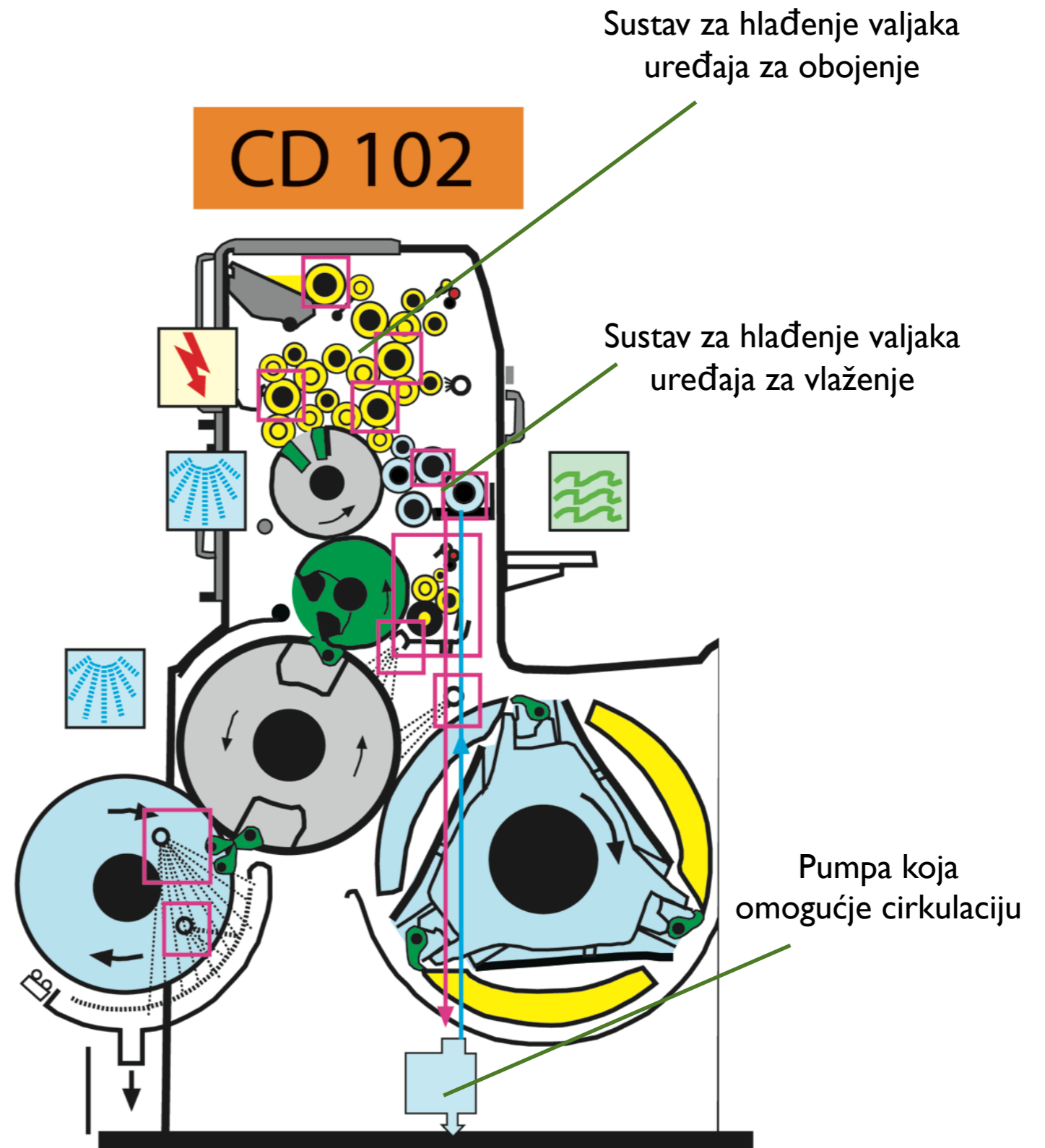
- primjena kod SM 52 strojeva
- konstantno grijanje predgrijanje (hladni start)
- podesivost temperature
- lako održavanje
- 3 kW potrošnja energije
- konzolni dizajn



## ukupno I I pozicija za regulaciju



Heidelberg SM 52  
sadrži samo 2 temperirana  
razribača valjka



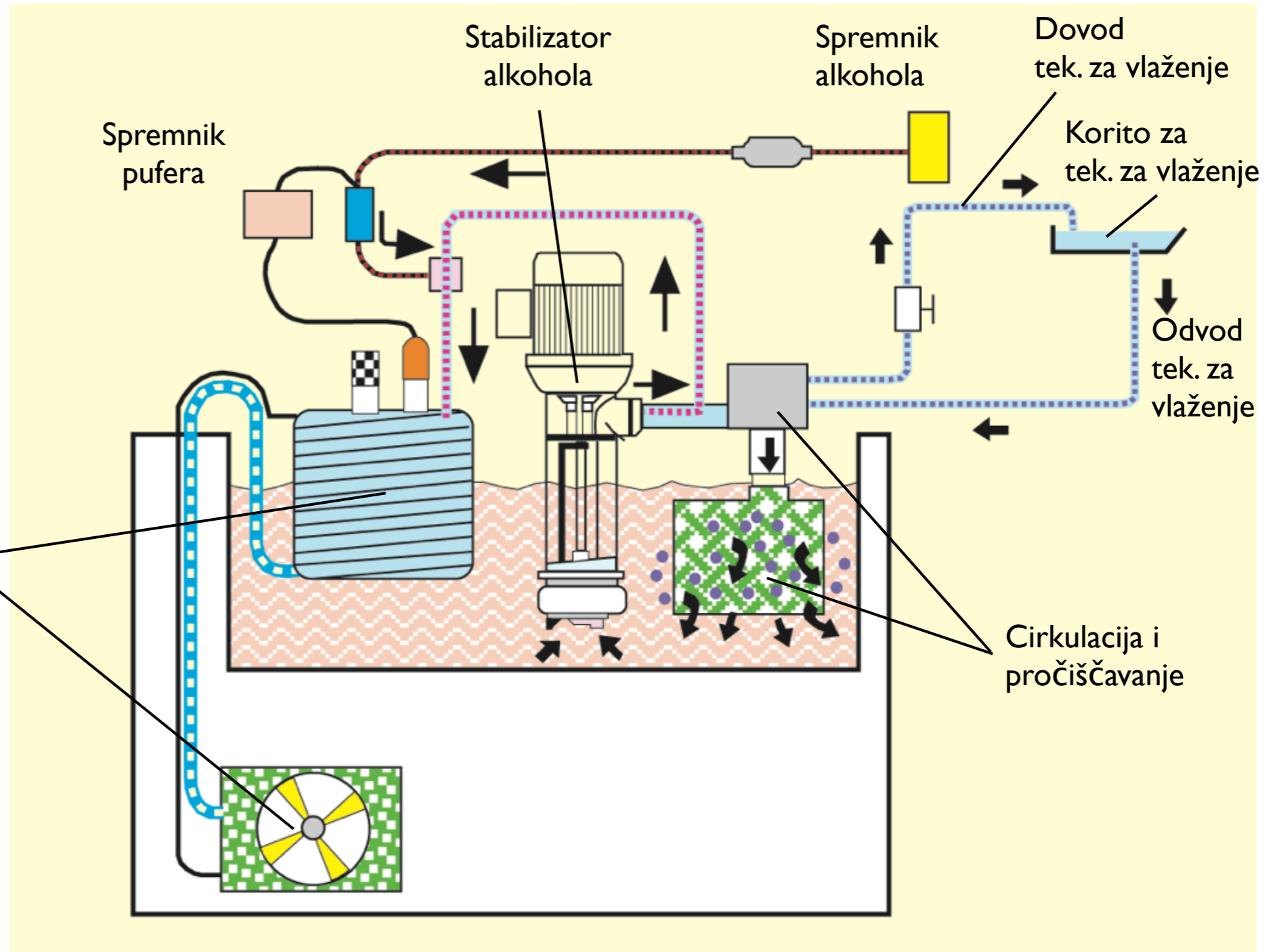
# MGE ECO

## SHEMATSKI PRIKAZ SISTEMA ZA PRIPREMU TEK. ZA VLAŽENJE

Standard kod ofsetnog tiska

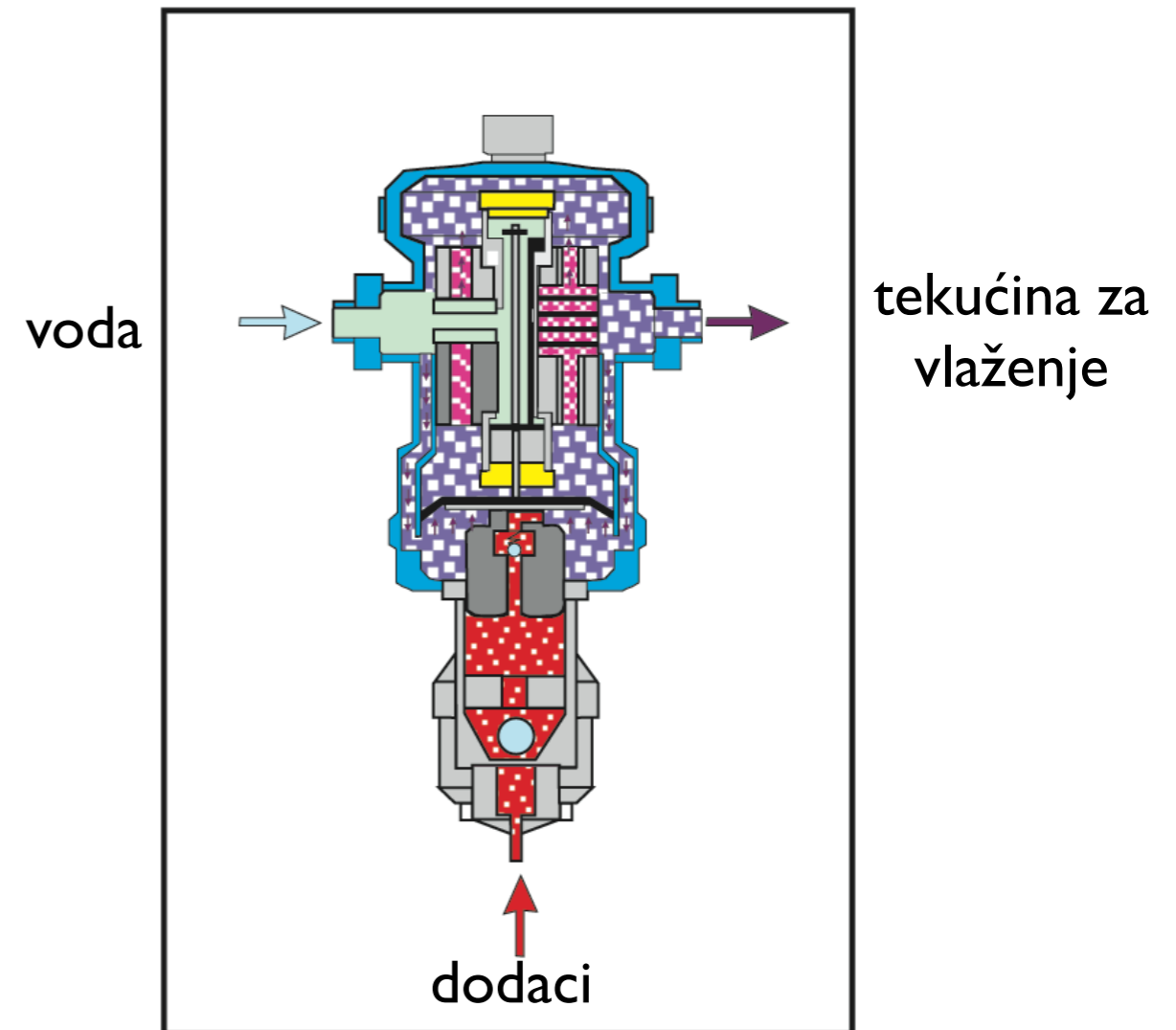





Rashlađivanje  
tekućine za  
vlaženje



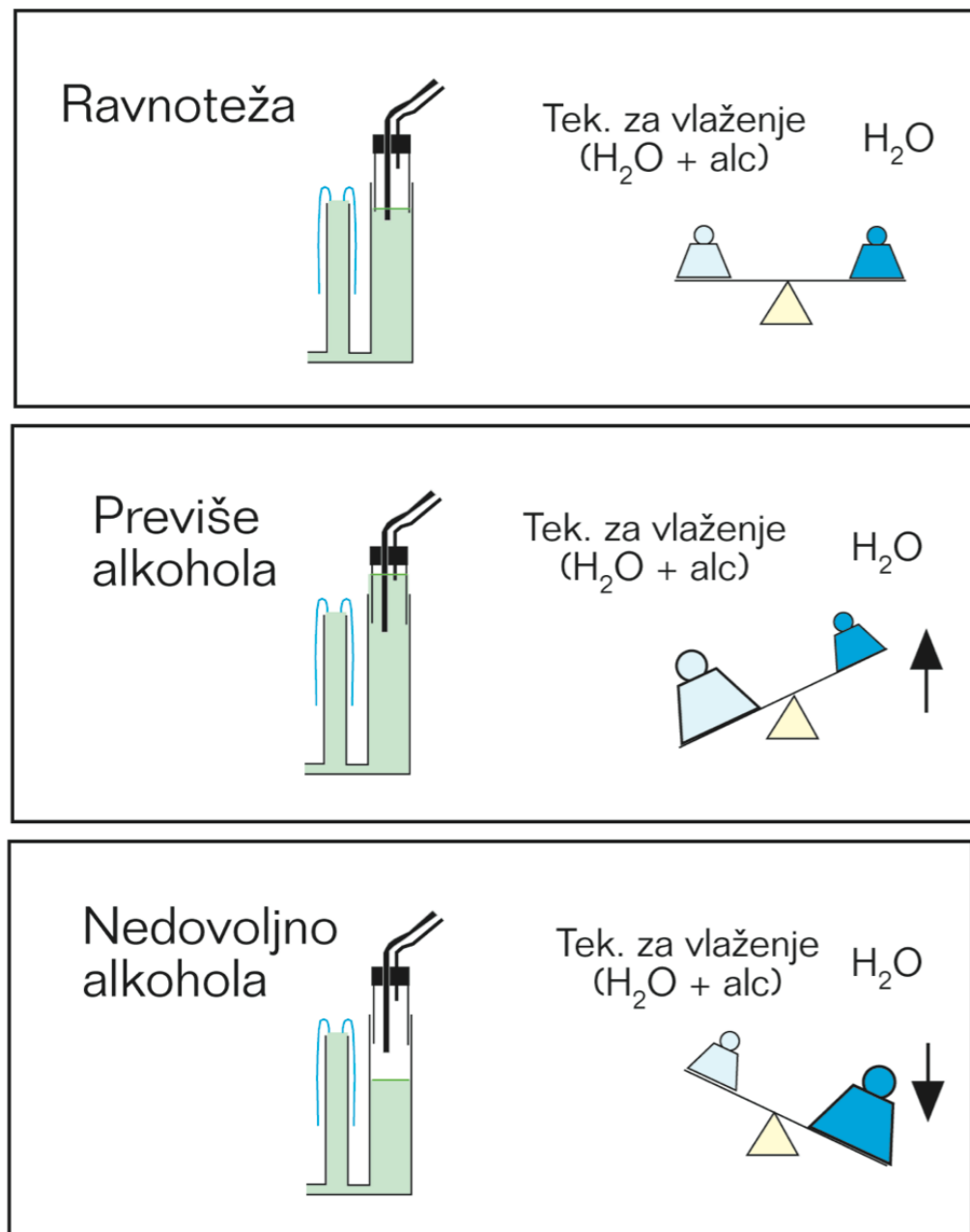
# Mjerenje i regulacija dodataka u tekućini za vlaženje

- veoma precizan i unčikovit mjerni uređaj za dodavanje dodataka
- najvažniji dodatak je pufer= stabilizira pH vrijednost tekućine za vlaženje
- tekućine za vlaženje mora biti blago kisela (optimalna pH vrijednost 5,5)
- ovisno o tipu uređaja za vlaženje udio pufera u tekućini za vlaženje varira od 2,5 do 10%
- ovim tipom regulatora precizno doziramo pufer u rangu od 1 do 5%

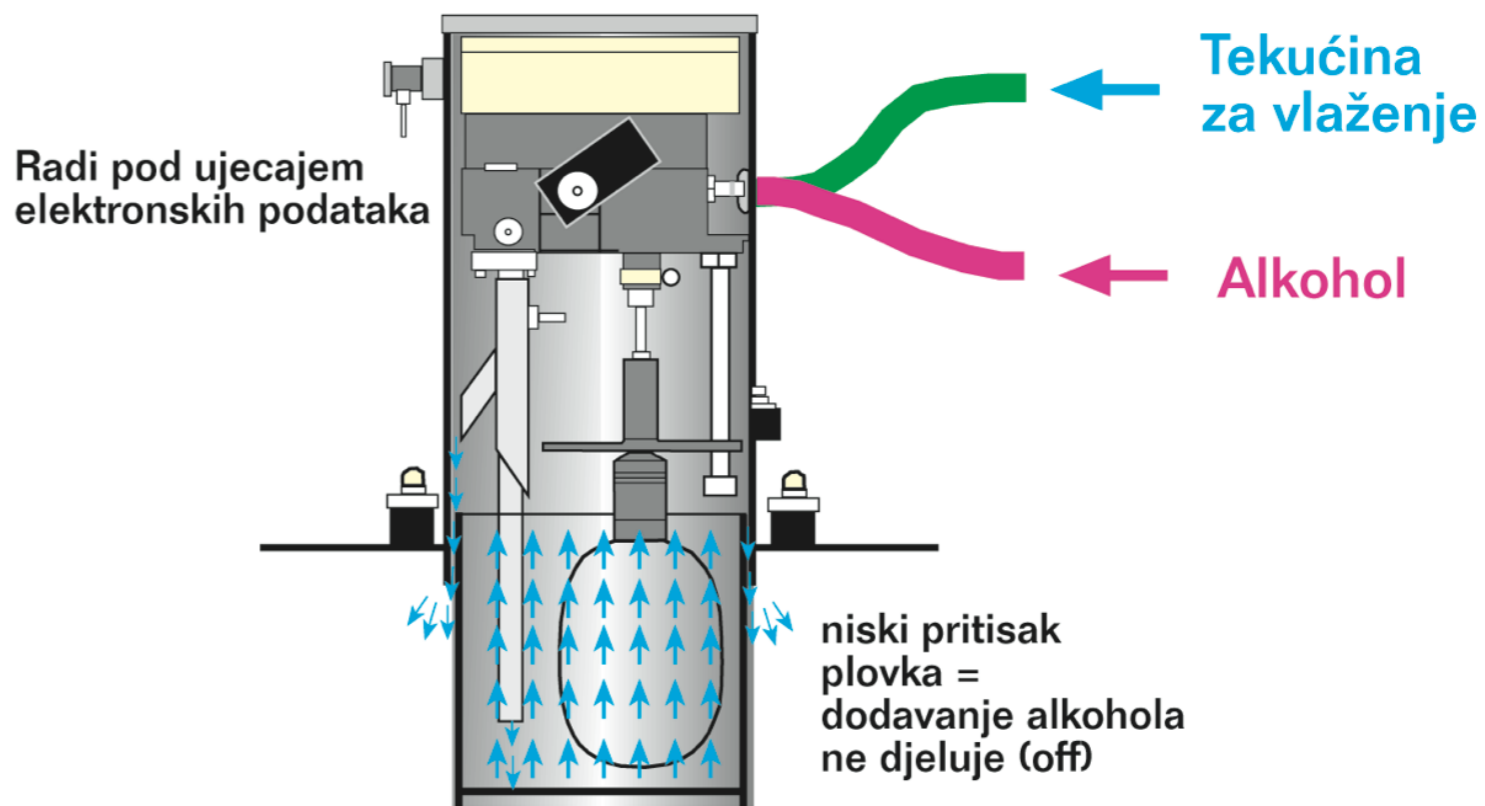


-  Tekućina za vlaženje
-  Pufer
-  Svježa voda

# Mjerenje i regulacija alkohola u tekućini za vlaženje



## “COMBICONTROL”

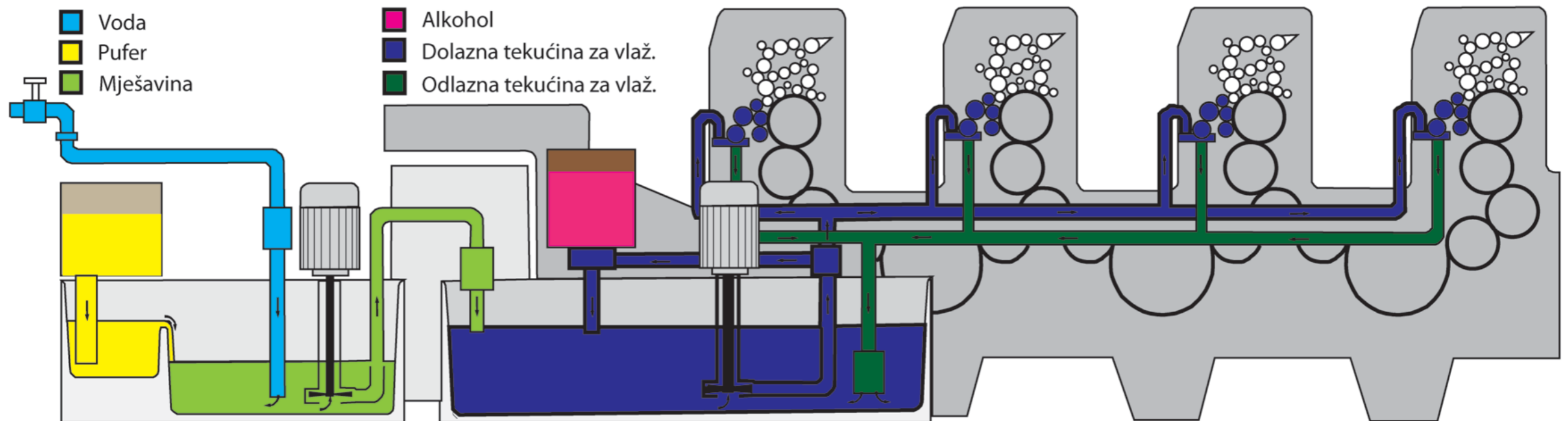


- Osnovni preduvjet za kvalitetan otisak u ofsetu je utemeljen na balans vode i alkohola
- dodavanjem alkohola iznad 20% nećemo ostvariti nikakav veći učinak na vlaženje tiskovne forme
- optimalni udio alkohola iznosi između 2,5 i 10%
- zbog hlapnjenja II propanola (štetno utjeće na ljudsko zdravlje) nastoji se sadržaj alkohola svesti na minimum ili ga u potpunosti izbaciti.

# ODRŽAVANJE TEMPERATURE TEKUĆINE ZA VLAŽENJE

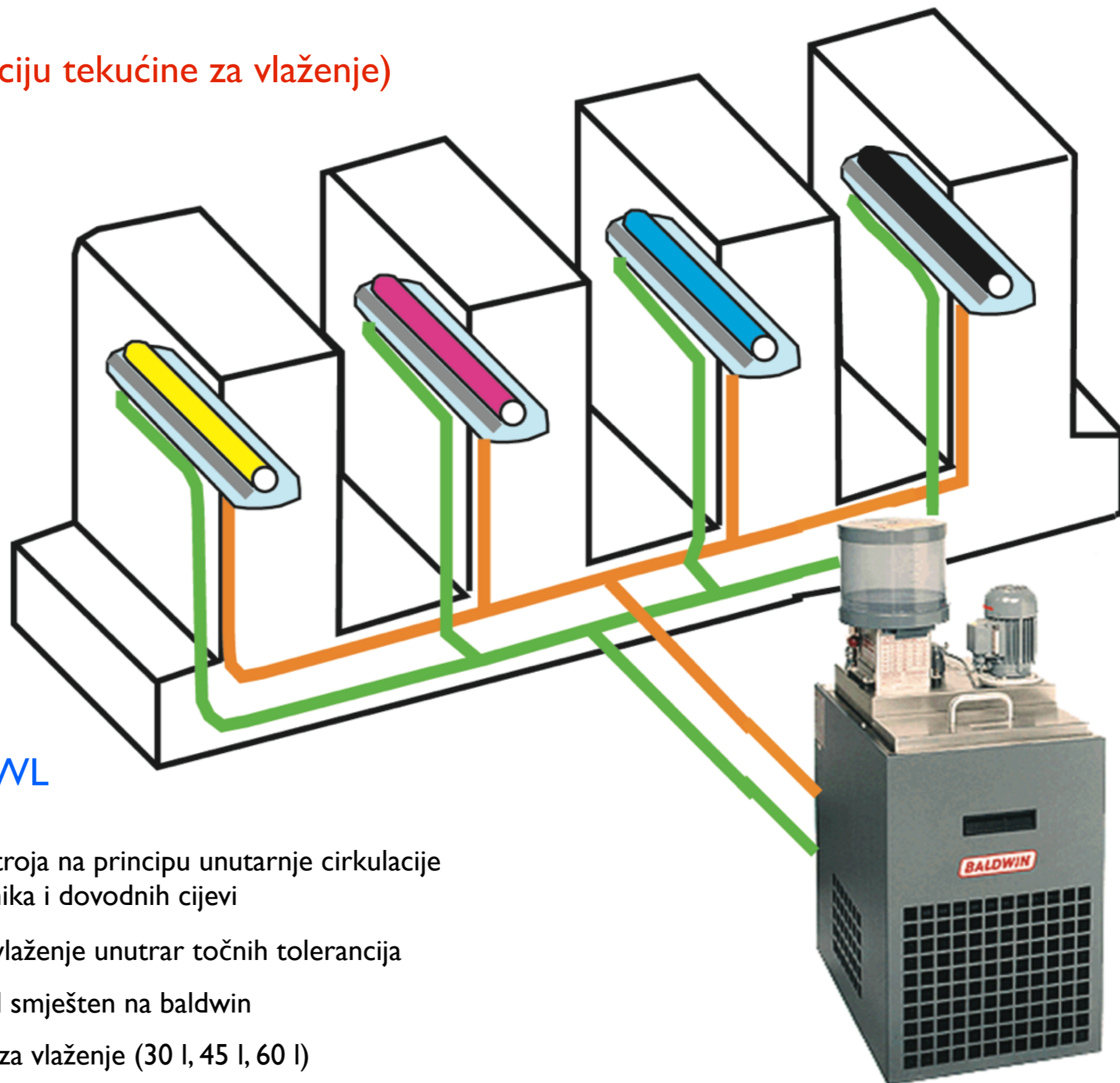
- Omogućuju suhu tiskovnu formu i veću kvalitetu tiska
- Idealna temperatura tekućine za vlaženje je između 8 i 13°C
- Alkoholi mnogo više hlape pri višim temperaturama, što je razlog konstantnog hlađenja cijelog sustava za centralno pripremanje tekućine za vlaženje.

- Tekućina za vlaženje je mješavina vode, pufera i alkohola
- Alkoholi (2 prpanol) su površinski aktivne tvari koje smanjuju površinsku napetost između slobodnih površina i tekućine za vlaženje.



# Baldvin RCWL

(sistem za centralnu distribuciju tekućine za vlaženje)



## Karakteristike Baldwina RCWL

- centralna opskrba jednog ofsetnog stroja na principu unutarnje cirkulacije tek. za vlaženje bez posrednih spremnika i dovodnih cijevi
- konstantna temperatura tekućine za vlaženje unutar točnih tolerancija
- visoko kapacitetni spremnik za alkohol smješten na baldwin
- visoki kapacitet proizvedene tekućine za vlaženje (30 l, 45 l, 60 l)

# Samostalni uređaji za pripravu tekućine za vlaženje



TECHNOTRANS  
FK-S 1000

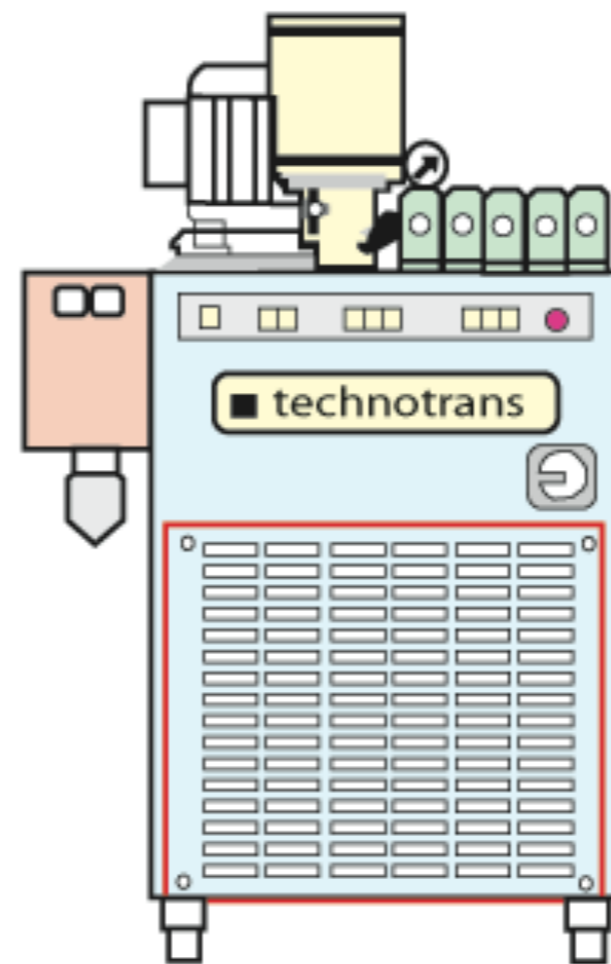
STABILIZATOR  
ALKOHOLA

IZBACIVANJE PRI  
RECIRKULACIJI

MJERENJE  
FAKTORA U  
TEKUĆINI ZA  
VLAŽENJE

JEDINICA ZA  
HLAĐENJE

**MALI 4/0 OFSETNI STROJEVI**



TECHNOTRANS  
VK-S 4000  
TECHNOTRANS  
VK-S 2000

**SREDNJI 4/0 OFSETNI STROJEVI**

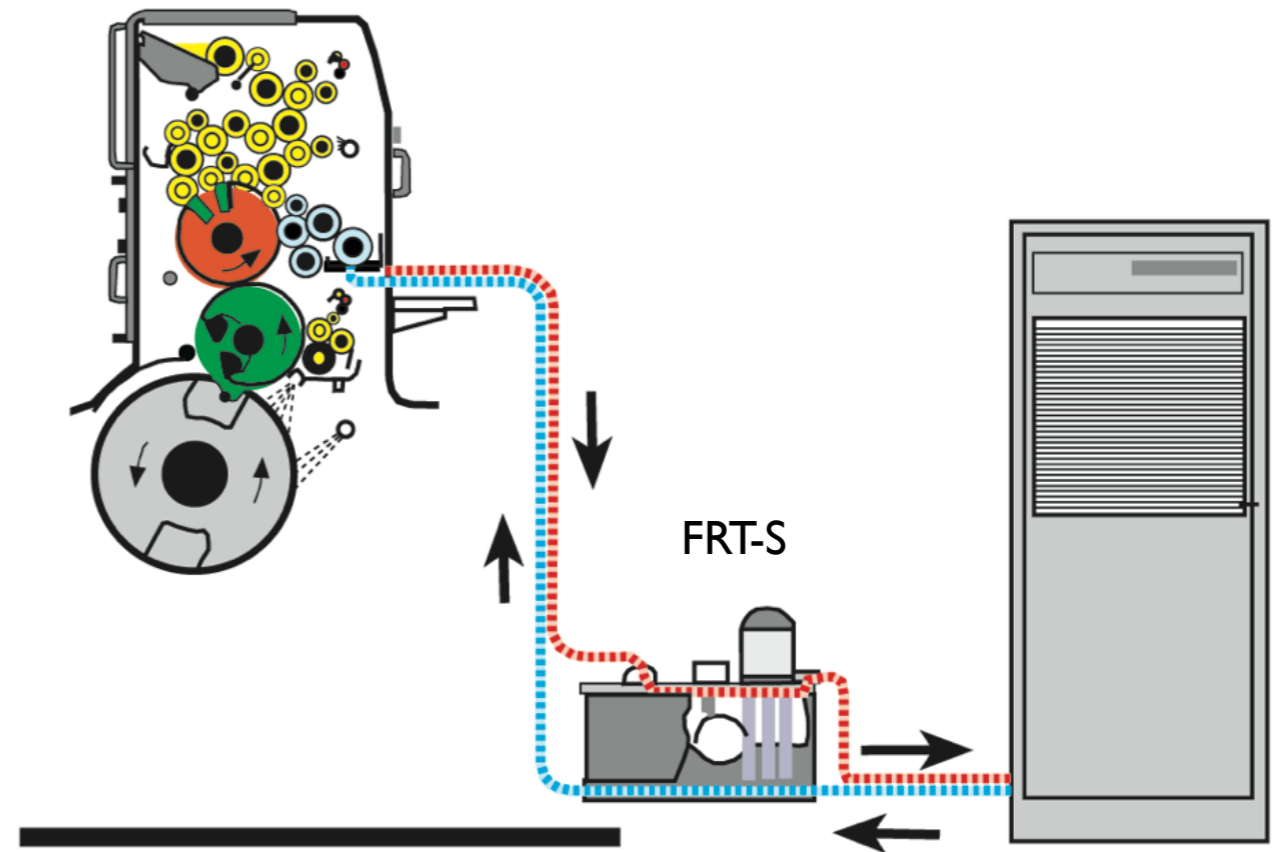
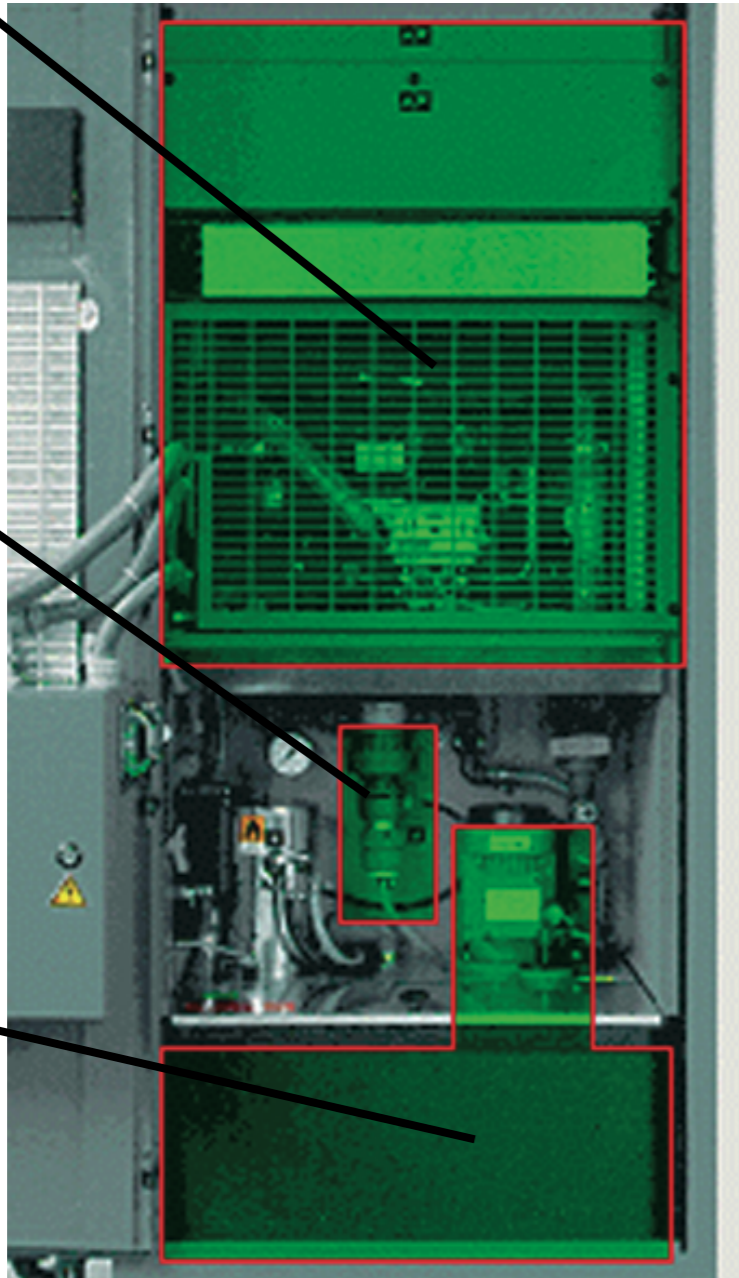
# Centralna jedinica za pripremu tekućine za vlaženje (kabninet jedno krilo)

TECHNOTRANS  
FK-C 1000

Sistem za  
cerkulaciju i  
filtraciju

Stabilizator  
alkohola

Regulacija  
dodataka  
tek. za  
vlaženje



- u potpunosti ugrađen u CP tronic sistem
- modularan dizajn
- funkcionalan
- mogućnost regulacije temperature
- mogućnost spajanja sa tehnotrans uređajima sa za regulaciju i održavanje temperature
- zatvoreni cirkulacijski tok sprečava pjenjenje tekućine za vlaženje i izvodi pročišćavanje tekućine za vlaženje

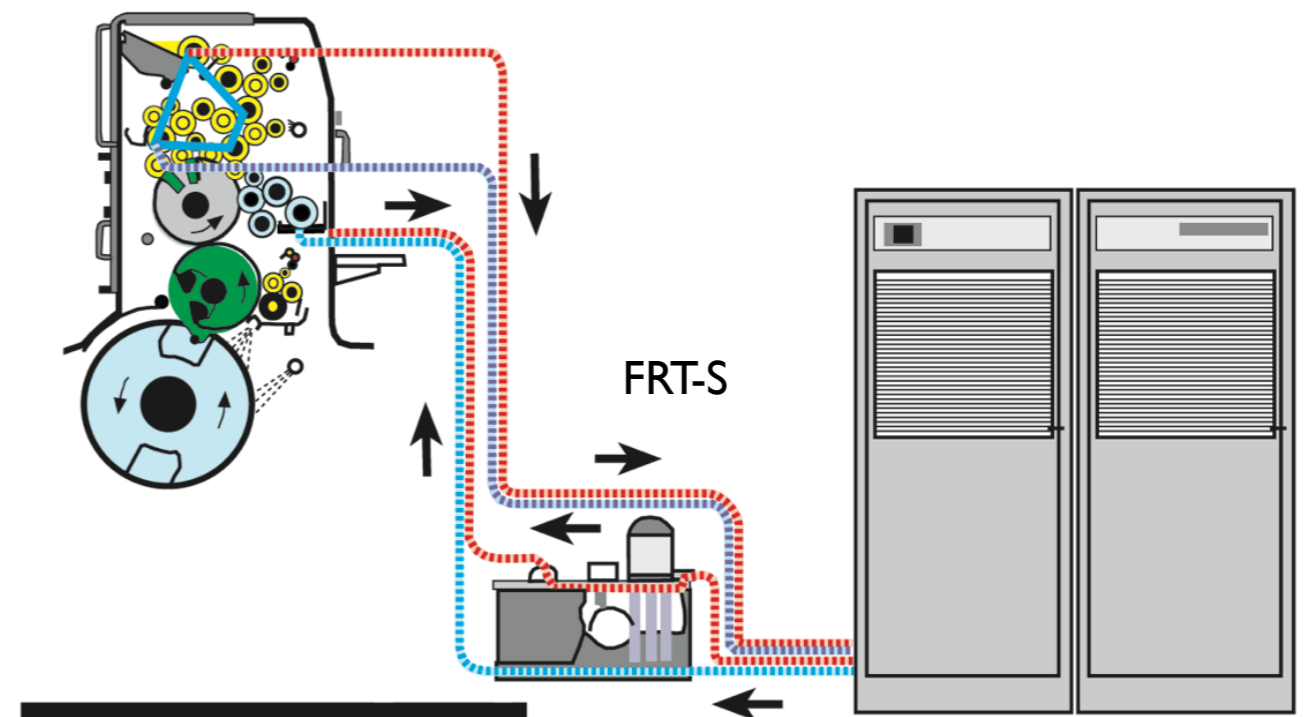
**VELIKI 4/0 OFSETNI STROJEVI**



# Centralna jedinica za kontrolu temperature tek. za vlaženje i uređaja za obojenje “Combi sistem”

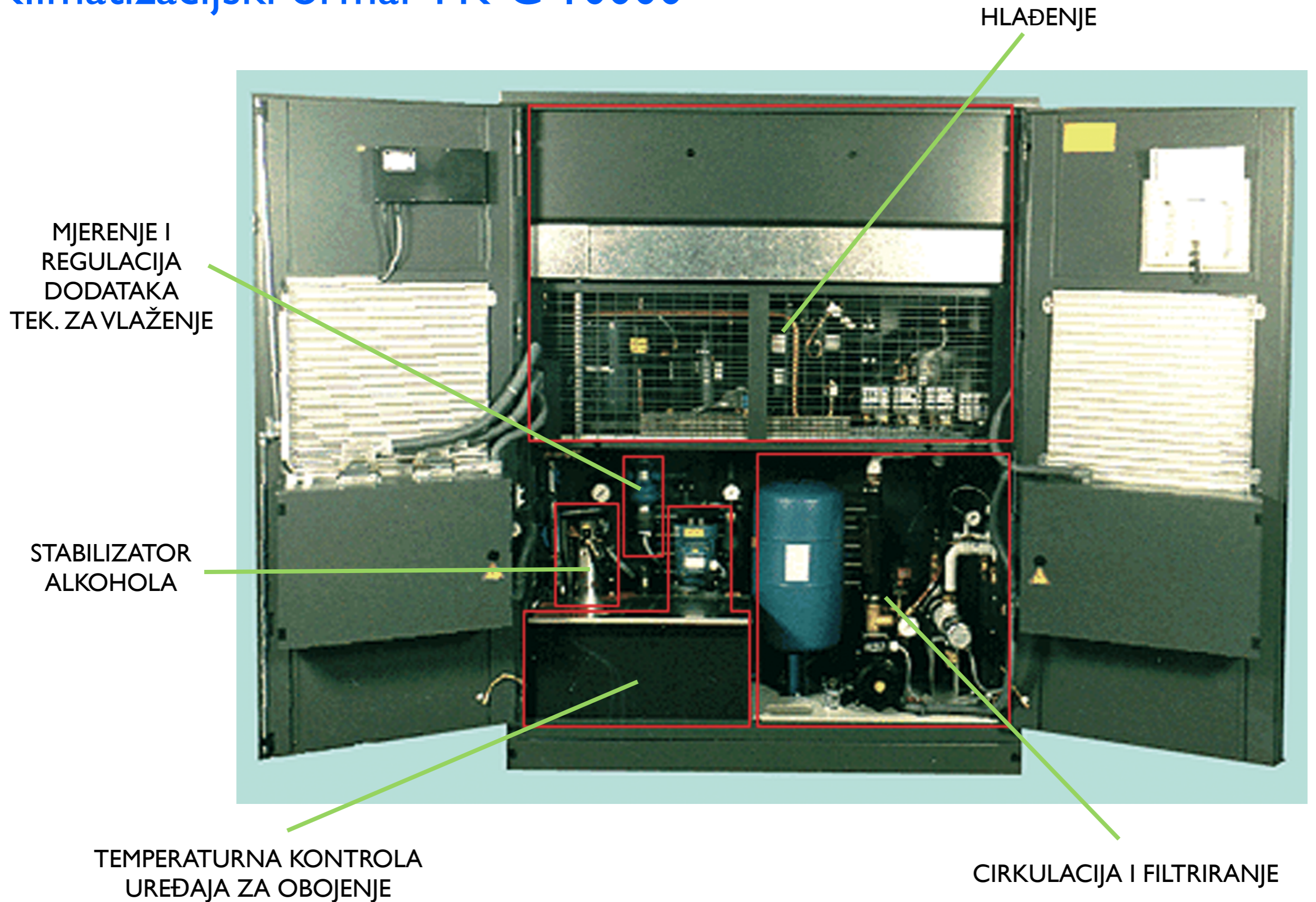
TECHNOTRANS **FK-C 10000**

- omogućava snažnije hlađenje
- dostupan i za strojeve na principu bezvodnog ofseta
- u potpunosti ugrađen u CP tronic sistem
- modularan dizajn
- funkcionalan
- mogućnost precizne regulacije temperature
- mogućnost spajanja sa tehnotrans uređajima sa Tehnotranskima za regulaciju i održavanje temperature
- zatvoreni cirkulacijski tok sprečava pjenjenje tekućine za vlaženje i izvodi pročišćavanje tekućine za vlaženje
- smanjuje prostor

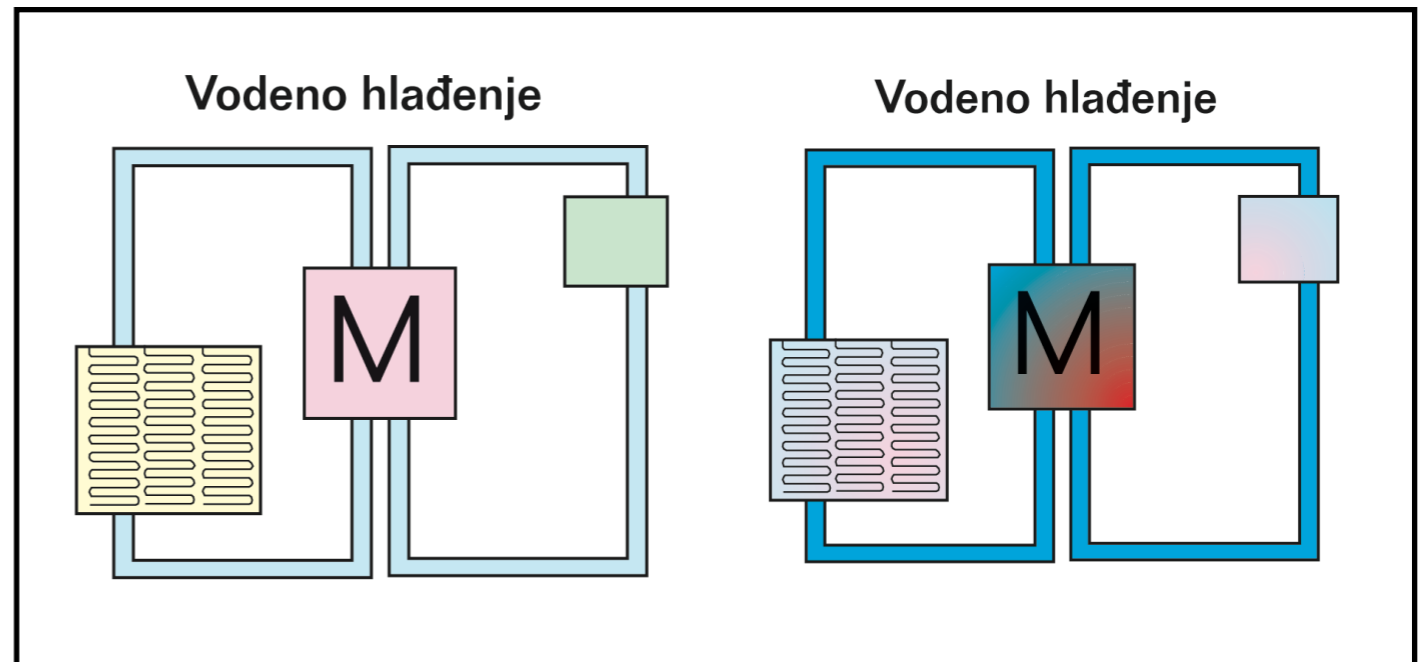
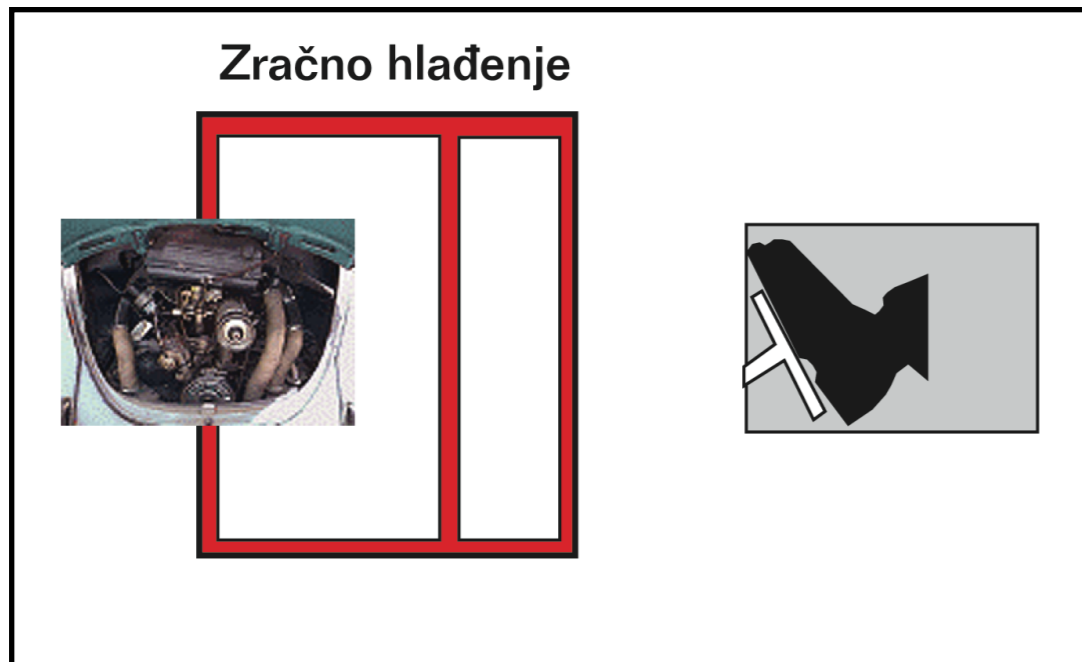
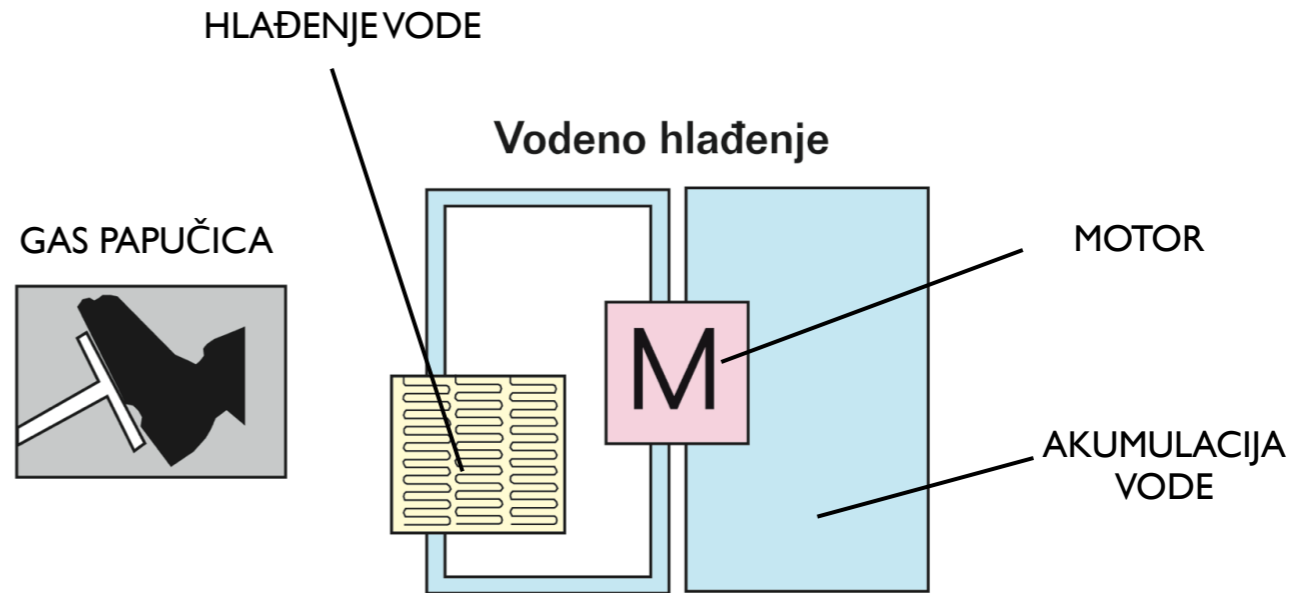
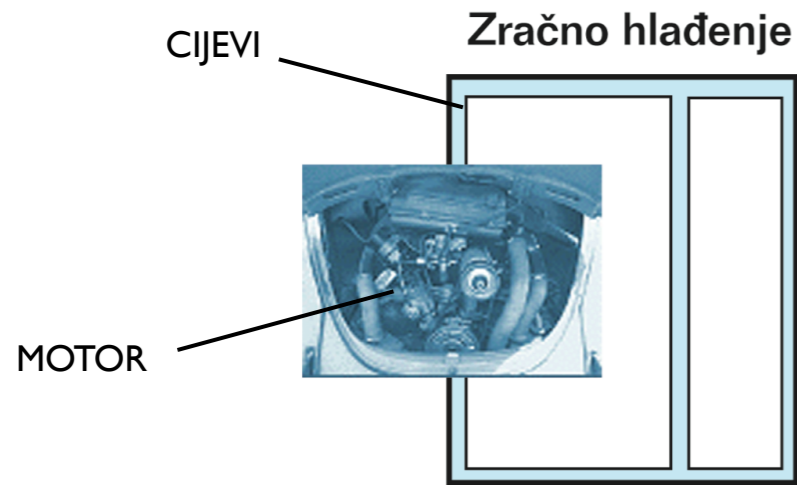


**VELIKI OFSETNI STROJEVI SA VIŠE TISK. JEDINICA**

# Klimatizacijski ormar FK-C 10000



# PRINCIP HLAĐENJA STROJEVA

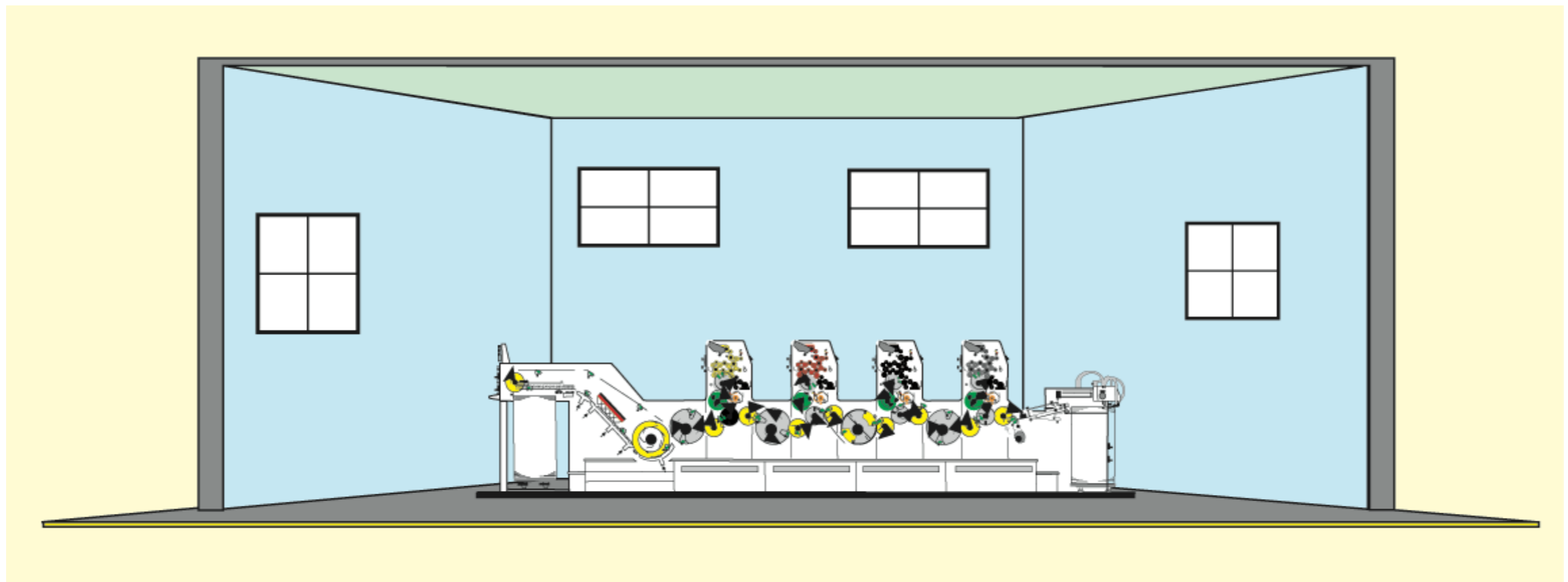
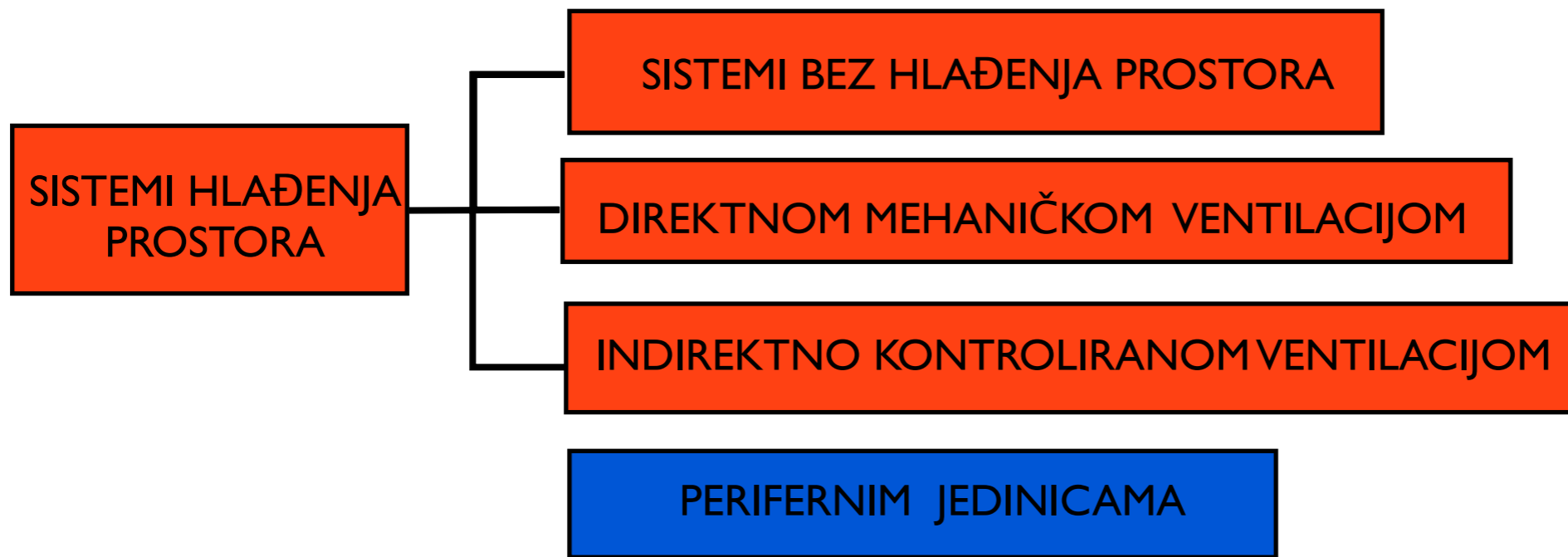


## PREDNOSTI ZRAČNOG HLAĐENJA

- ekološki prihvatljiv za okolinu
- više mogućnosti primjene i veća fleksibilnost
- mogućnost primjene respiratornih klima uređaja
- netrebaju konstantno raditi (rade i na  $-20^{\circ}\text{C}$ )
- ne zahtjevaju dodatne sastojke (florokloridni hidrokarbonat)

## PREDNOSTI VODENOG HLAĐENJA

- voda ima toplinsku vodljivost 23 x veću od zraka
- promjeri cijevi znatno manji od zračnog hlađenja
- mogućnost povrata topline u sistem
- sistem se može lagano proširivati novim investicijama
- izvrstan za mediteransku i tropsku klimu ( $35-40^{\circ}\text{C}$ )



- idealan uvjeti su:  $T = 21$  do  $25^{\circ}\text{C}$ , RVZ 50%, izmjena zraka u prostoru 4 x na sat, maksimalno strujanje zraka 0,2 m/s.

# SISTEMI BEZ HLAĐENJA PROSTORA

- ne postoje nikakve investicije, te klimatske prilike u tiskari ovise o podneblju i godišnjem dobu
- za nesmetan rad stroja radna okolina nebi smijela utjecati na proizvodni proces. To znači idealni klimatski uvijeti morali bi ostati konstantni bez obzira na vanjske klimatske uvjete.
- sva nastala toplinska energija odlazi u atmosferu kroz standardne prozore

## LJETO

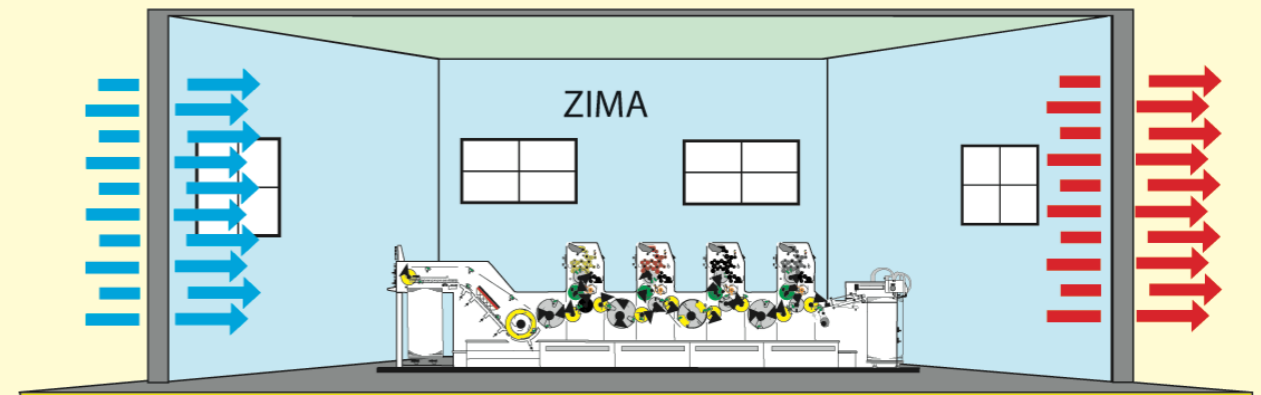
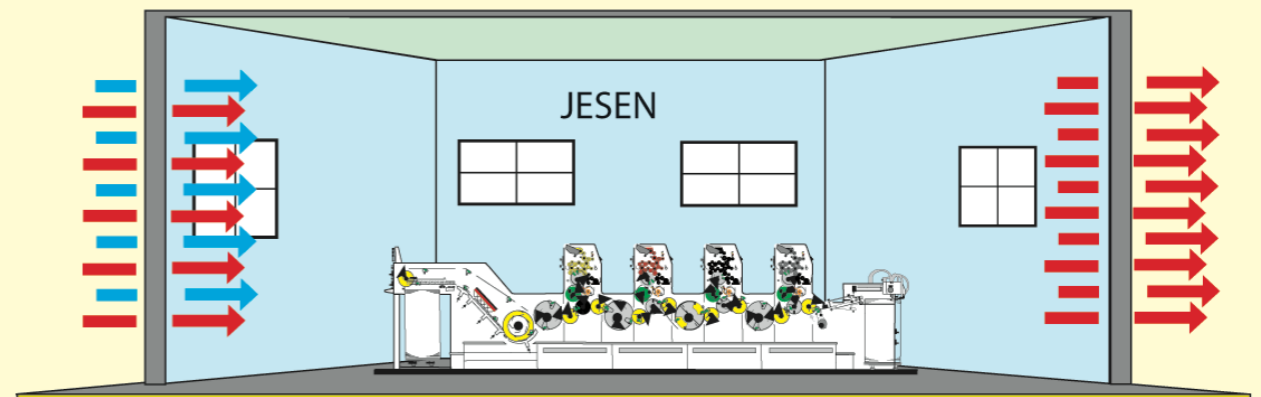
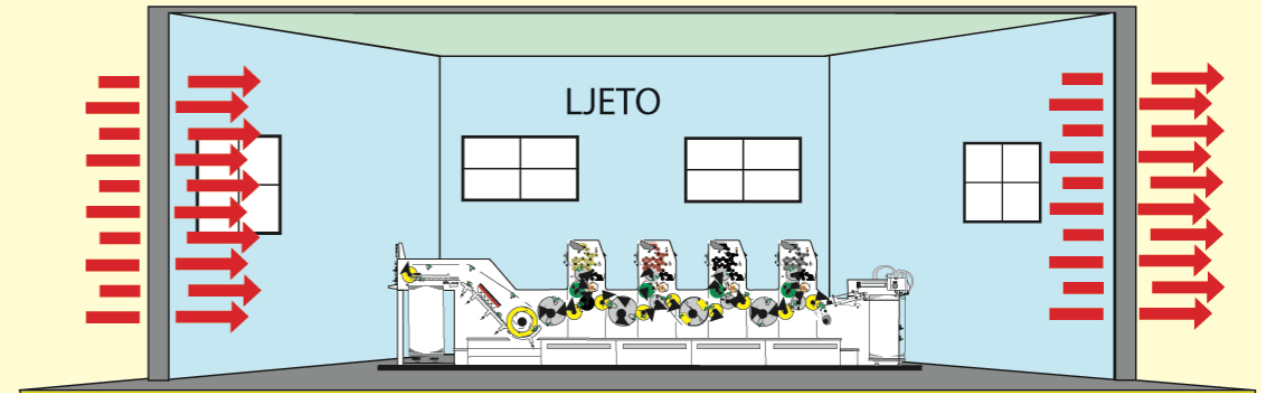
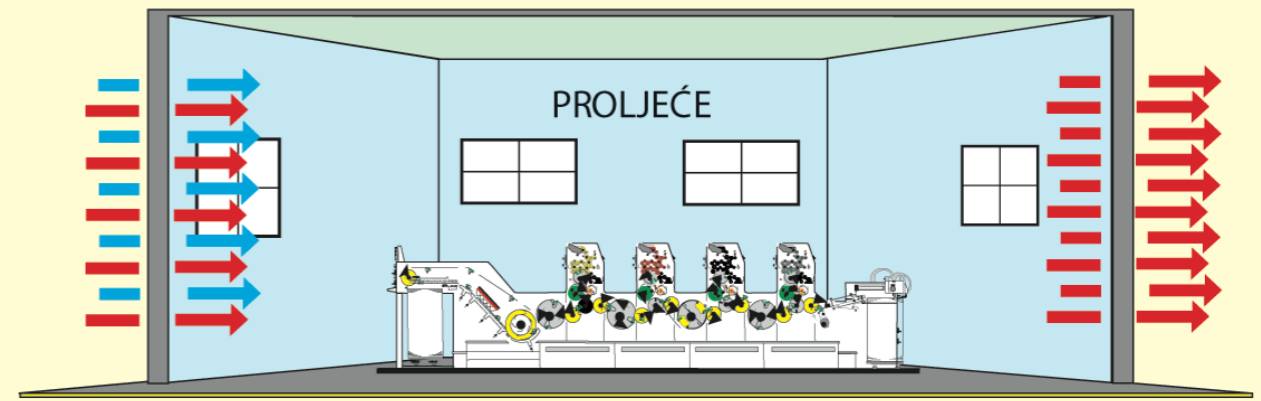
- previsoka temperatura od 25 do 35°C (čak i do 60°C),
- previsoka relativna vlažnost zraka (utječe na vlagu u papiru pri čemu dolazi do apsorpcije i valovitosti papira)

## JESEN / PROLJEĆE

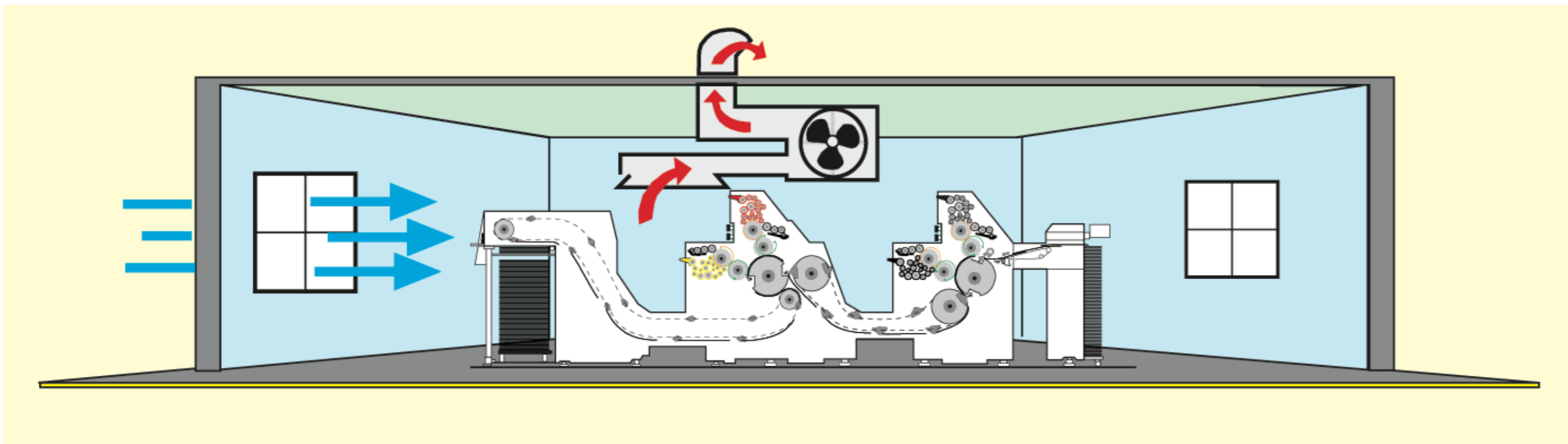
- gotovo optimalni klimatski uvijeti
- potrebno je djelomično zagrijavanje prostora
- zagrijan zrak mora biti ovlažen
- i kod prirodne izmjene zraka potrebno je ovlažiti zrak

## ZIMA

- usprkos visokoj vanjskoj vlažnosti zraka (80% RTZ) potrebno je ovlažiti zrak (zbog internog grijanja)
- zagrijavanje prostorije na 21-25°C stvara suh zrak
- postoji mogućnost da papir postane pre suh što rezultira pojavom statičkog elektriciteta.

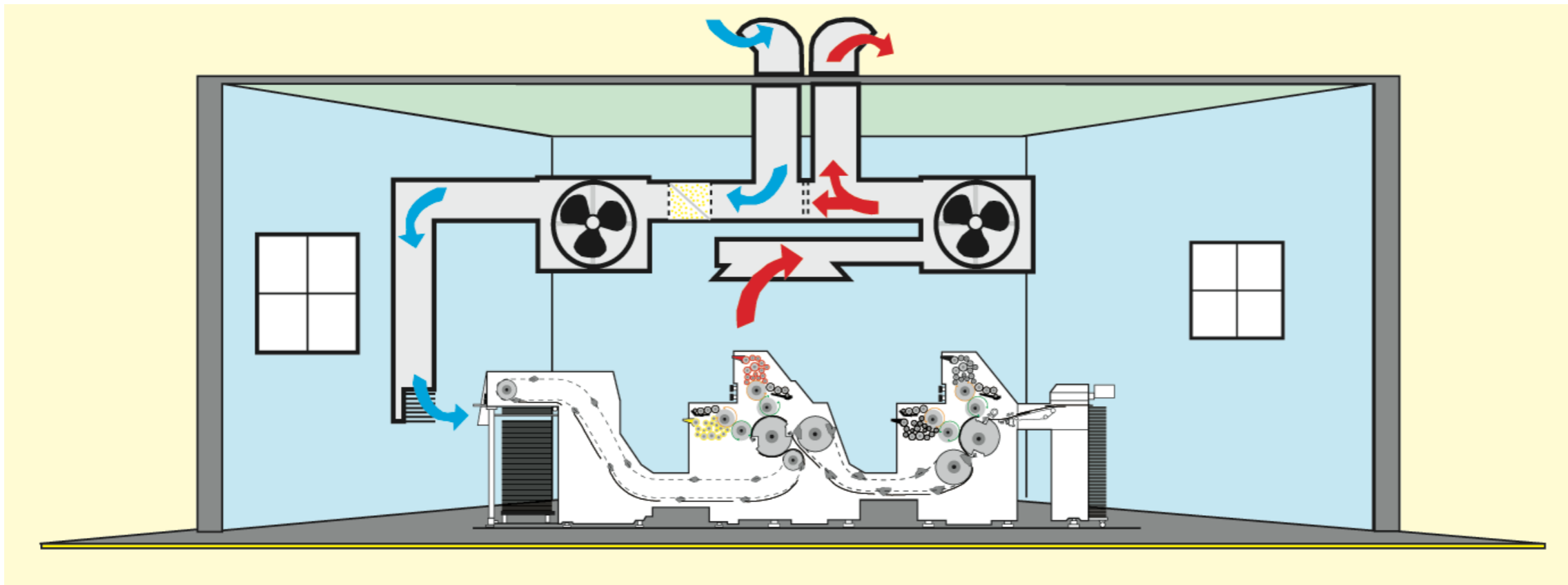


# DIREKTNO ZRAČNO HLAĐENJE VENTILACIJOM



- Ovim principom je porast temperature u tiskari je znatno smanjen.
- Ventilacija na principu direktnog usisavanja suvišnu toplinu koja je produkt rada stroja (perifernih jedinica) te koristi sistem odvodnih cijevi i zračnog odušaka.
- Kod ovog sistem nema ovlaženja i kondicioniranja zraka u prostoru, te nije ekološki prihvatljiv zbog mogućnosti pojavljivanja prašine u odvodnim cijevima
- Ovakav sistem može omogućiti izbacivanje 13 kW topline u prostoru od 1000 m<sup>3</sup>

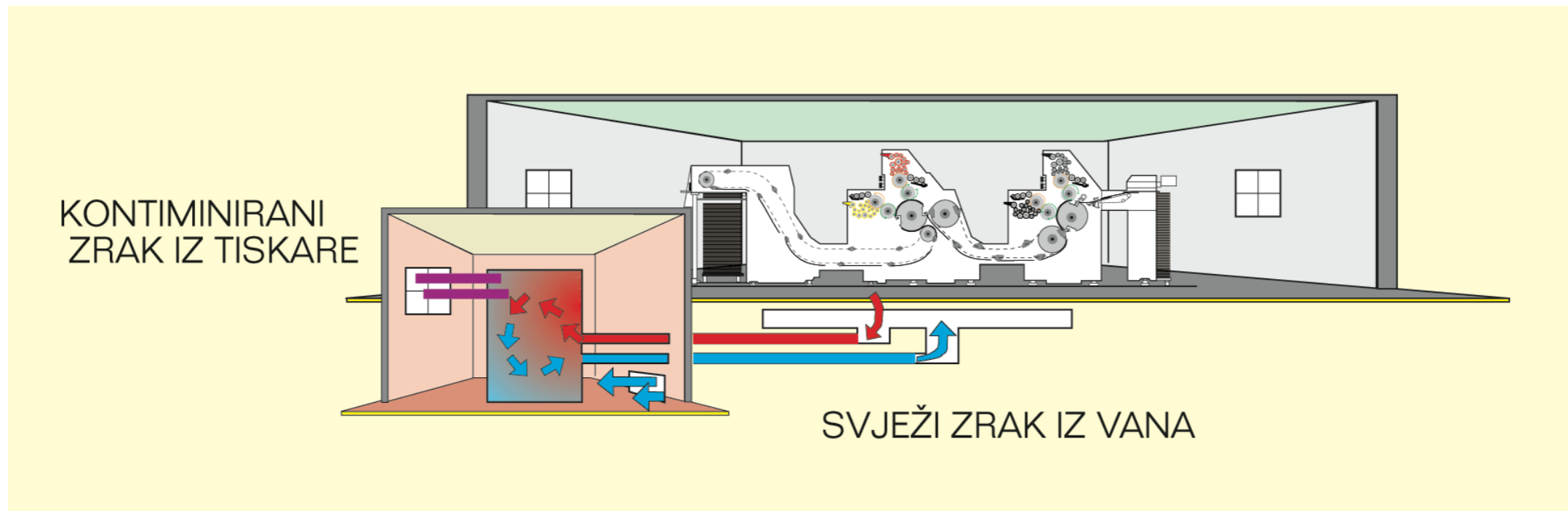
# DIREKTNOM KONTROLIRANOM MEHANIČKOM ZRAČNOM VENTILACIJOM



- Ovaj sistem zahtjeva omogućuje visoku produktivnost ali i veliku površinu i cijenu investicije
- Ventilacija na principu direktnog usisavanja suvišnu toplinu koja je produkt rada stroja (perifernih jedinica) te koristi sistem odvodnih cijevi i zračnih odušaka.
- U odnosu na mehaničku ventilaciju omogućava veću izmjenu zraka, bolju ventilaciju, te manju ekološku brigu zbog ugrađenih filtera.
- Kod ovog sistema je moguće osigurati povrat topline u tiskarske sustave (grijanje prostora).

# INDIREKTNOM ZRAČNOM VENTILACIJOM

(pomoću dodatnog klimatiziranog prostora)



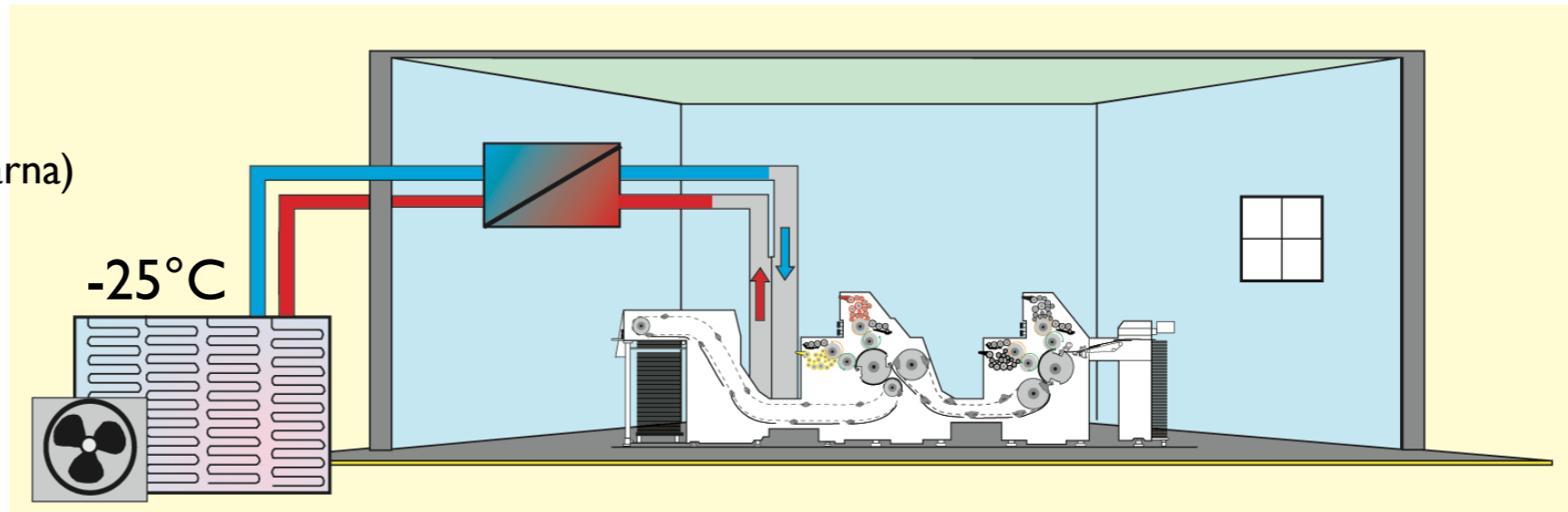
- Ovaj sistem omogućuje visoku produktivnost te zahtjeva i dodatni prostor u kojem se vrši izmjena topline.
- Pri takvom sistemu ne dešava se kontaminacija radnog prostora što je ekološki prihvatljivo rješenje. Manje buke, više iskoristivog prostora i manje utjecaja za tek. za vlaženje.
- Klimatski gledano ovaj sistem eliminira svu proizvedenu toplinsku energiju, pri čemu se stvaraju idealni klimatski uvjeti.
- Kontaminirani zrak iz tiskare se pročišćuje i iskorištava za druga svrhe (obično centralno zagrijavanje svih prostora u tvrtci).
- Negativno sistema je mnoštvo dodatnih cijevi u sistemu i troškovi izgradnje dodatnog prostora.



# VODENO HLAĐENJE PERIFERNIH UREĐAJA

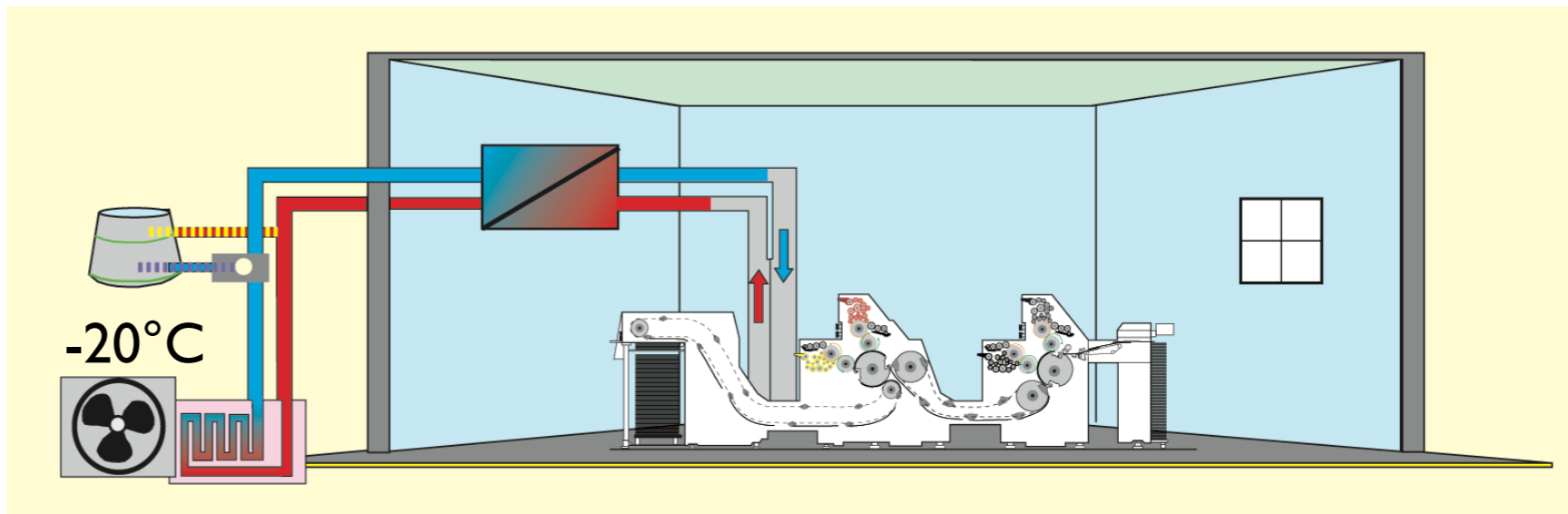
## Vodenim hlađenjem sa ulaznom temperaturom od 40°C

- relativno niska cijena održavanja
- jednostavne konstrukcije (može biti modularna)
- potreban glikol u sistemu
- niski radni troškovi
- visoka buka
- veliki promjeri protočnih cijevi



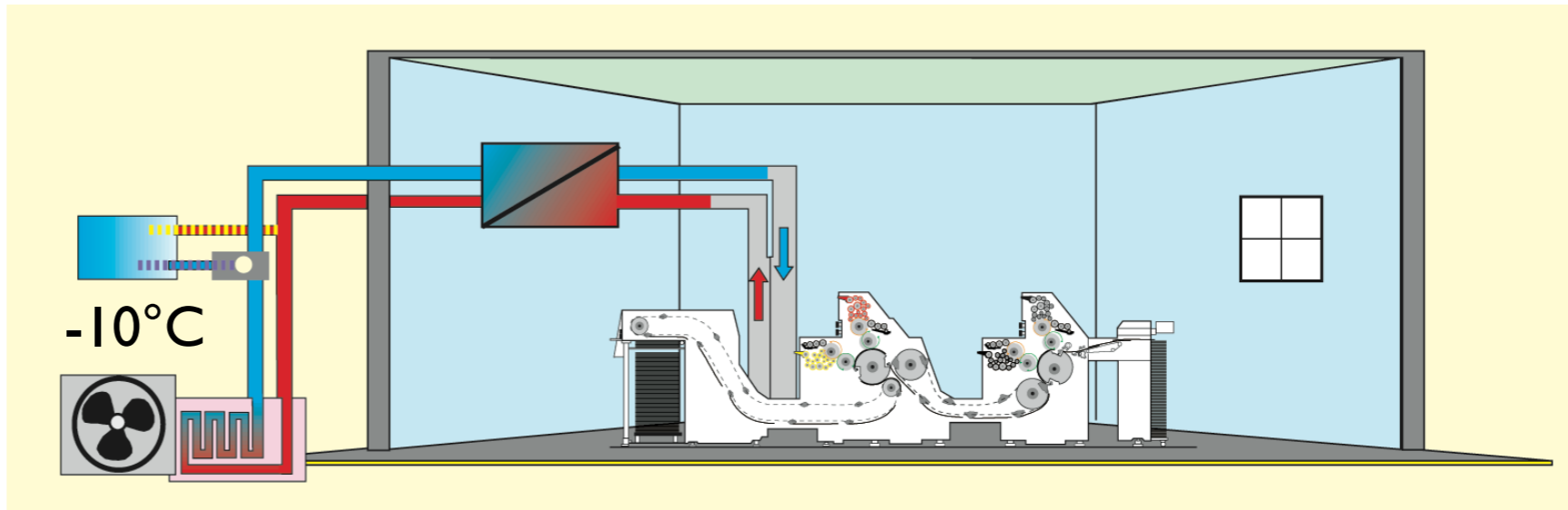
## Vodenim hlađenjem sa ulaznom temperaturom od 20°C

- ugrađen hladnjak koji smanjuje cijenu rada
- dobra mogućnost povrata topline
- pogodan za područja iznad 35°C
- potrebno malo održavanje
- visoka cijena investicije
- ekološke dozvole,

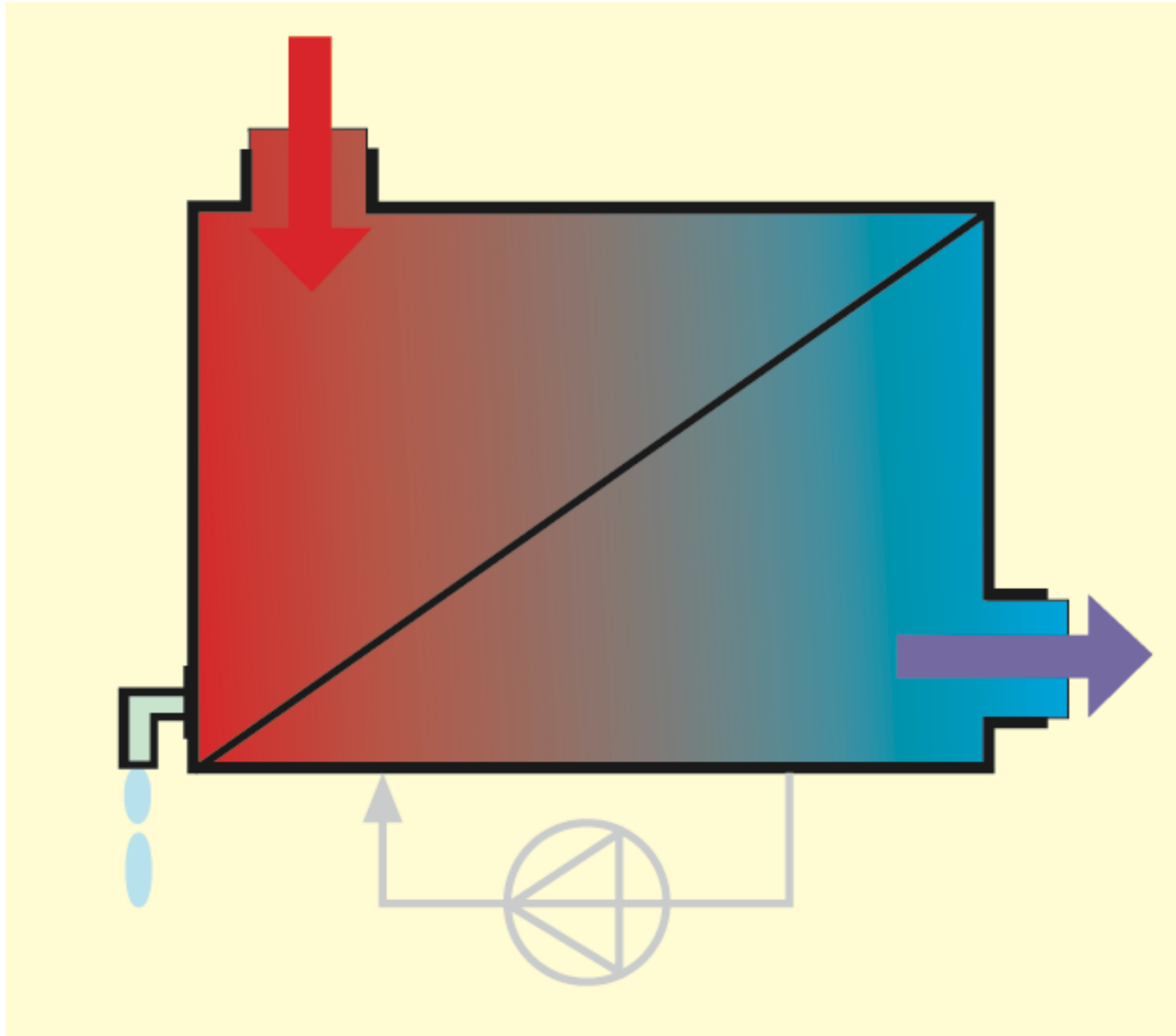


## Vodenim hlađenjem sa ulaznom temperaturom od 10°C

- male cijevi
- visoka efikasnost
- pogodan za područja od 35 do 40°C
- visoki troškovi izvedbe i rada
- stalno hlađenje, ekološke dozvole
- sistem sadrži fluorokloridne hidrokarbonate



# Sistem za pročišćavanje komprimiranog zraka

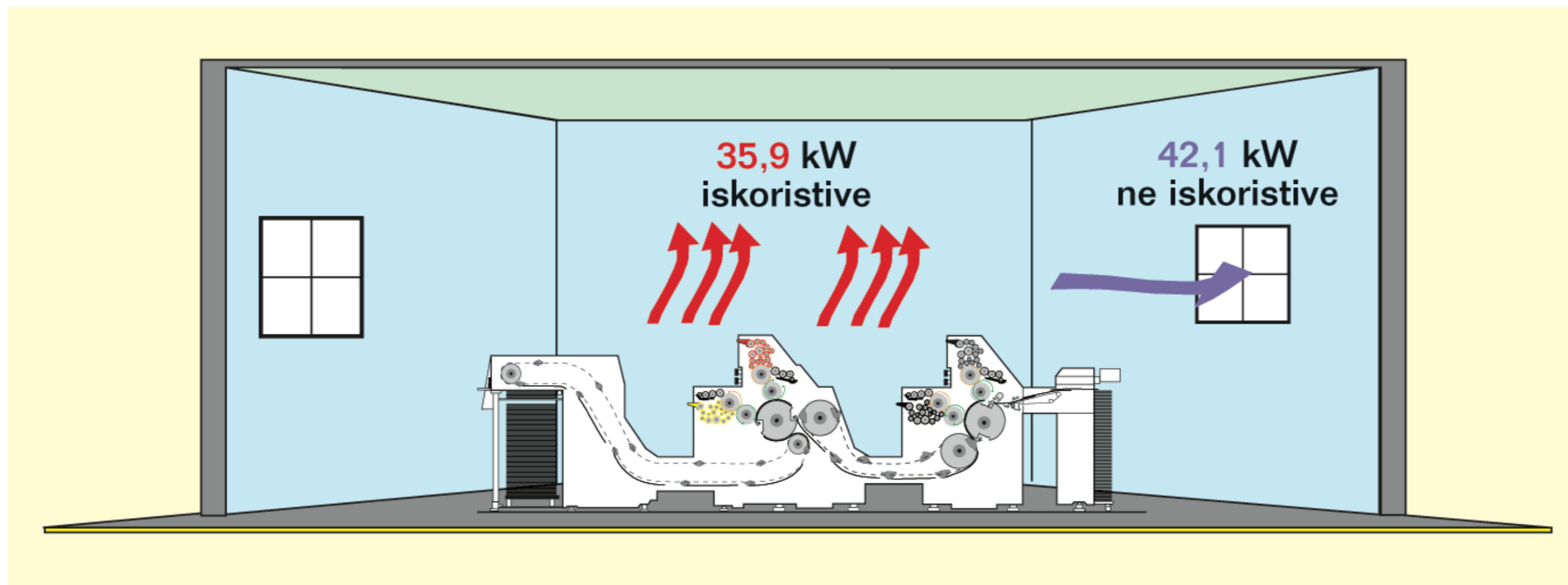


## Pouzdanost sistema za hlađenje

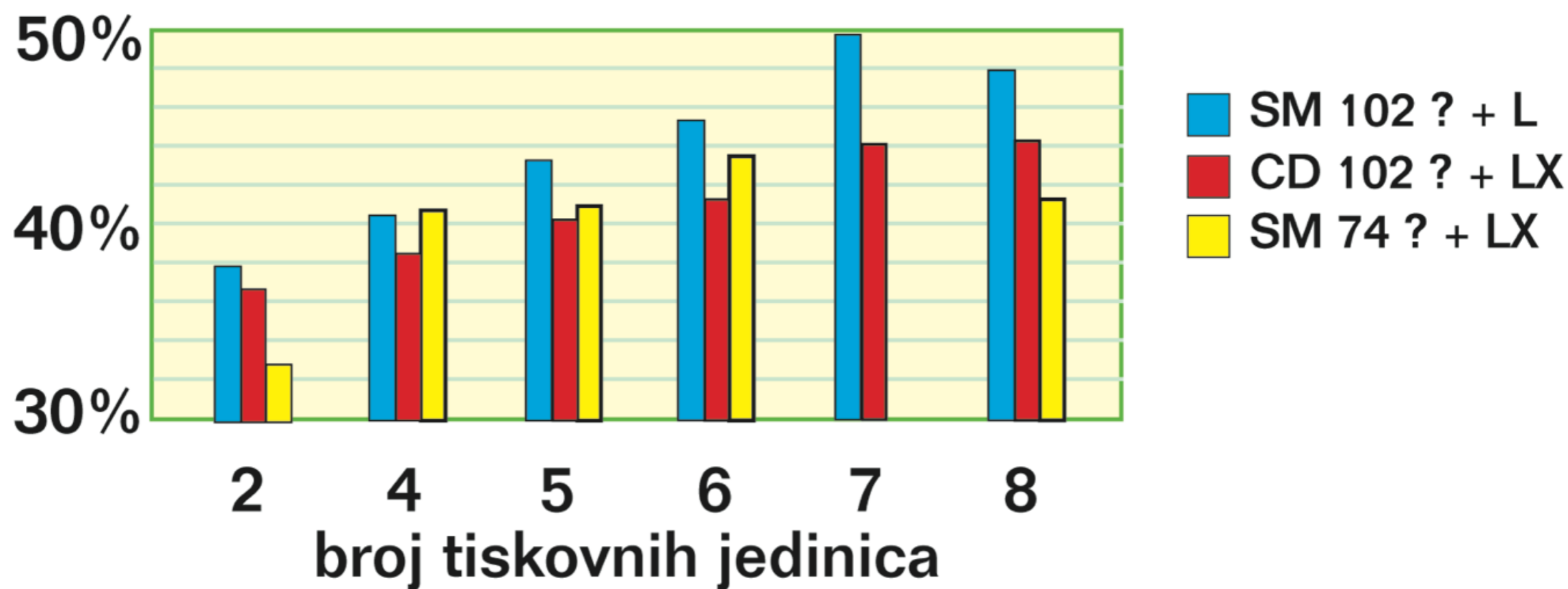
Svojsva \ Sistem	zračno hlađenje	hlađenje sa otpadnim zrakom	zračno hlađenje sa odvojenom instal.	hlađenje vodom 40°C / 104°F	hlađenje vodom 20°C / 68°F
Oslobođena toplina u prostoriji za tisak	↓	↑	↑	↑	↑
Strujanje zraka u prostoriji za tisak	↔	↓	↑	↑	↑
Oržavanje jedinica	↓	↓	↔	↗	↗
Jednostavnost ugradnje	↑	↓	↔	↗	↔
Fleksibilnost	↑	↓	↓	↗	↑
Cijena investicije	↑	↔	↔	↔	↓
Cjena troškova pri radu	↓	↓	↗	↗	↔

 odlično    
  solidno    
  zadovoljava    
  loše

# Odnos iskoristive topline primjenom perifernih jedinica



## Odnos korisne - ne korisne topline



# Praćenje Relativne vlažnosti zraka (RVZ%)

## Relativna vlaga zraka

je broj koji pokazuje odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u nekom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju bi taj zrak na toj temperaturi mogao primiti da bi bio zasićen.

RH= relativna vlaga određene smjese

$p(\text{H}_2\text{O})$ = djelomičan tlak vodene pare u smjesi

$p^*(\text{H}_2\text{O})$ = zasićen tlak vodene pare u vodi pri temperaturi smjese

$$RH = \frac{p(\text{H}_2\text{O})}{p^*(\text{H}_2\text{O})} \times 100\%$$

## Apsolutna vlažnost zraka

- maksimalna količina vodene pare koju može primiti 1 m<sup>3</sup> zraka (u gramima). Apsolutna vlažnost zraka raste s porastom temperature (> veće isparavanje).

$$AH = \frac{m_w}{V_a}$$

AH= apsolutna vlažnost zraka

$m_w$ = masa vodene pare

$V_a$ = volumen 1kubičnog metra

# Specifična vlaga zraka

jest broj grama vodene pare u 1kg vlažnog zraka.

$$MR_i = \frac{m_w}{m_d} = \partial \frac{p_w}{p_a - p_w}$$

$MR_i$  = specifična vlaga zraka

$m_w$  = masa vodene pare

$m_d$  = masa suhog zraka

$p_w$  = djelomičan tlak vodene pare u vlažnom zraku

$p_a$  = atmosferski tlak u vlažnom zraku

$\partial = 0,62197$  odnos molekularne težine vodene pare i suhog zraka

## MJERENJE VLAGE U ZRAKU

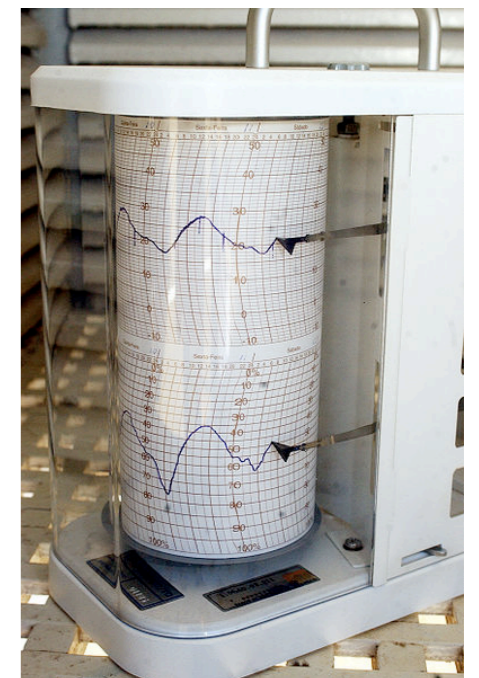
### PSIHOMETRI

- najjednostavniji
- 2 termometra u cijevi
- jedan suh a drugi navlažena

### HIGROMETRI

- ambijentni (kućice)
- elektronski

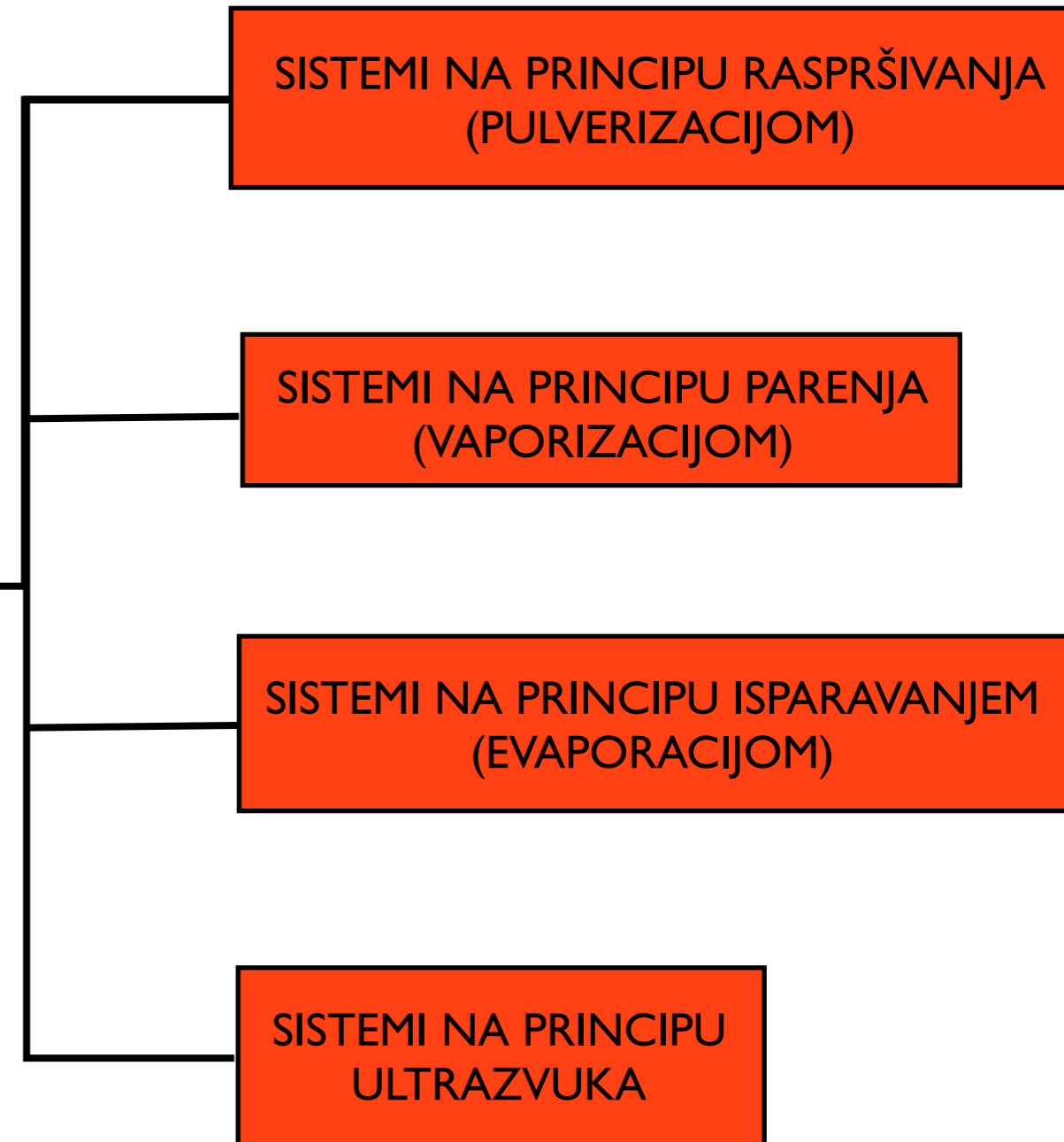
### HIGROGRAFI



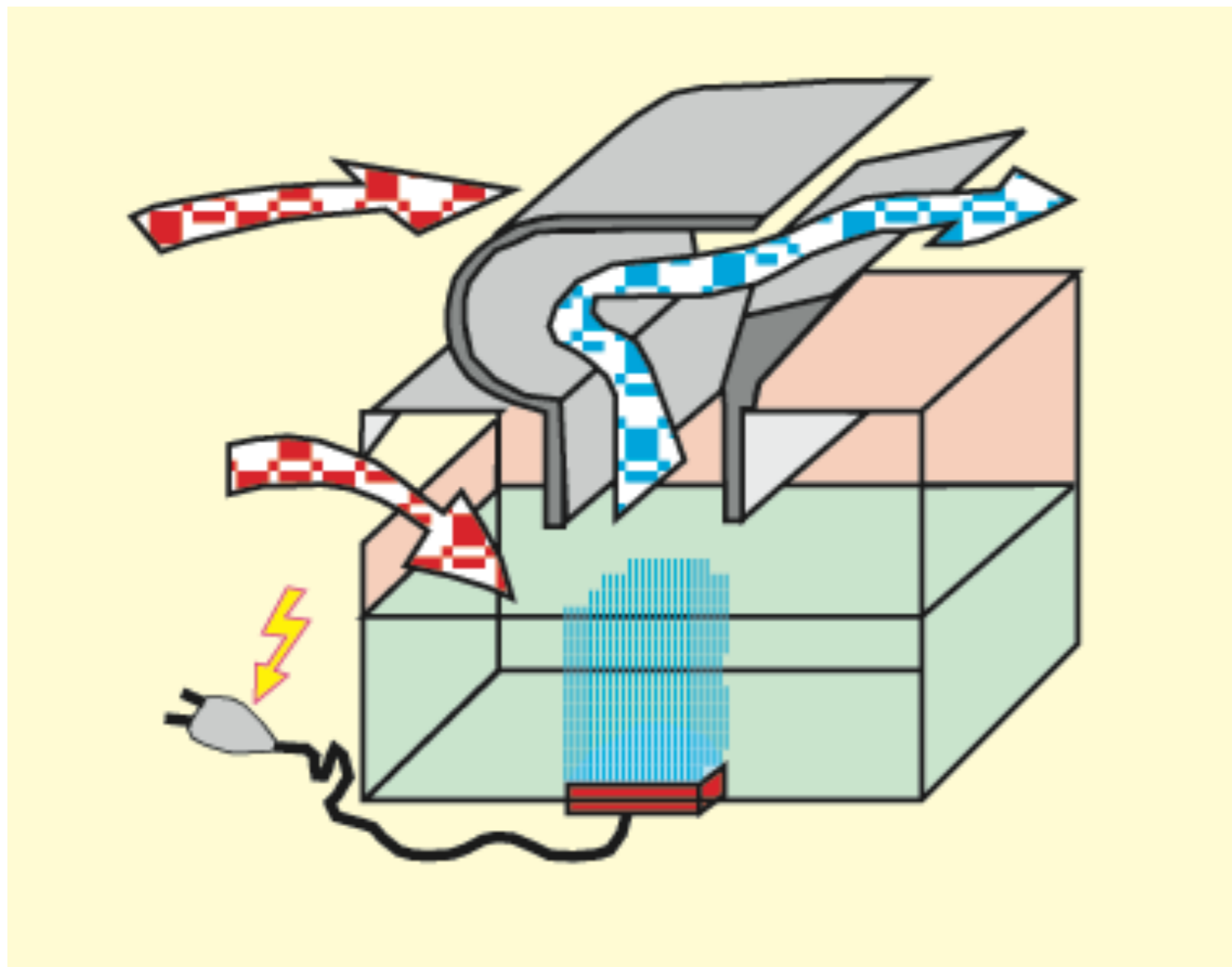


UREĐAJI ZA  
OVLAŽIVANJE  
PROSTORA

## Regulcija vlage u prostoru

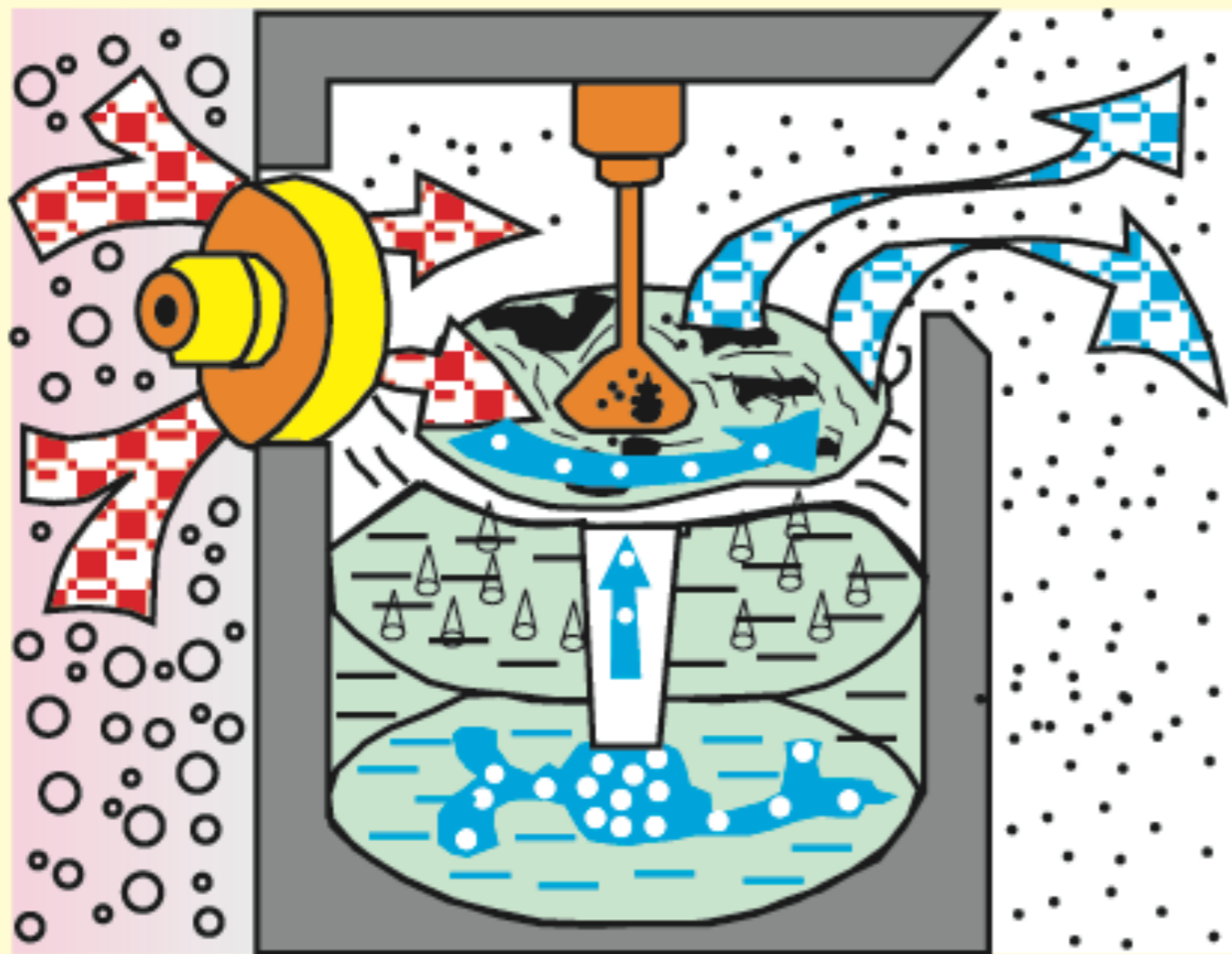






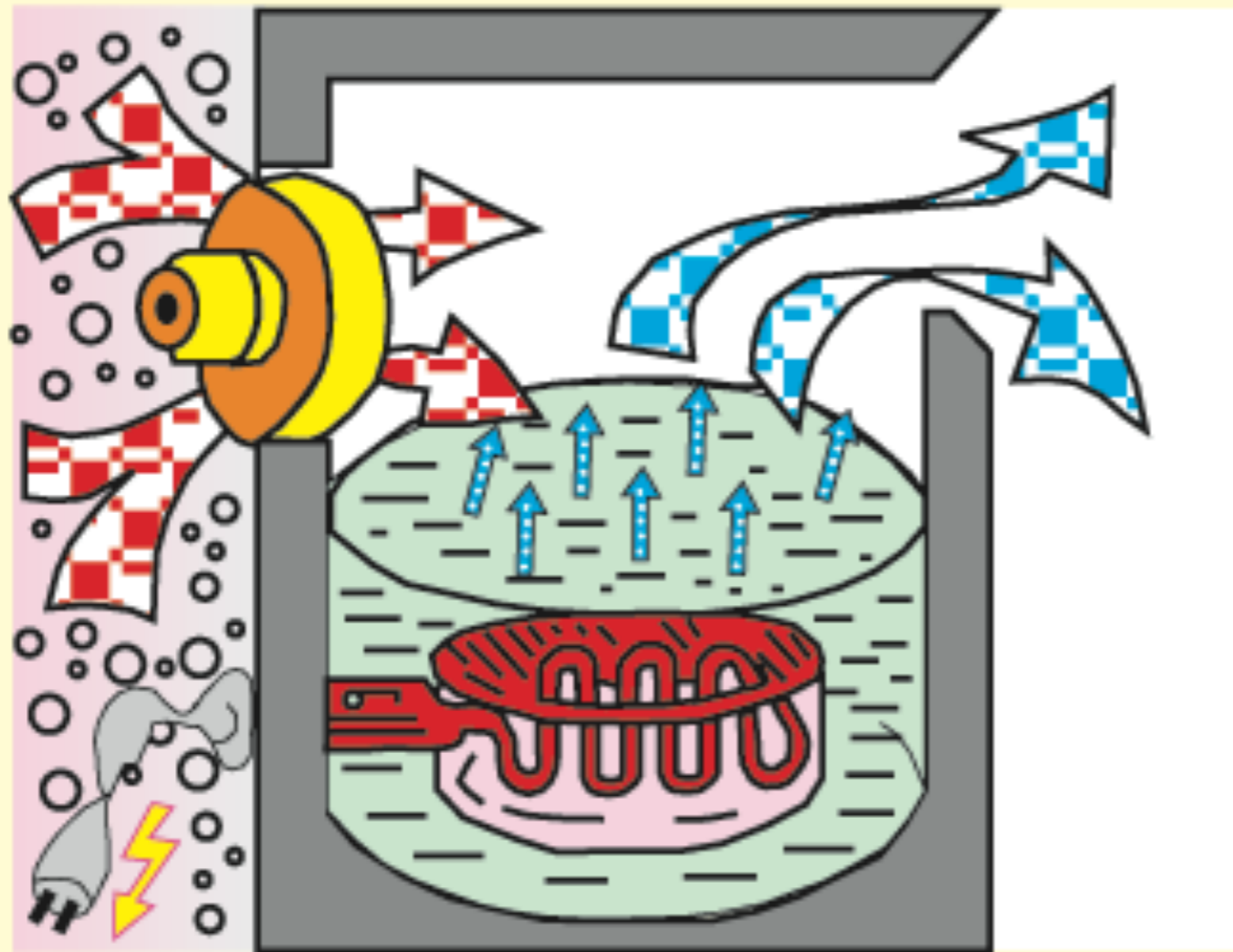
## SISTEMI NA PRINCIPU ULTRAZVUKA

- Ultrazvučno vlaženje bazirano je na principu visokofrekventnih oscilacija.
- Pritom se u dijafragmi formiraju vrlo fine čestice aerosoli, bez dodatnih minerala.
- Aerosoli se distribuiraju u prostoriju vrlo velikom brzinom.
- Za ultrazvučni princip vlaženja osnovni preduvjet je demineralizirana voda
- To je omogućeno protočnim puhačem koji je smješten na dnu posude za vlaženje.



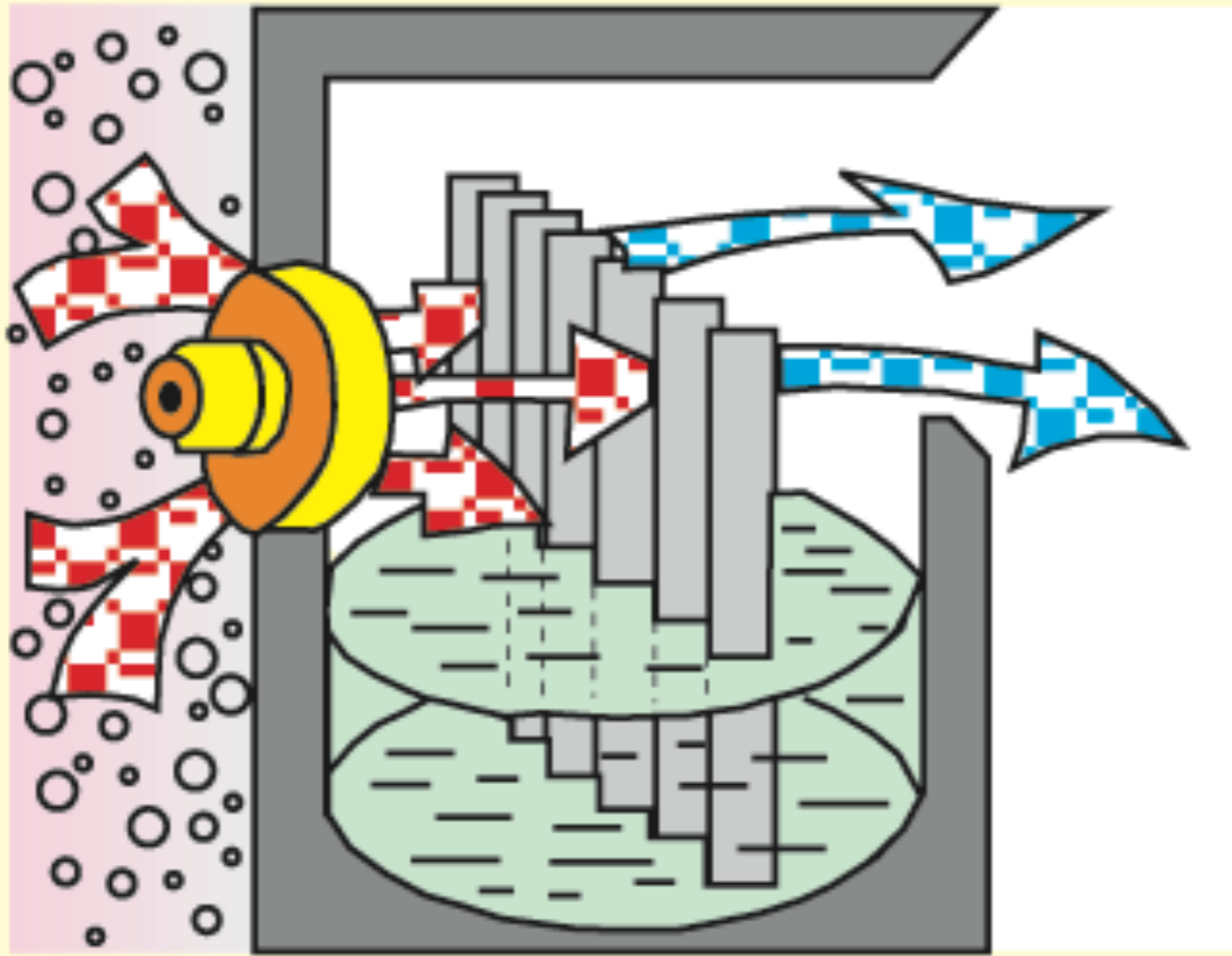
## **SISTEMI NA PRINCIPIU RASPRŠIVANJA (PULVERIZIJOM)**

Velikom brzinom rotacije centralnog propelera komeša se tekućina u spremniku. Površinski uzburkana tekućina se sa jakim ventilatorom usmjeravaju u smjeru otvora na kućištu. Pritom se stvara mješavina kapljica i zraka (aerosol) koja se usmjerava u prostoriju.



## **SISTEMI NA PRINCIPIU VODENE PARE**

Vlaženje na principu parenja baziran je na fizikalnom procesu isparavanja vode koji se provodi pri temperaturi od  $100^{\circ}\text{C}$ . Osnova sistema je grijač koji je uronjen u tekućinu. Toplinskim zagrijavanjem povećava se tlak u tekućini koja mijenja agregatno stanje i oslobađa se iz komore. Ventilatorom se vodena para upuhuje u prostor. Dodatkom ugljikovih filtera (aktivan ugljen) može se eliminirati čestice nastale prašine.

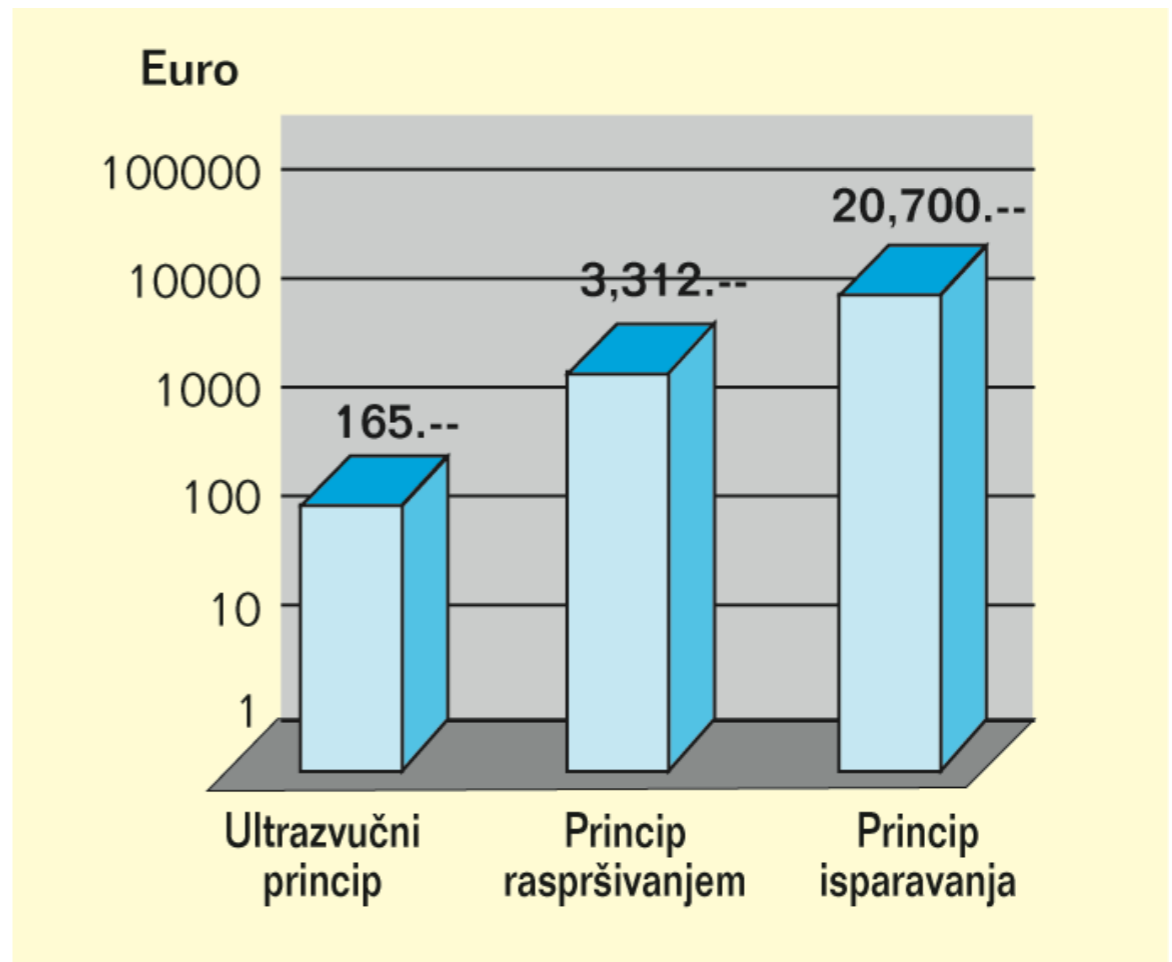


## **SISTEMI NA PRINCIPU ISPARAVANJE**

Vlaženje na principu isparavanja baziran je na fizikalnom procesu isparavanja tekućine koji se provodi pri povišenoj temperaturi. Osnova sistema su cjevi uronjene u vodu. Vodena para se visokim tlakom direktno distributira u tekućinu, pri čemu dolazi do oslobađanja kapljica na površini tekućine. Oslobođene čestice tekućine se sa ventilatorima odpuhavaju te se usmjeravaju u prostoriju.

# Komparacija sistema za vlaženje prostora

Novčane vrijednosti potrošene električne energije za pojedini princip vlaženja prostora za jednu kalendarsku godinu (EURO).



Princip rad sistemom	Pogodan za prostoriju volumena	Hlađenje
VODENOM PAROM	MALA	NIJE POTREBNO
RASPRŠIVANJEM	VELIKA	POTREBNO
ISPARAVANJEM	MALA	POTREBNO
ULTRAZVUČNI	VELIKA	NIJE POTREBNO

**Hvala na pažnji!**