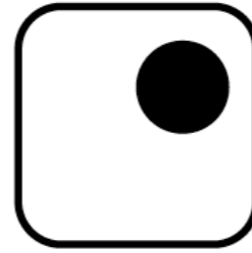




**University of Zagreb
Faculty of Graphic Arts
Department of Printing**



MJERITELJSTVO U TISKU I PERIFERNE JEDINICE

PREDAVANJE br. 3

studeni, 2011

Mjerenje tlaka

Znak veličine SI jedinica Znak jedinice

p	Newton po metru kvadratnom	N/m^2
-----	-------------------------------	----------------

tlak = pritisak

$$\text{prosječni tlak } p = \frac{\text{sila } F}{\text{površina } A} = \frac{F}{A}$$

Tlak = porazumjeva omjer sila / površini

Pritisak = podrazumjeva samo silu.

Nadtlak i podtlak (vakum)

Vakum je negativni nadtlak.

atmosferski tlak
(okolišni tlak)

p_0

barometar

Nadtlak = tlak
iznad atmosferskog

p_n

manometar

vakum = tlak
ispod atmosferskog

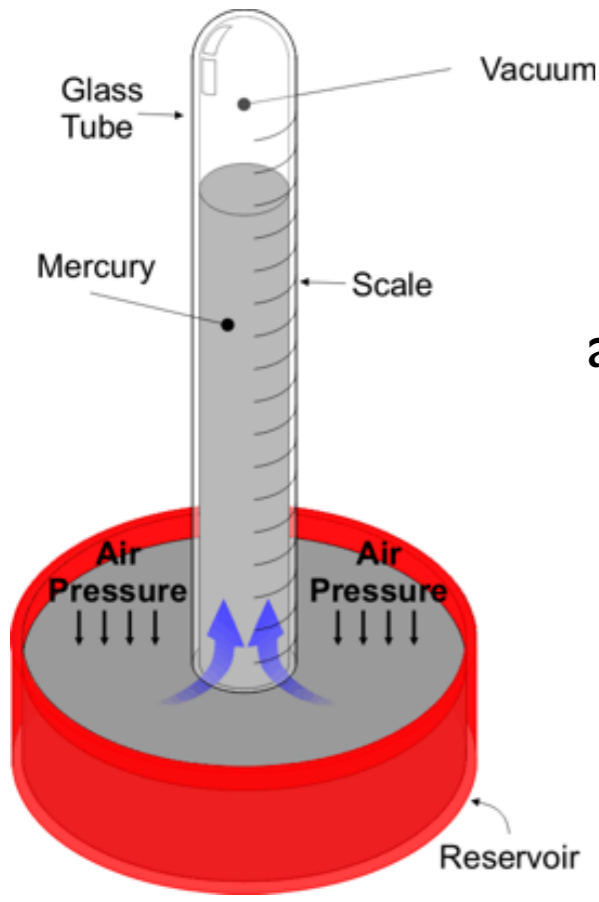
p_v

apsolutni tlak = stvarni
tlak plina ili tekućine

p

$$p = p_0 + p_n$$

$$p = p_0 - p_v$$

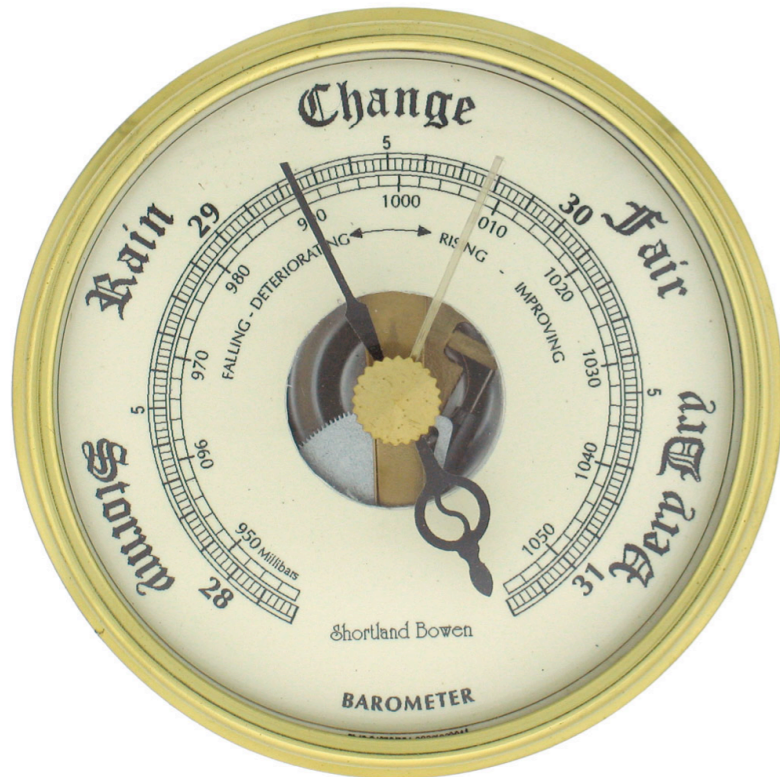
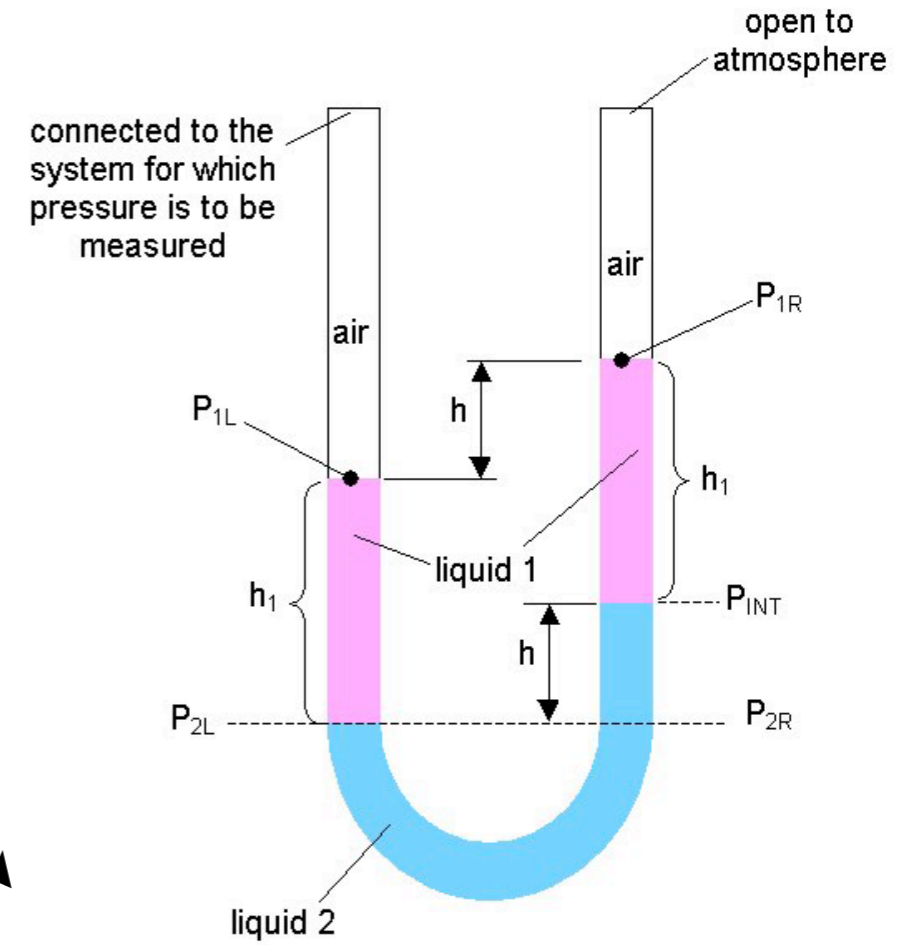


barometar

atmosferski tlak
(okolišni tlak)

manometar

Nadtlak = tlak
iznad atmosferskog



Metričke jedinice tlaka i naprezanja

$$\text{naprezanje } \sigma = \frac{F}{A} \quad [\text{N/mm}^2, \text{N/cm}^2]$$

$$\text{SI jed tlak} = \frac{\text{Newton}}{\text{kvadratni metar}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$$

$$\text{Mendeljev (M)} = \text{N/m}^2$$

$$\text{Paskal (Pa)} = \text{N/m}^2$$

Jedinice tlaka izvedena iz N/m²

stand. atmosfera

$$\begin{aligned} \text{atm} &= 1,013\,25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \\ &= 1,013\,25 \text{ bar} \end{aligned}$$

teh. atmosfera

$$\text{at} = \frac{\text{kilopond}}{\text{kvadratni centimetar}} = \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} = 98\,066,5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,98\,0665 \text{ bar}$$

bar

$$\text{bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 100\,000 \text{ N/m}^2$$

pieze

$$\text{pz} = \frac{\text{sthene}}{\text{kvadratni metar}} = \frac{\text{sn}}{\text{m}^2} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

torr

$$\text{torr} = 133,322 \text{ N/m}^2$$

Dvostrani odnos među jedinicama tlaka izvedenog iz newtona, i kvadratnog metra

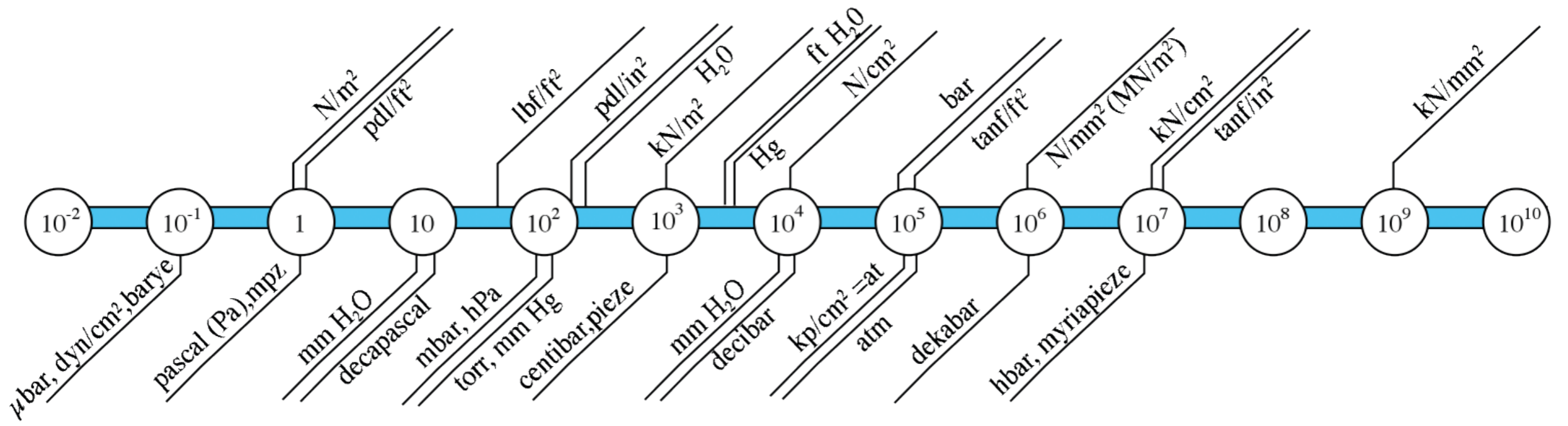
Jedinica	Kratica	N/m ²	kN/m ²	MN/m ²	Bar	N/cm ²	N/mm ²	kN/cm ²	kN/mm ²
newton na kvadratni metar	N/m ²	1	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁹
kilonewton na kvadratni metar	kN/m ²	10 ³	1	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶
meganewton na kvadratni metar	MN/m ²	10 ⁶	10 ³	1	10 ¹	10 ²	1	10 ⁻¹	10 ⁻³
bar	bar	10 ⁵	10 ²	10 ⁻¹	1	10 ¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻⁴
newton na kvadratni cm	N/cm ²	10 ⁴	10 ¹	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁵
newton na kvadratni mm	N/mm ²	10 ⁶	10 ³	1	10 ¹	10 ²	1	10 ⁻¹	10 ⁻³
kilonewton na kvadratni cm	kN/cm ²	10 ⁷	10 ⁴	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ¹	1	10 ⁻²
kilonewton na kvadratni mm	kN/mm ²	10 ⁹	10 ⁶	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ³	10 ²	1

Decimalni djelovi jedinice tlaka bara i njihov odnos prema jedinici N/m^2

Jedinica	Kratica	μb	mb	b	N/m^2
mikrobar	μb	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-1}
milibar	mb	10^3	1	10^{-3}	10^2
bar	b	10^6	10^3	1	10^5
newton na kvadratni metar	N/m^2	10	10^{-2}	10^{-5}	1

Dvostrani odnos među bliskim jedinicama tlaka: standardna atmosfera, bar i tehnička atmosfera

Jedinica	Kratica	atm	bar	$\text{kp/cm}^2, \text{at}$
Standardna atmosfera	atm	1	1,013 250	1,033 227
bar	bar	0,986 923	1	1,019 716
tehnička atmosfera	$\text{kp/cm}^2, \text{at}$	0,967 841	0,980 665	1



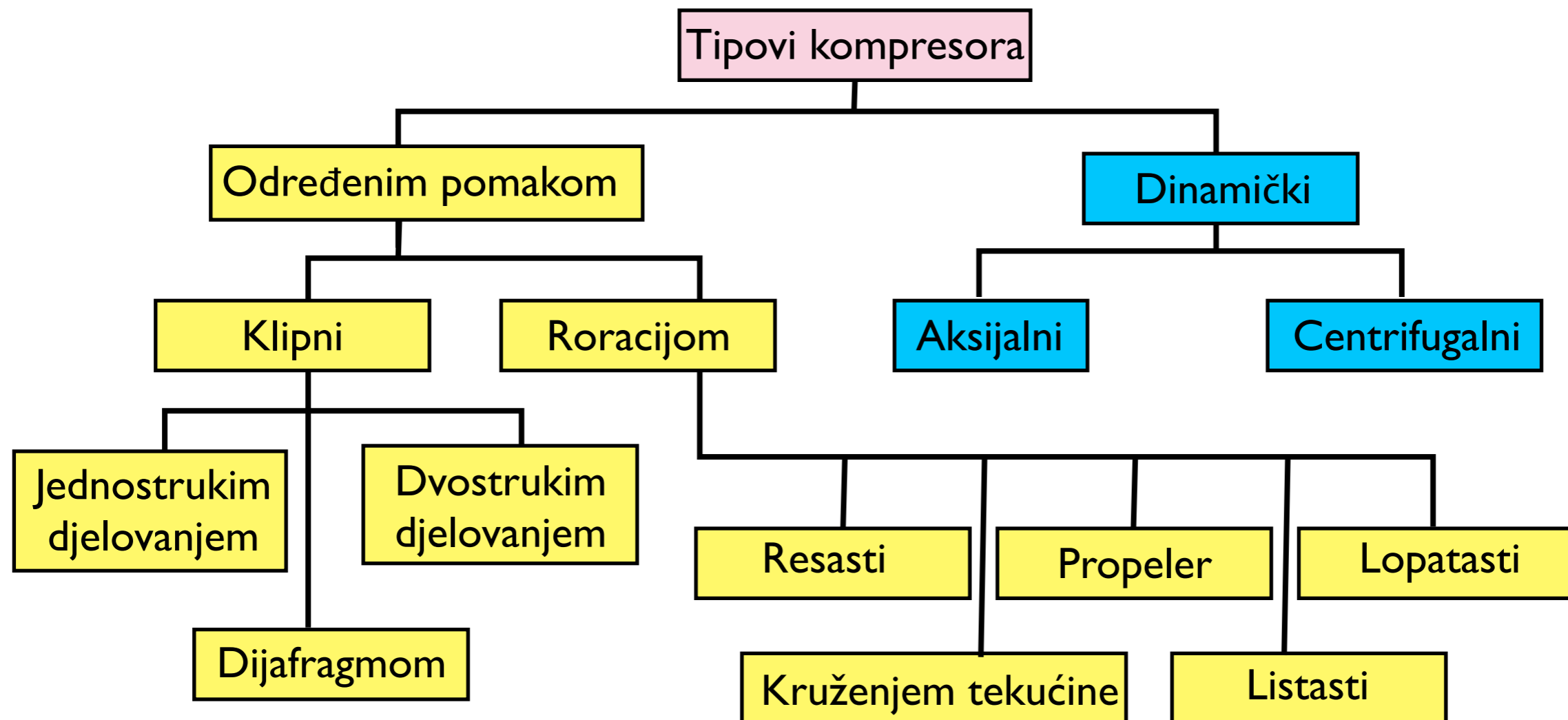
Regulacija tlaka u tisku

PNEUMATIKA= dio mehanike koja proučava zakone kretanja plinova, njihove gustoće, elastičnost, pritisak zajedno sa principom rada i konstrukcije pneumatskih uređaja.

Plinski kompresor = je mehanička naprava koja povećava pritisak plina usljed smanjenja volumena.

Općenito kompresori sličje pumpama: oba povećavaju pritisak na tekućinu te oba mogu vršiti transport fluida kroz cijevi.

Kako se plinovi tlače, smanjuje se i volumen plina. Tekućine su relativno ne stlačive, te je glavna aktivnost pumpe pumpanje i transport tekućina.



Durrs kompresor

(sa jednim cilindrijskim klipom)

KERAKTERISTIKE:

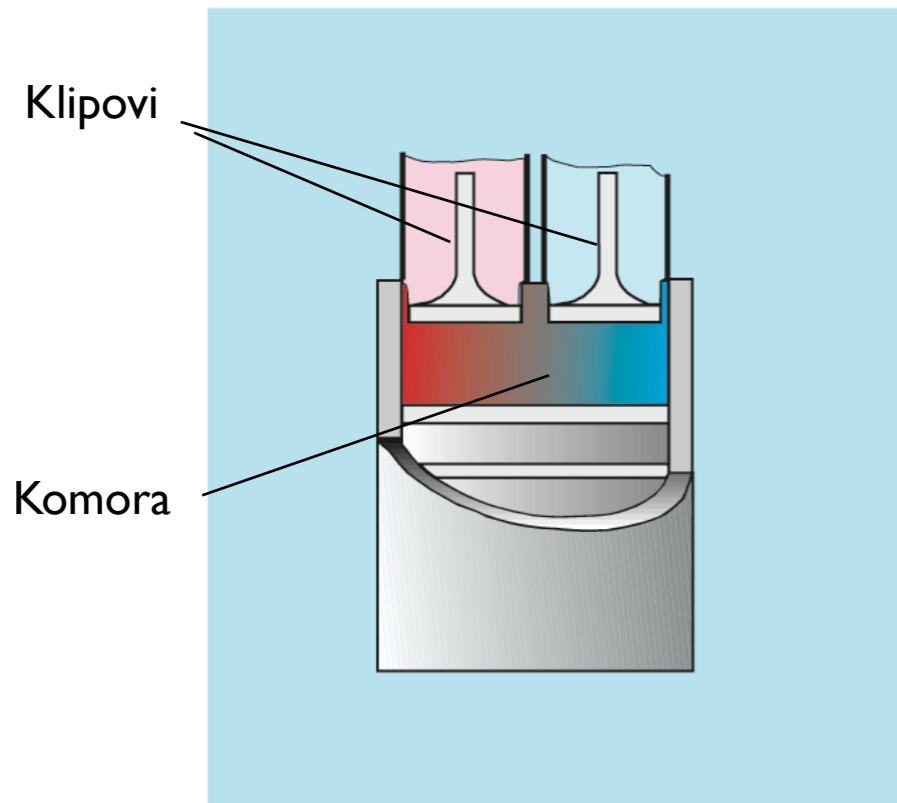
- koristi se kada se vrši usisa zraka iz dijafragme sušaća
- konstrukcija ne sadržava uljem održavan klip
- 10 litarski rebrasti spremnik koristi se da bi se osigurala visoka proizvodna produktivnost
- služi za opskrbu komprimiranim zrakom malih ofsetnih strojeva (SM 52).



PRINCIP RADA KLIPNOG KOMPRESORA

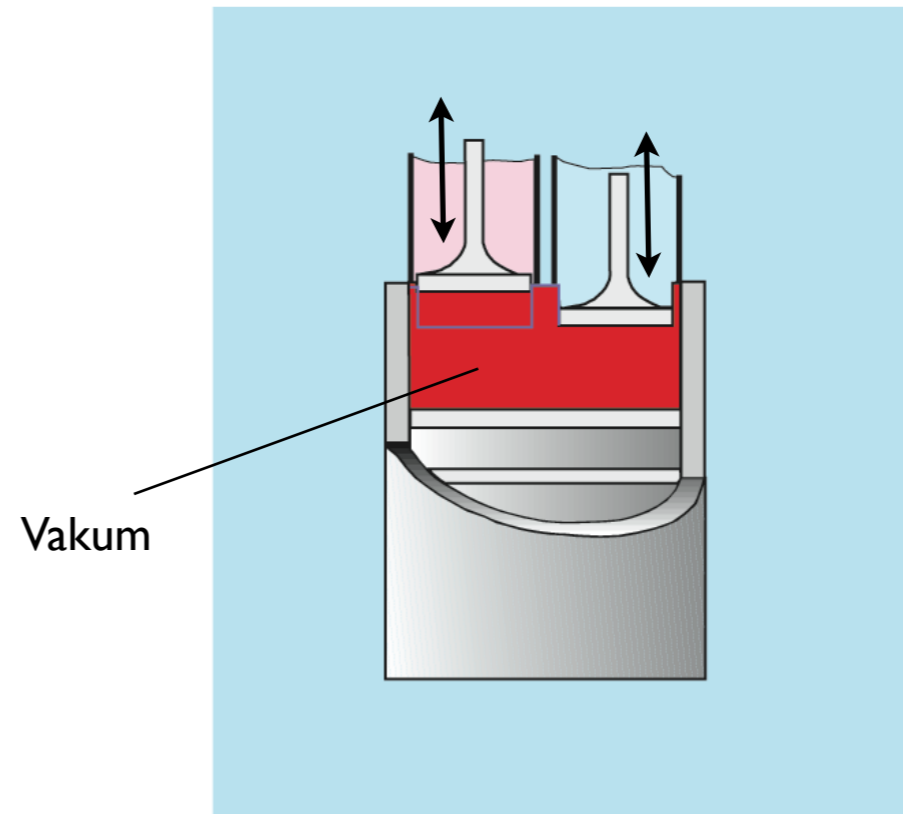
Dobiveni komprimirani zrak povišene je temperature i sadrži vodu i ulje

Klipni kompresori rade na taktove.



PRINCIP STVARANJA
KOMPRIMIRANOG ZRAKA

FAZA I
Mirovanje



PRINCIP STVARANJA
KOMPRIMIRANOG ZRAKA

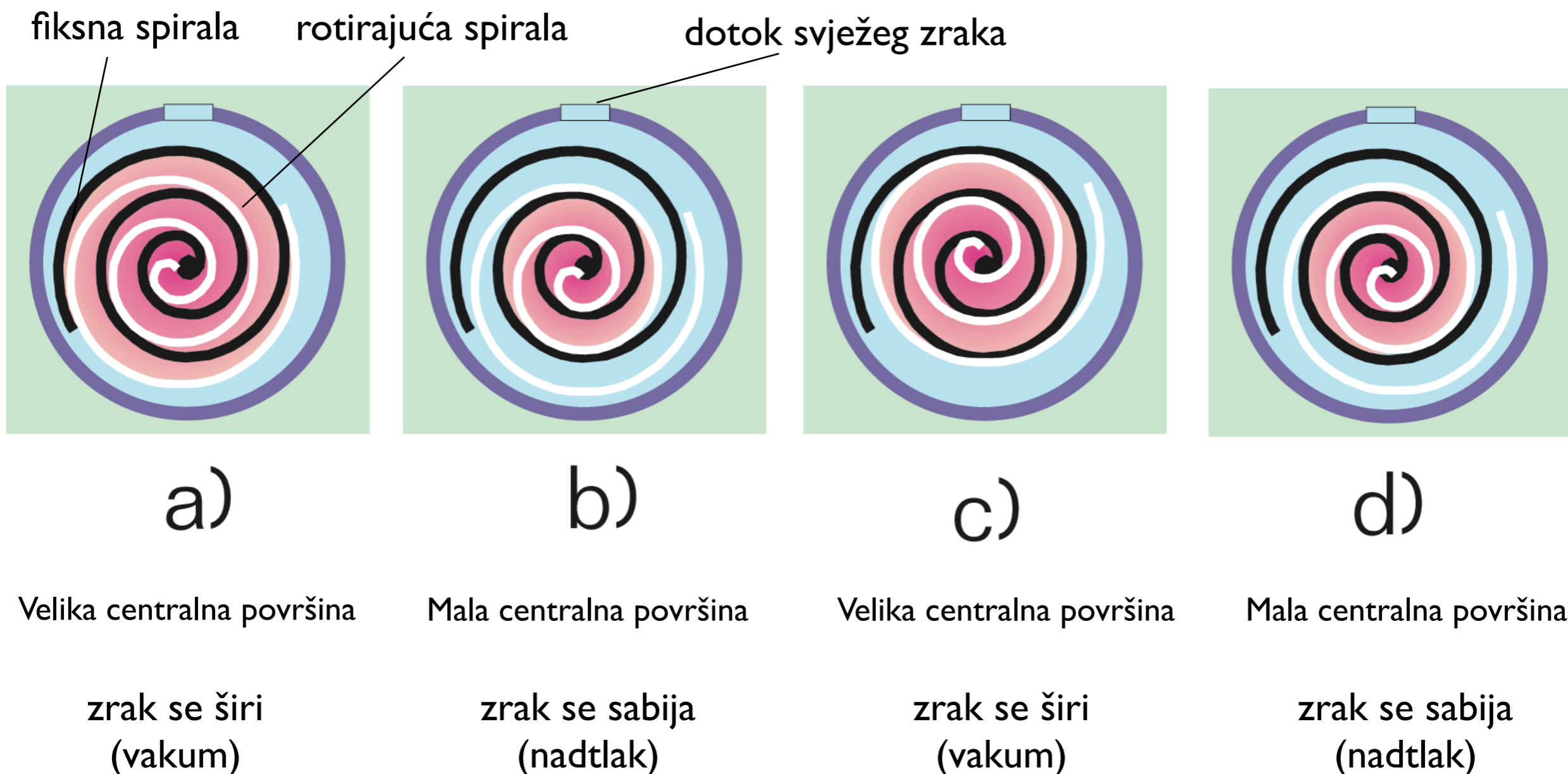
FAZA II
Kretanje klipova

PRINCIP RADA SPIRALNOG KOMPRESORA

Spiralni kompresor radi kontinuirano pri čemu stvara komprimirani zrak bez utjecaja na floktulaciju (floktulante=titrajući medij).

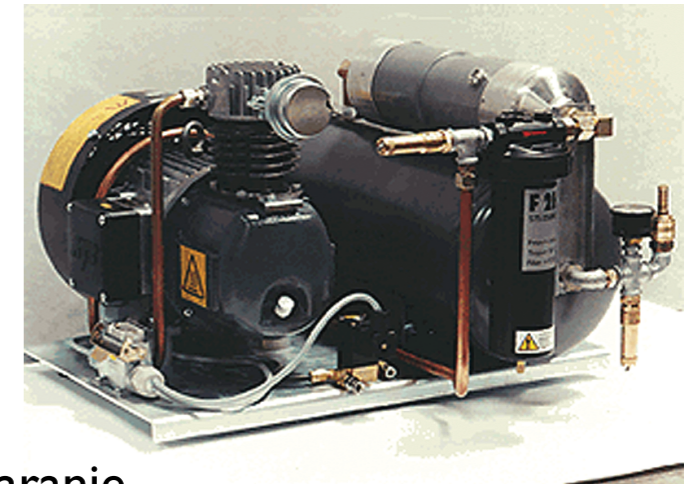
Prouzročena bezkontaktnost pri radu spiralnih kompresora zahtjeva ekstremno nisko održavanje. Novi spiralni kompresori stvaraju komprimirani zrak bez ulja u sebi.

Primjena ovakvog kompresora kod višebojnih strojeva malog formata (B3)



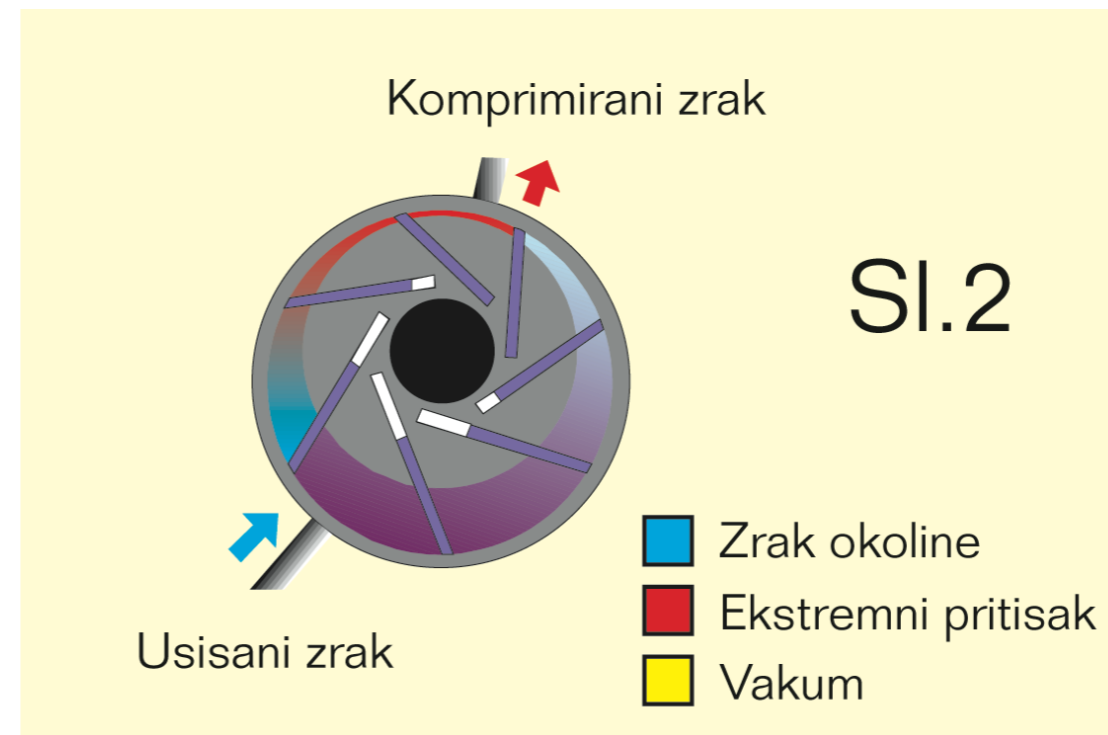
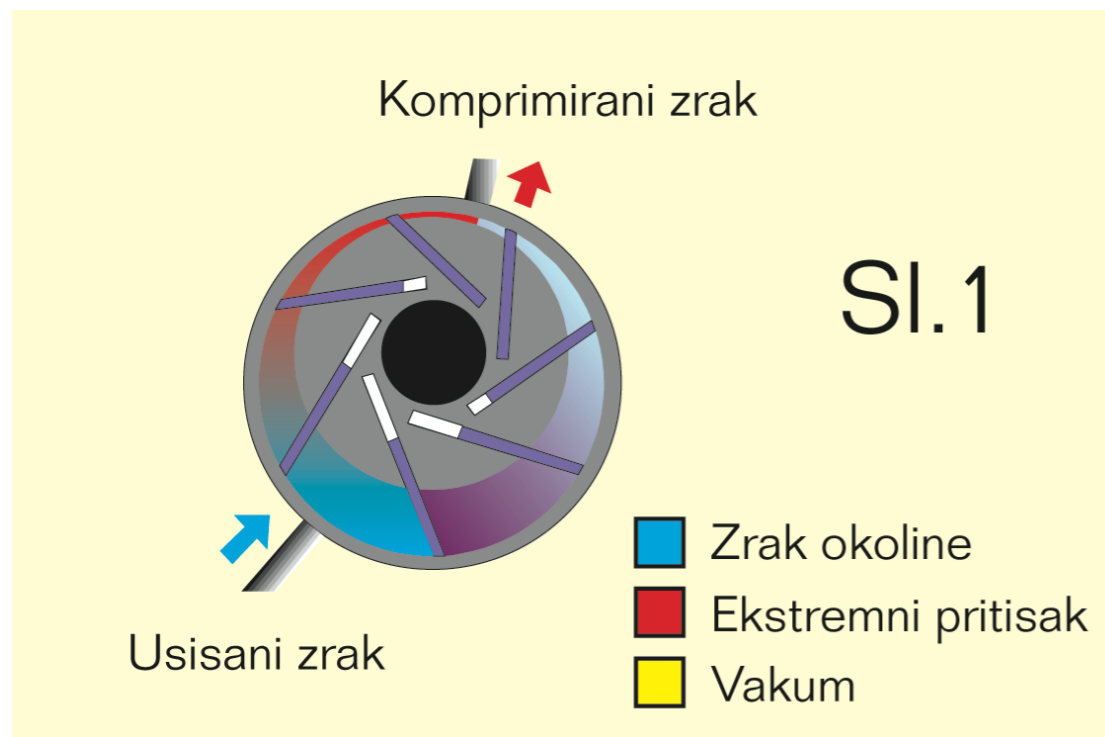
ROTACIJSKI PROPELERNI KOMPRESOR

Jedan ekscentrični rotirajući element sa pridodanim vodilicama u obliku noževa. Tijekom rada noževi istiskuju zrak prema vanjskoj stjenci cilindra.



Centrifugalnom silom se ako formira brtva (izolacijski čep) koji je neophodan za stvaranje komprimiranog zraka i vakuma.

Prednosti su mu: - vakum i komprimirani zrak se stvaraju u jednom operacijskom ciklusu
- proizveden vrlo veliki tlak

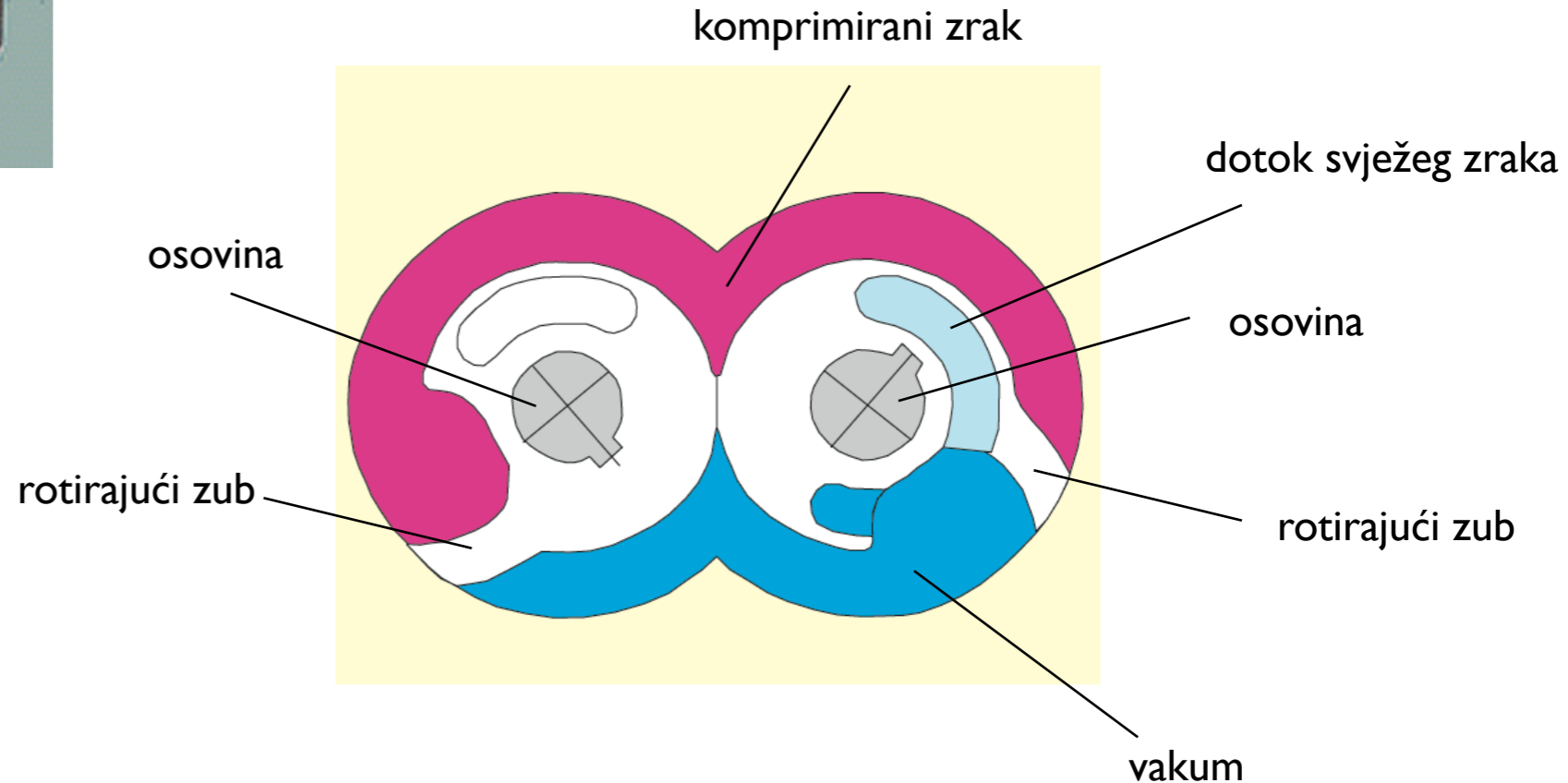


ROTACIJSKI KOMPRESOR ZUBASTI TIP

U rotacijskom kompresoru zubastog tipa nivo komprimiranog zraka i nivo vakuma se razdjeljuje u dvije razdvojene komore, zbog rotacije osovina.

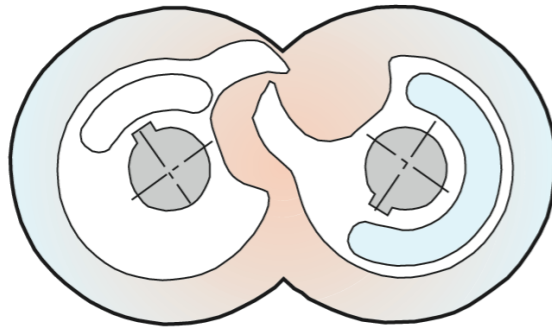
Oblik rotirajućeg zuba omogućuje stvaranje različitog volumena (prostor se širi i sužuje).

Rotacijom osovina zubni nastavci tlače zrak pri čemu se na stijenci cilindra formira brtva.



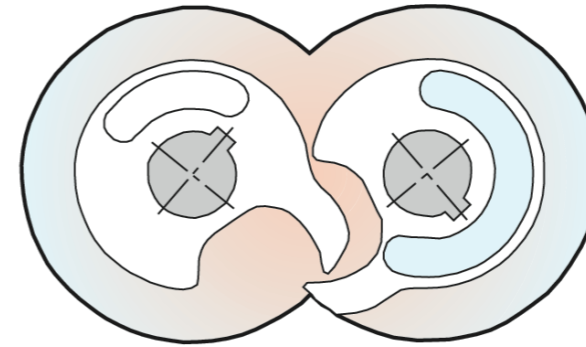
Princip rada rotacijskog kompresora zubastog tipa

1.



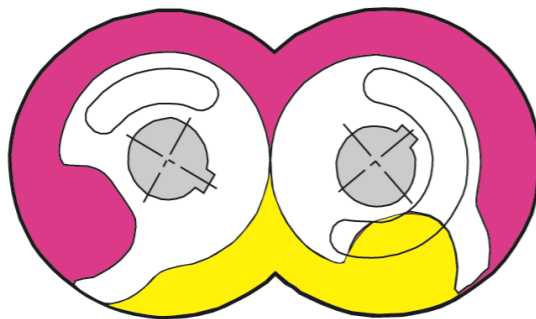
- Novi zrak ulazi u kompresor
- Vakum u kompresoru
- Zrak je komprimiran u kompresoru

2.



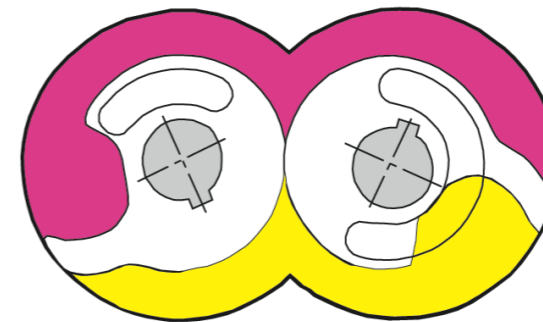
- Novi zrak ulazi u kompresor
- Vakum u kompresoru
- Zrak je komprimiran u kompresoru

3.

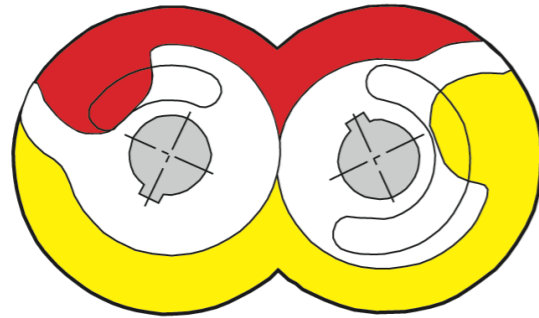





- Novi zrak ulazi u kompresor
- Vakum u kompresoru
- Zrak je komprimiran u kompresoru

4.

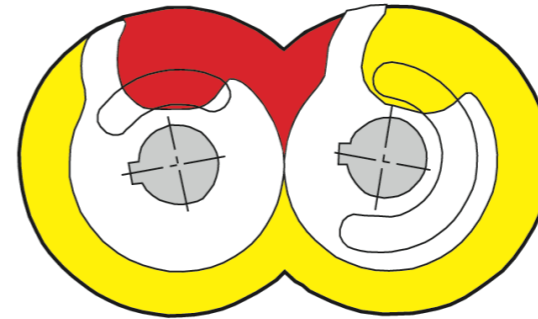



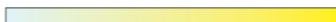

- Novi zrak ulazi u kompresor
- Vakum u kompresoru
- Zrak je komprimiran u kompresoru



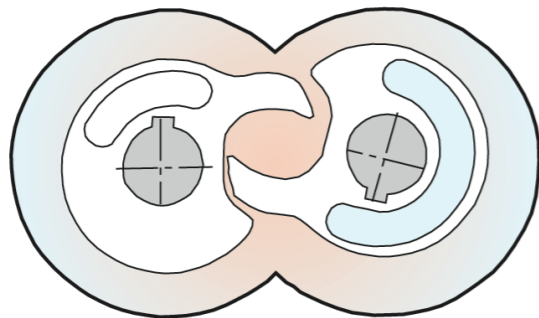
-  Novi zrak ulazi u kompresor
-  Vakum u kompresoru
-  Zrak je komprimiran u kompresoru


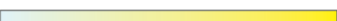

5.



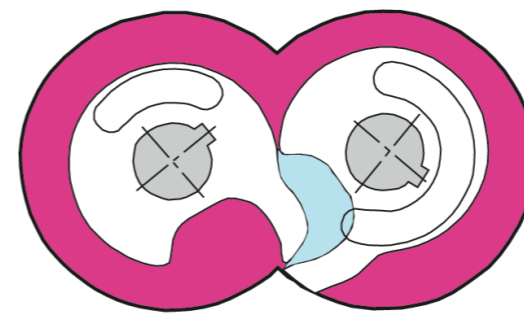
-  Novi zrak ulazi u kompresor
-  Vakum u kompresoru
-  Zrak je komprimiran u kompresoru


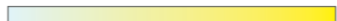

6.



-  Novi zrak ulazi u kompresor
-  Vakum u kompresoru
-  Zrak je komprimiran u kompresoru

7.



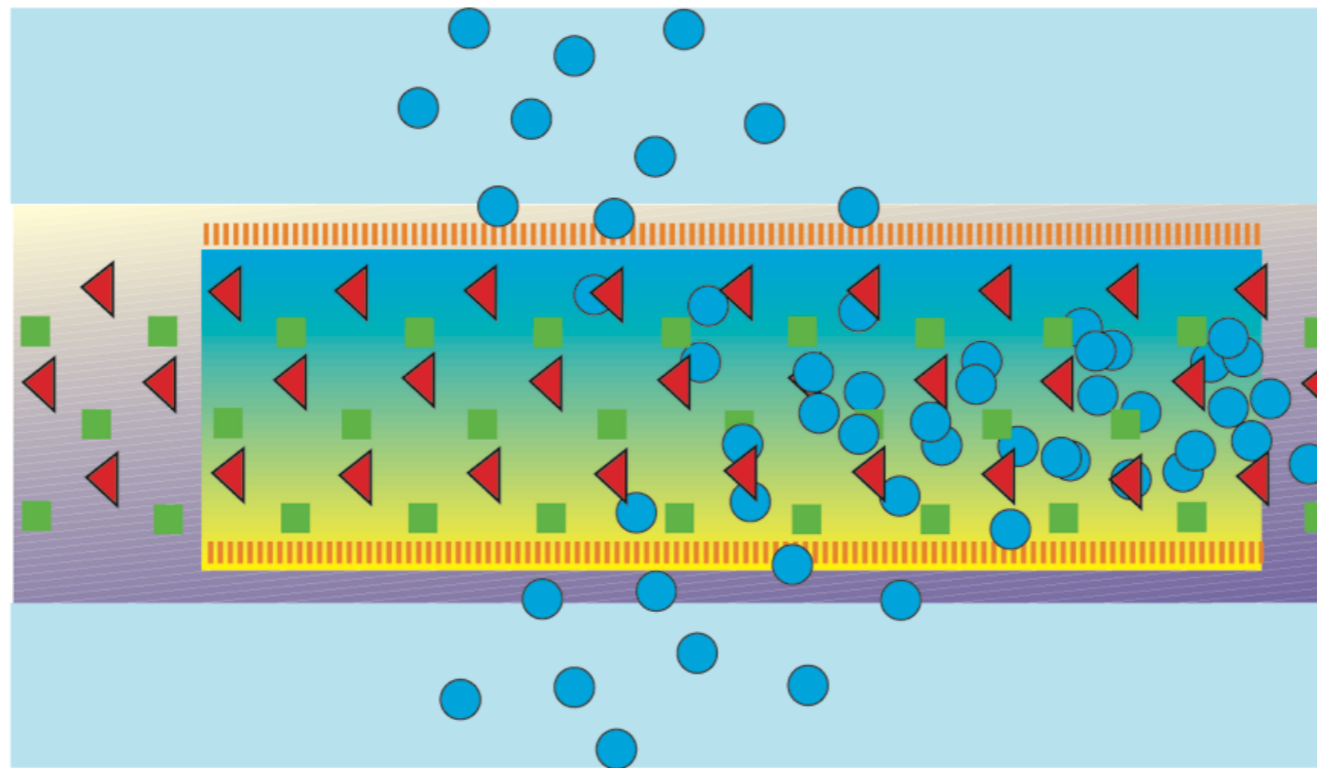
-  Novi zrak ulazi u kompresor
-  Vakum u kompresoru
-  Zrak je komprimiran u kompresoru

8.

PROČIŠĆAVANJE KOMPRIMIRANOG ZRAKA

Komprimirani zrak koji se koristi u otiskivanju (transport papira) mora biti bez udjela ulja u sebi.

Čestice ulja otklanjaju se prolaskom kroz specijalne filtere koji svojom krajnjim djelom (rubna površina) privlači čestice tekućina.



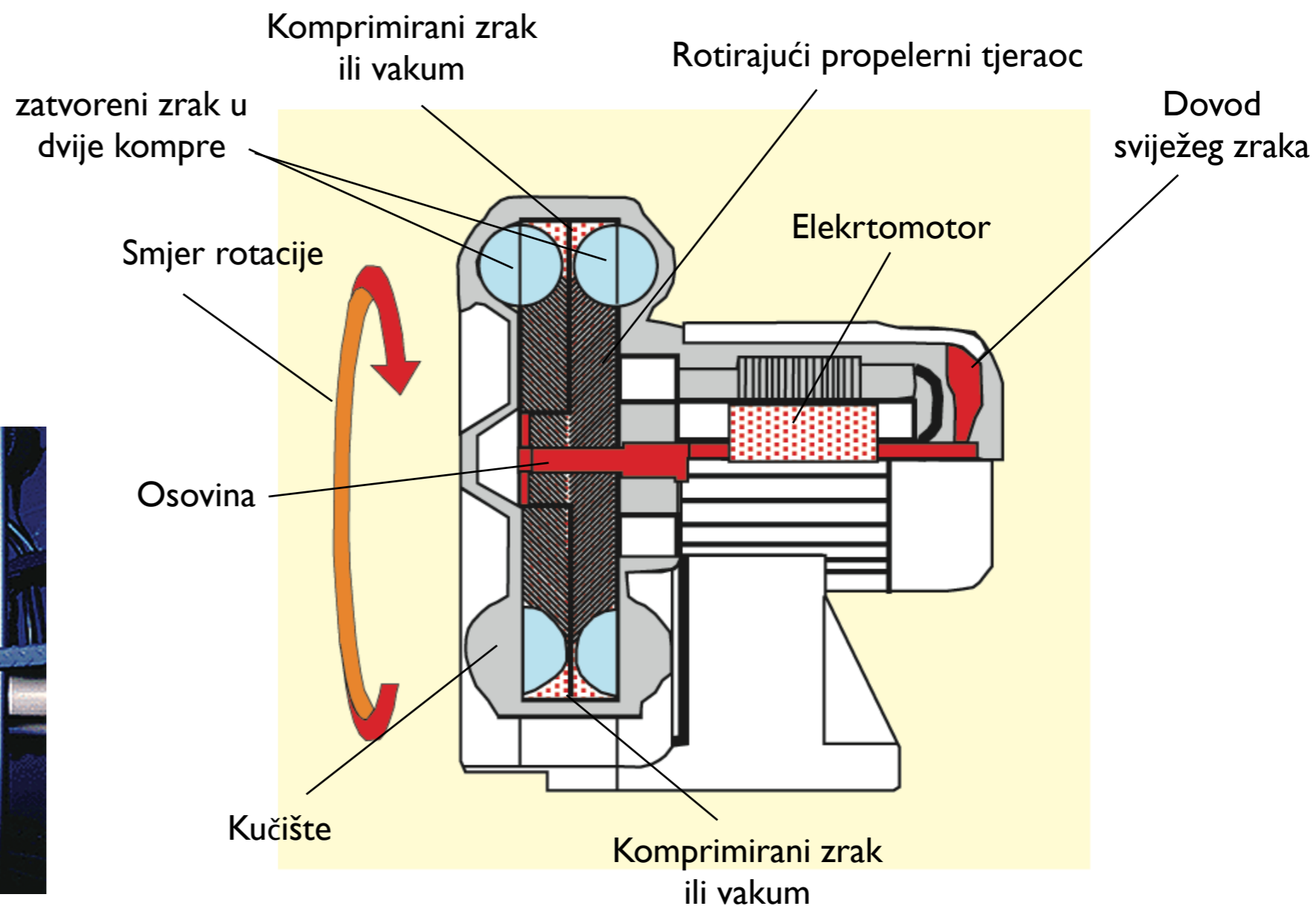
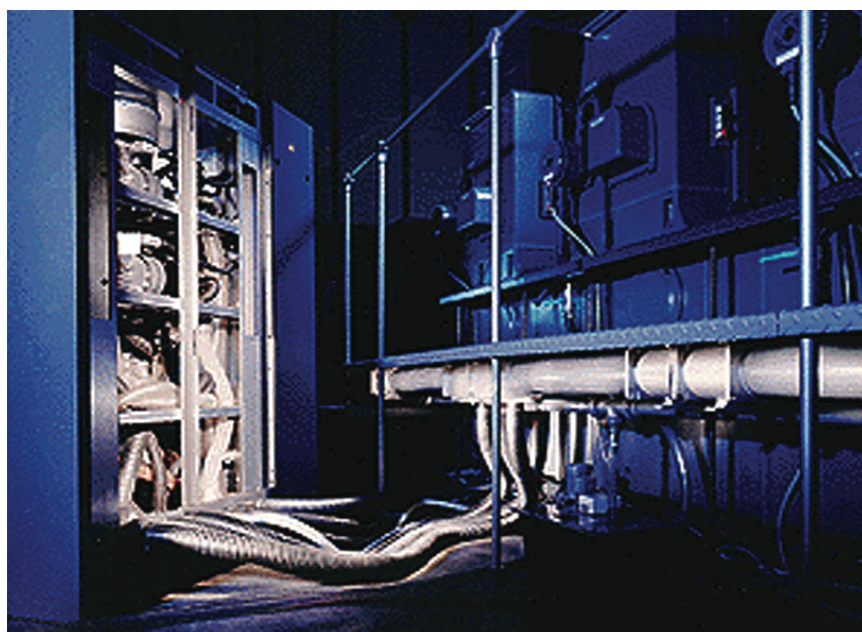
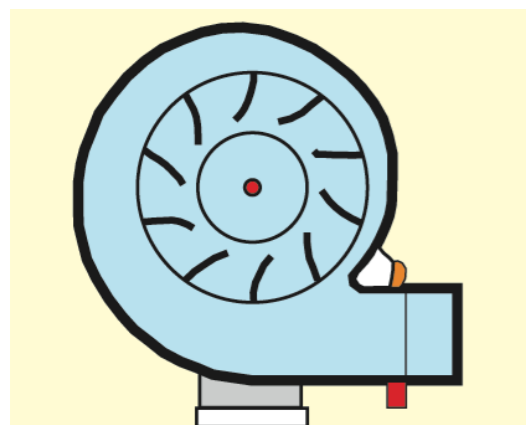
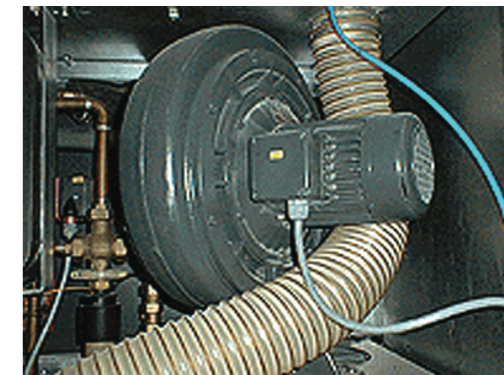
- ◄ čestice komprimiranog zraka
- čestice ulja

RADIJALNI KOMPRESORI

Upotrebljavaju se za opskrbu tiskarskih strojeva sa velikom količinom komprimiranog zraka. Konkretno za opskru IR uređaja za sušenje otisaka. Obično su smješteni u klima ormarima i cjevima su smojeni za tiskarski stroj.

Karakteristika radialnih puhaća je visoki proizvodni kapacitet (600 m³/h). Oni rade jednosmjerno tj. ili stvaraju komprimirani zrak ili stvaraju vakum, što ovisi o smjeru rotacije.

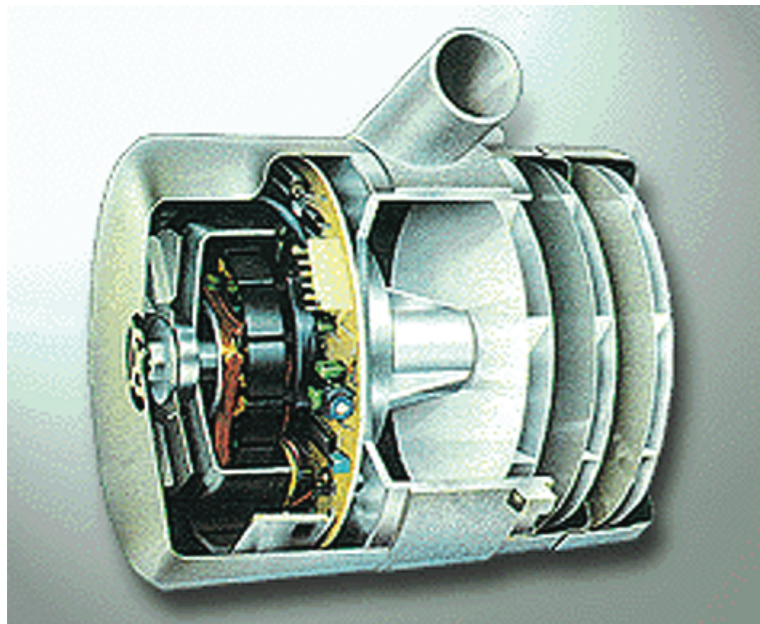
Tijekom rotacije tjeraoca, zatvoreni zrak u dvije komore kanaliziran i izložen centrifugalnoj sili, koja ga komprimira i izbacuje.



OPSKRBA ZRAKOM TISKARSKIH STROJEVA (POJEDINAČNE JEDINICE)

USA

AMATEK



Njemačka

ROTACIONI
KOMPRESORI RIETCHLE

TIPOVI



Radial • *Radial*



Seitenkanal • *Side Channel*



Flüssigkeitsring • *Liquid Ring*



Drehschieber • *Rotary Vane*



Wälzkolben • *Roots*



Klaue • *Claw*



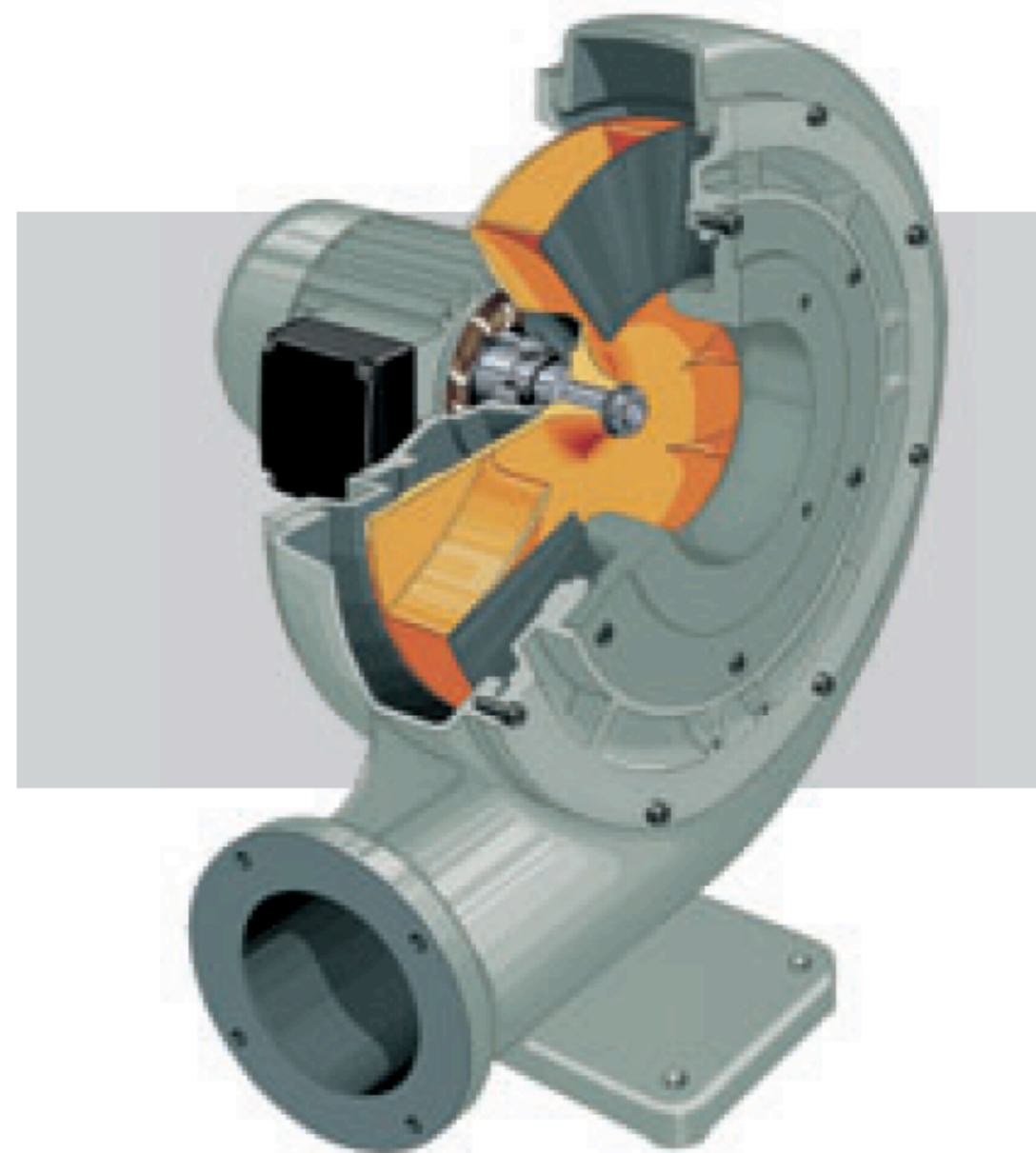
Schraube • *Screw*

F-Serie
F-Series



Karakteristike

- ljevano kućište i propeler
- robusan i ekonomičan
- dug životni vijek uljenih ležajeva
- rad bez vibracija
- ugrađena frekvencijska kontrola



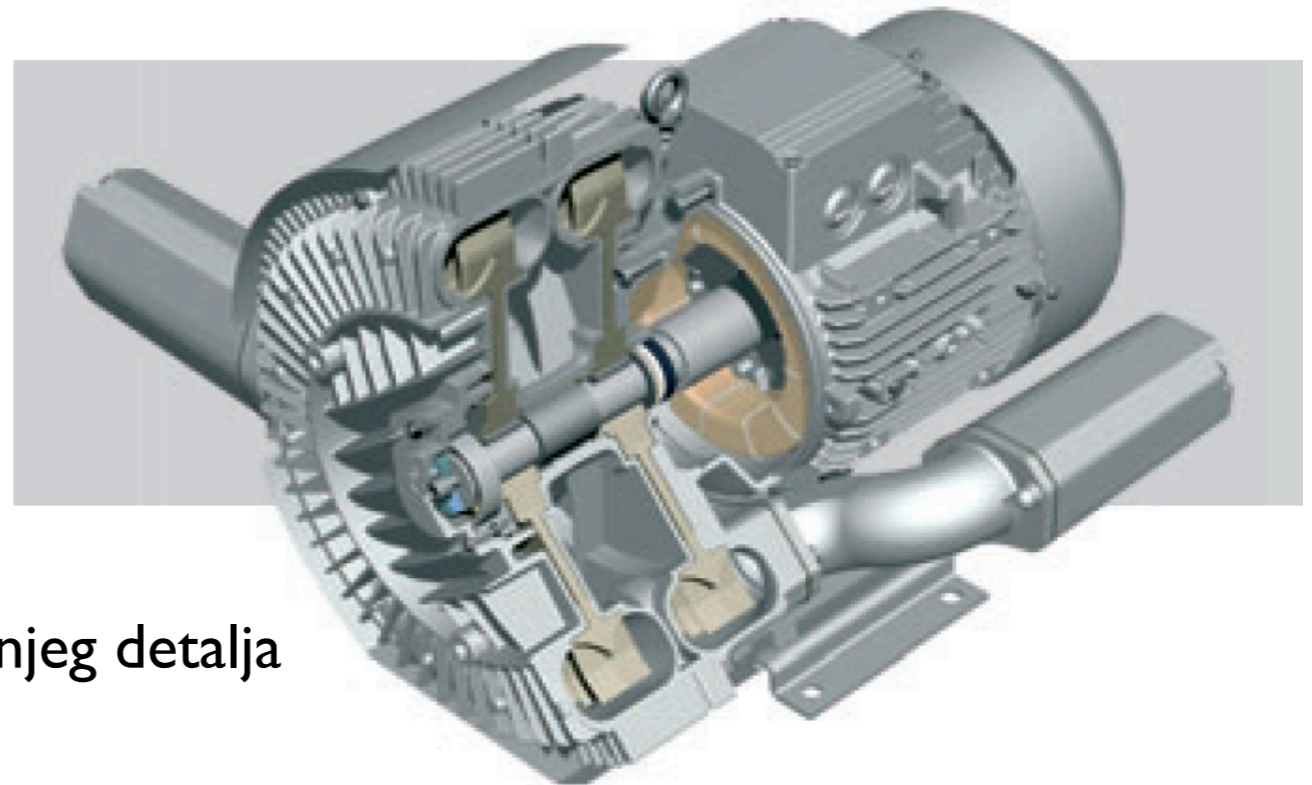
Radijalni ventilatori za proizvodnju vakuma i komprimiranog zraka Rietschle mogu biti jedno i više stupanjski. Ovaj tip uglavnom se koristi u grafičkoj industriji za potrebe rukovanja s papirima. Moguća je primjena za izvlačenje malih čestica prašine (tiskarskog praha i papirne prašine).

G-Serie
G-Series



Karakteristike

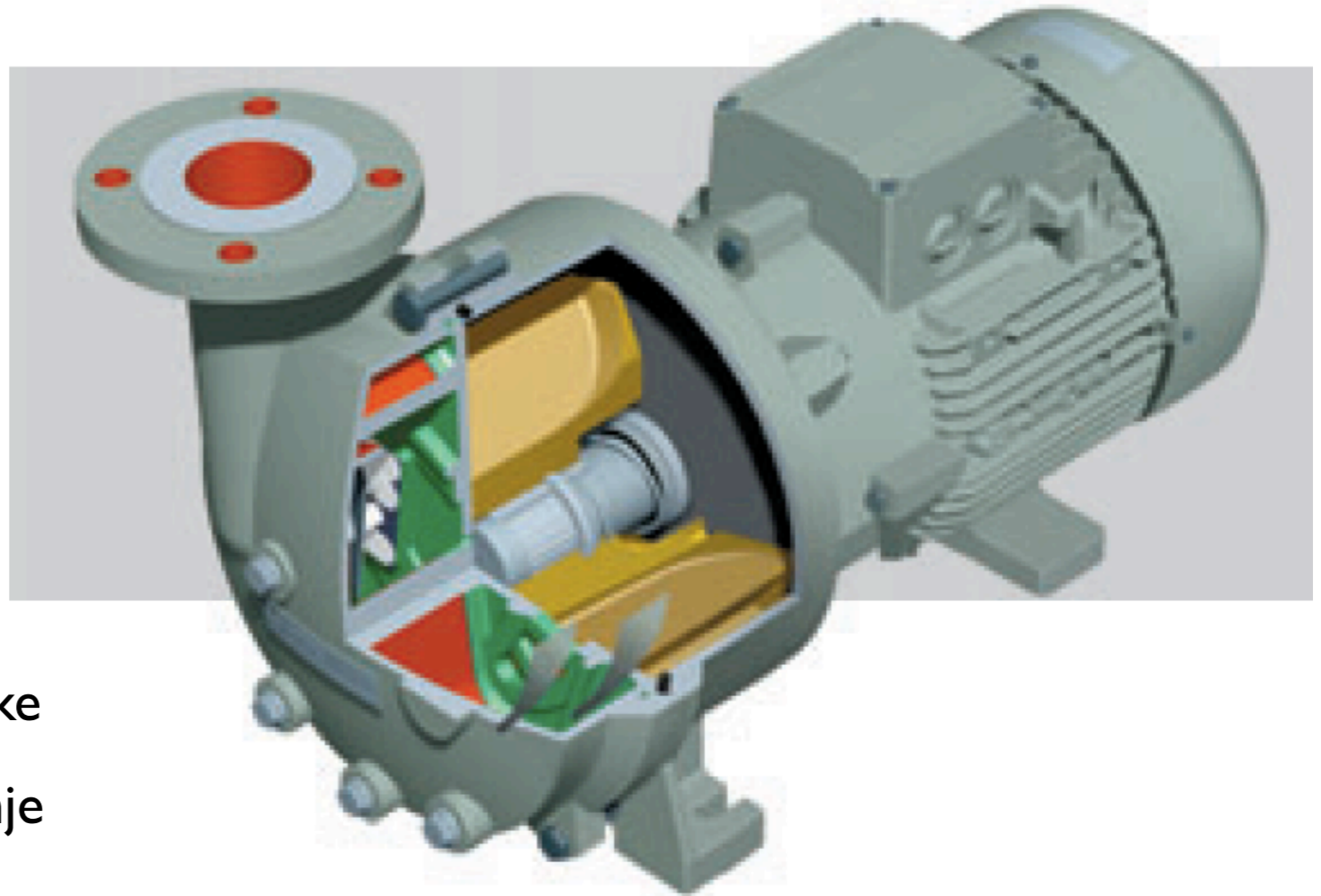
- pažljivo izgrađena konstrukcija do najmanjeg detalja
- rad bez gotovo nikakvog održavanja
- robusan i lagan
- primjenjiv u cijelom svijetu (UL, CSA, IEC, EN)
- mogućnost odabira raznih motora
- podesiva brzina preko vanjskih ili unutarnjih konvertora



Bočno kanalni kompresori pokazali su već su desteljećima pokazali svoju pouznanost.

Razina buke su niže u odnosu na sve ostale tipove kompresora. Bočno kanalni kompresori uglavnom se koriste za transport plinova i smjese plin-zrak.

L-Serie
L-Series



Karakteristike

- konstantne radne karakteristike
- minimalna otpornost na habanje
- zvrсна otpornost na koroziju
- nema pojave kamenca

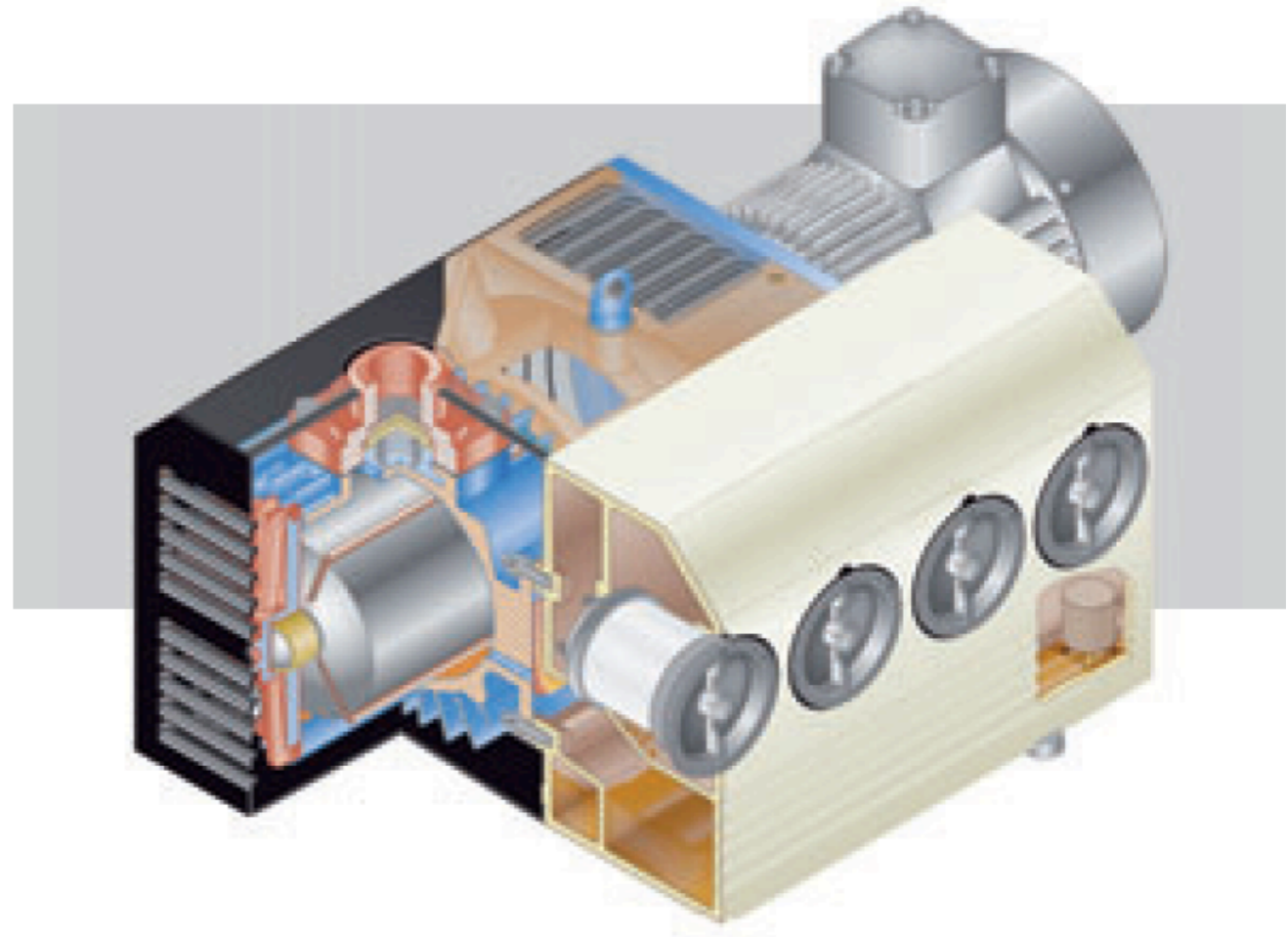
L serija se upotrebljava u ekstremnim radnim uvjetima (vlažnim procesima gdje može doći do nastajanje abrazije i kamenaca). Izrađen je od ne hrdajućeg čelika i keramike, čime se osigurava dugotrajan rad.

V-Serie
V-Series



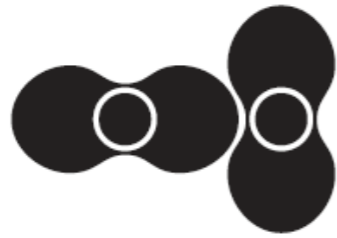
Karakteristike

- niska razina buke
- verzije suhog i uljnog tlačenja zraka
- robusan i ekonomičan
- jednostavan rad
- puzdanost i dugotrajnost



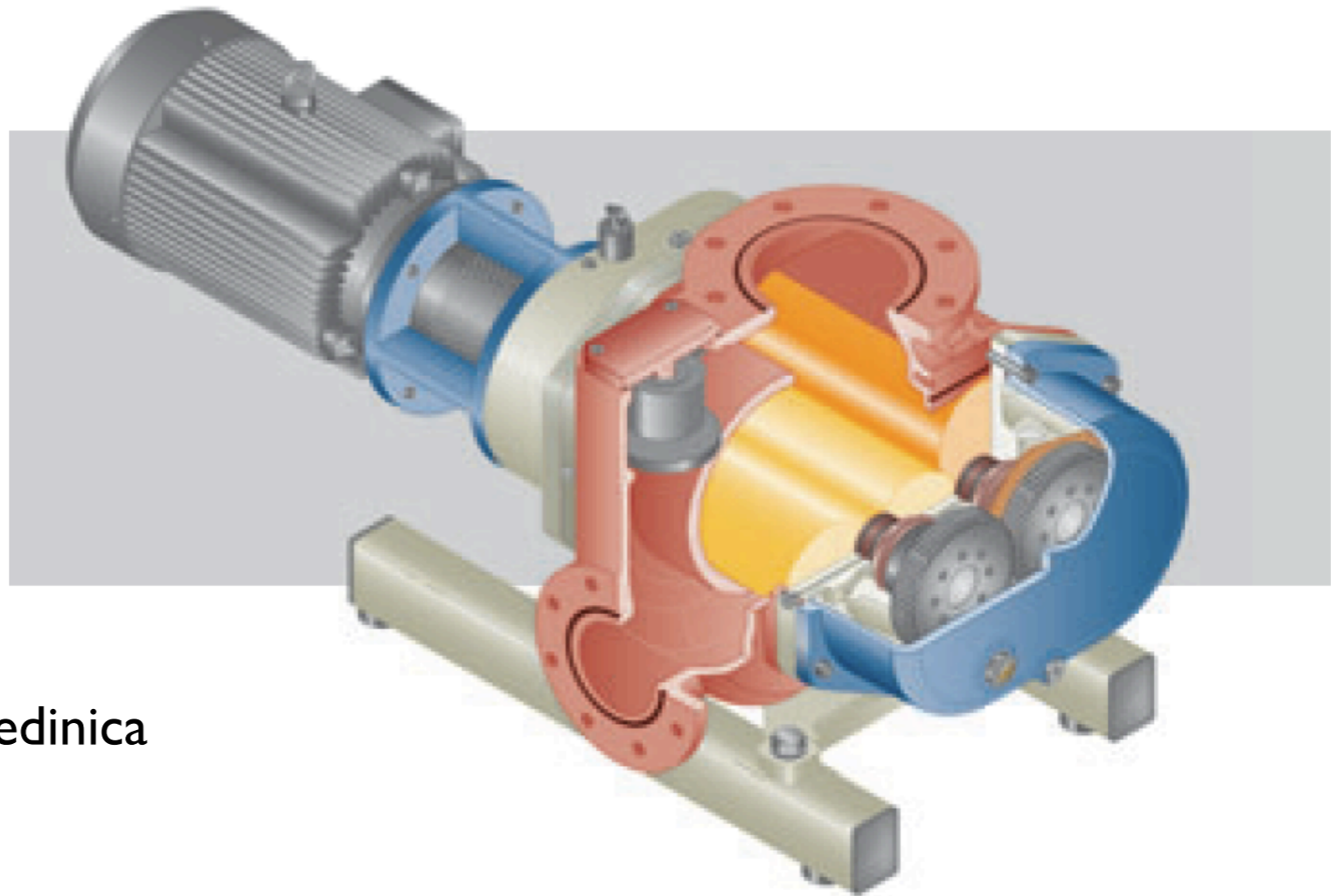
Rotacijski lopatasti kompresori nude veliki kapacitet proizvodnje vakuma kao i komprimiranog zraka, te se koristi kod zahtjevnih strojeva. Konkretno mogu raditi na suho (bez uljenja) ali i sa uljenjem. Obe verzije su dostupne u jednorednoj i dvorednoj konstrukciji. Jednoredna konstrukcija je hlađena zrakom dok je dvoredna konstrukcija opskrbljena vodenim hlađenjem.

R-Serie
R-Series



Karakteristike

- robustan ekonomičan
- princip suhog tlačenja
- modularan dizajn
- moguć i kao jedana jedinica
- moguć i kao skup više spojenih jedinica
- ugrađena kontrola frekvencije



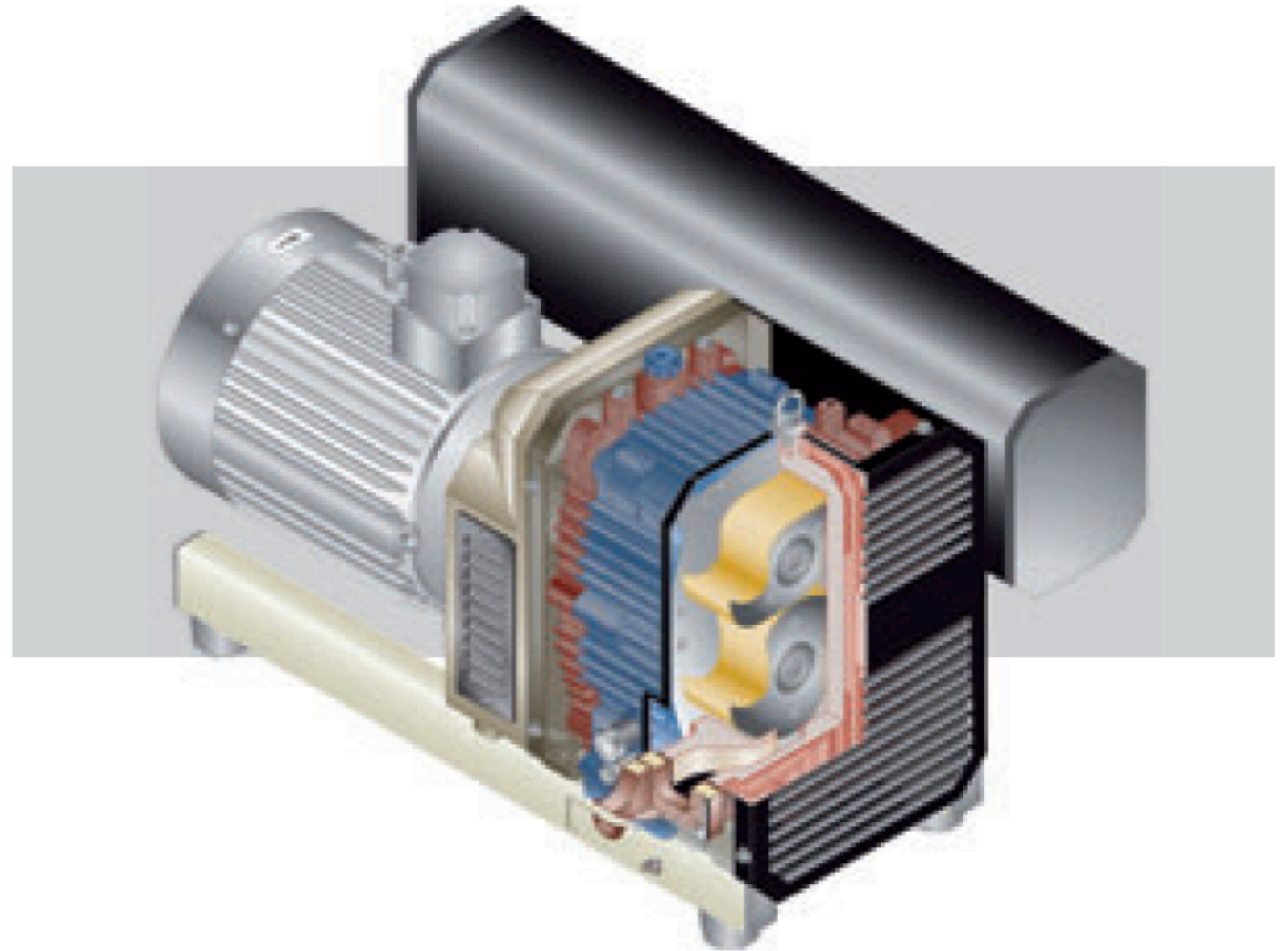
Kompresori tipa (Roots) spadaju u grupu kompresora koji suhim principom rada izvode pomak odnosno tlačenje. Na zahtjevaju ulja i masti u komori u kojoj se stvara kompresije, već se vrši podmazivanje ležajeva koji su izdvojeni iz kompresijske komore. Sa tri lobed rotora izbjegnuti su problemi sa pulsacijom (ne konstantnost pritiska). Proizveden točno definiran komprimirani zrak pogodan je za primjenu u različitim granama industrije.

C-Serie
C-Series



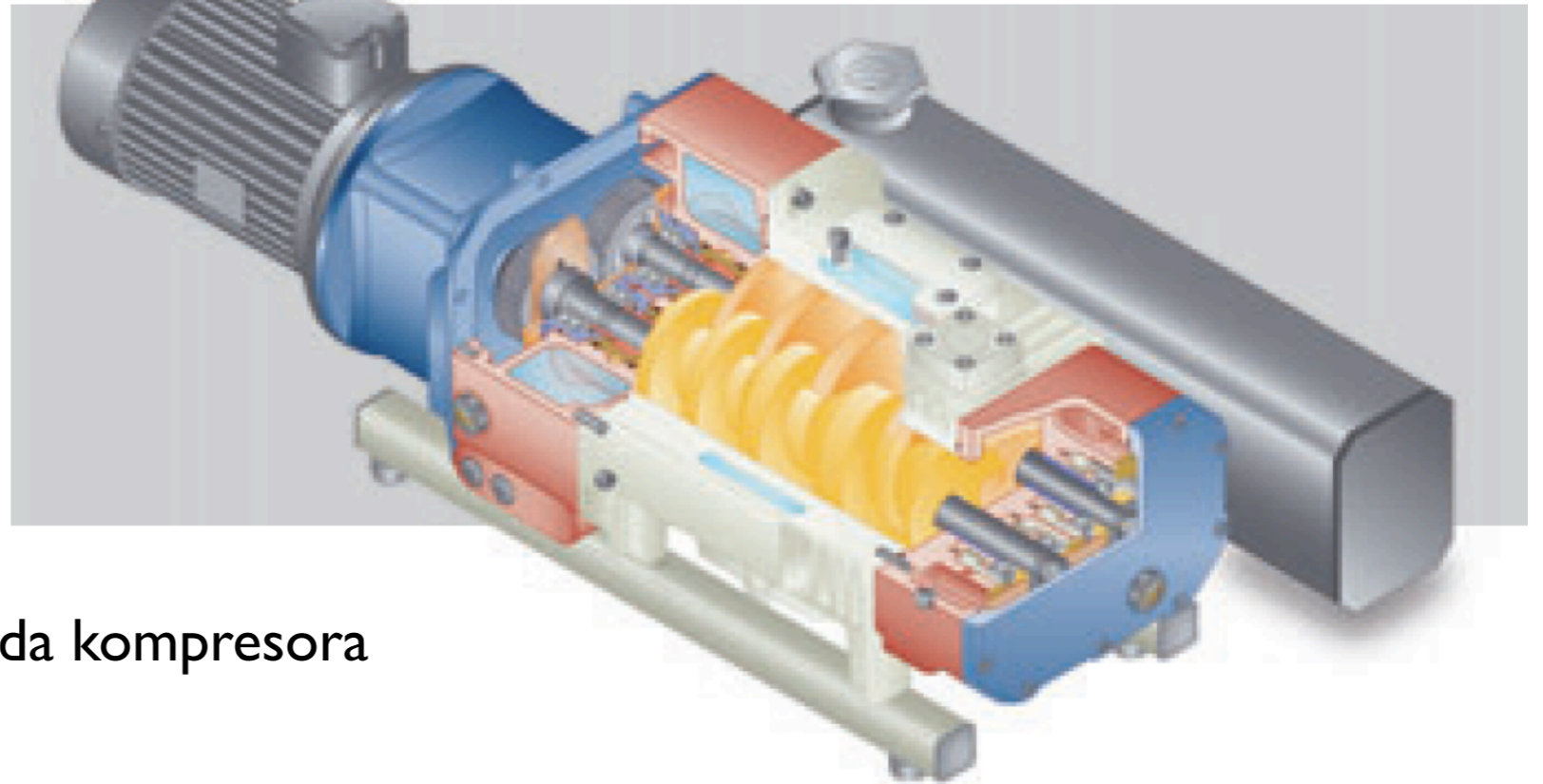
Karakteristike

- suh rad, rad bez kontakta
- proces siguran i pouzdan
- nema ulja u kompresijskoj komori
- moguća kontrola frekvencije
- niska buka
- nema uljenja ležajeva



C serija ili šapasti kompresori stvaraju vakum i komprimirani zrak bez fizičkog kontakta. To je vrlo ekonomično i učinkovito, jer se radi o principu izvođenja unutarnje kompresije. Plin je prvo “PRECOM” tlačćen unutar komore koja se nakon toga prazni. To dovodi do uštede energije u odnosu na rotirajuće resaste kompresore bez unutarnje kompresije.

S-Serie
S-Series

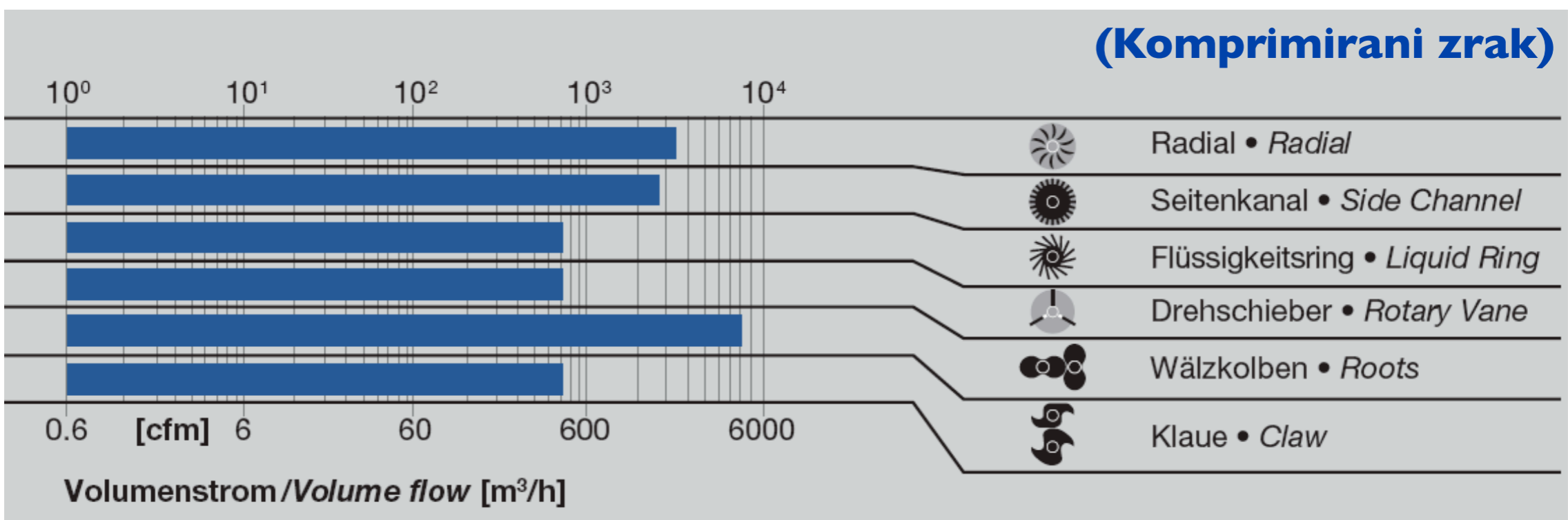
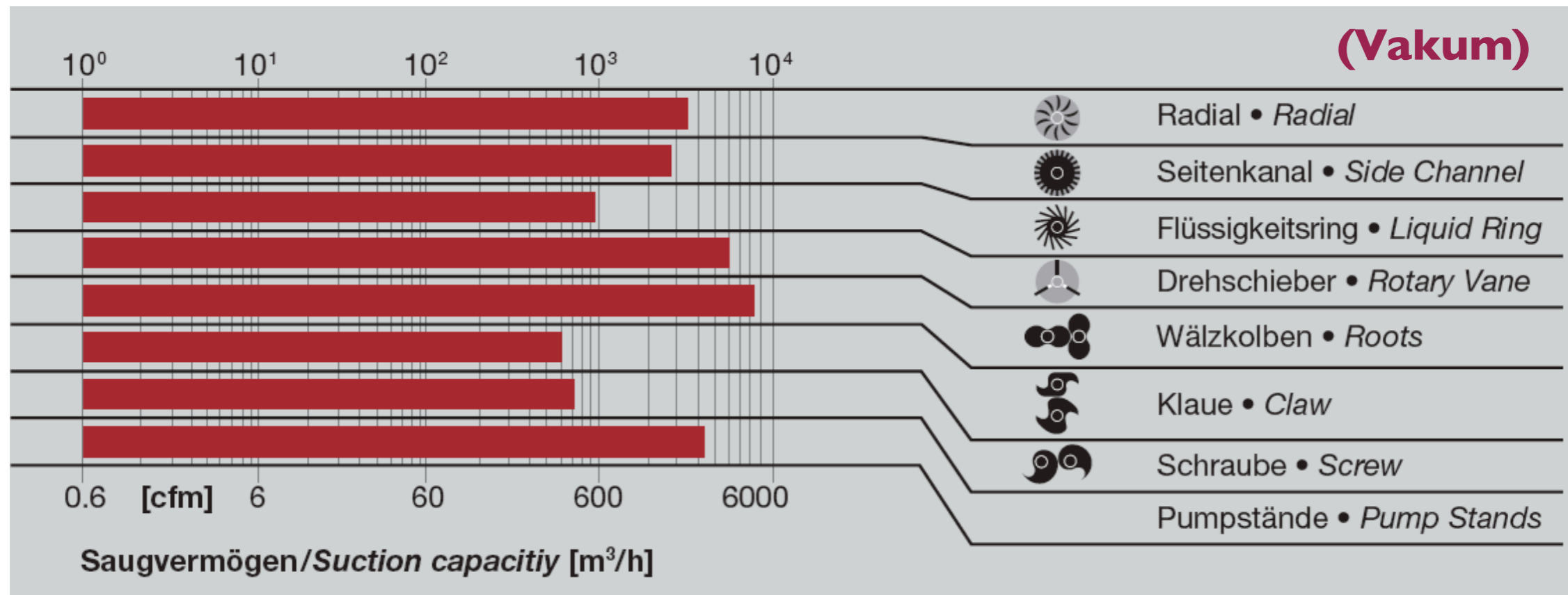


Karakteristike

- suh tlačenje
- dobiven vakum u jednoj fazi rada kompresora
- različita primjena
- kratko vrijeme povlačenja, zbog velike usisnog momenta
- unutarnje ispiranje moguće
- osjetljiv na vanjsko ispiranje vodom

E serija radi principom suhog tlačenja u kompresorskoj komori pri čemu se kao rotacioni elementi koriste propeleri. Primjenjuju se u kemijskoj i farmaceutskoj industriji za različite primjene. Onečišćenje uljem ili nekim drugim tekućinama nije moguće. Neki tipove ovih kompresora možemo pronaći i sa ATEX certifikatom. Najnoviji tip ovih kompresora primjenjuju se u procesu sušenja hrane i pakiranja prehrambenih proizvoda.

Komparacija kompresora



OSNOVNA PRIMJENA TLAKA

UREĐAJ ZA ULAGANJE PAPIRA

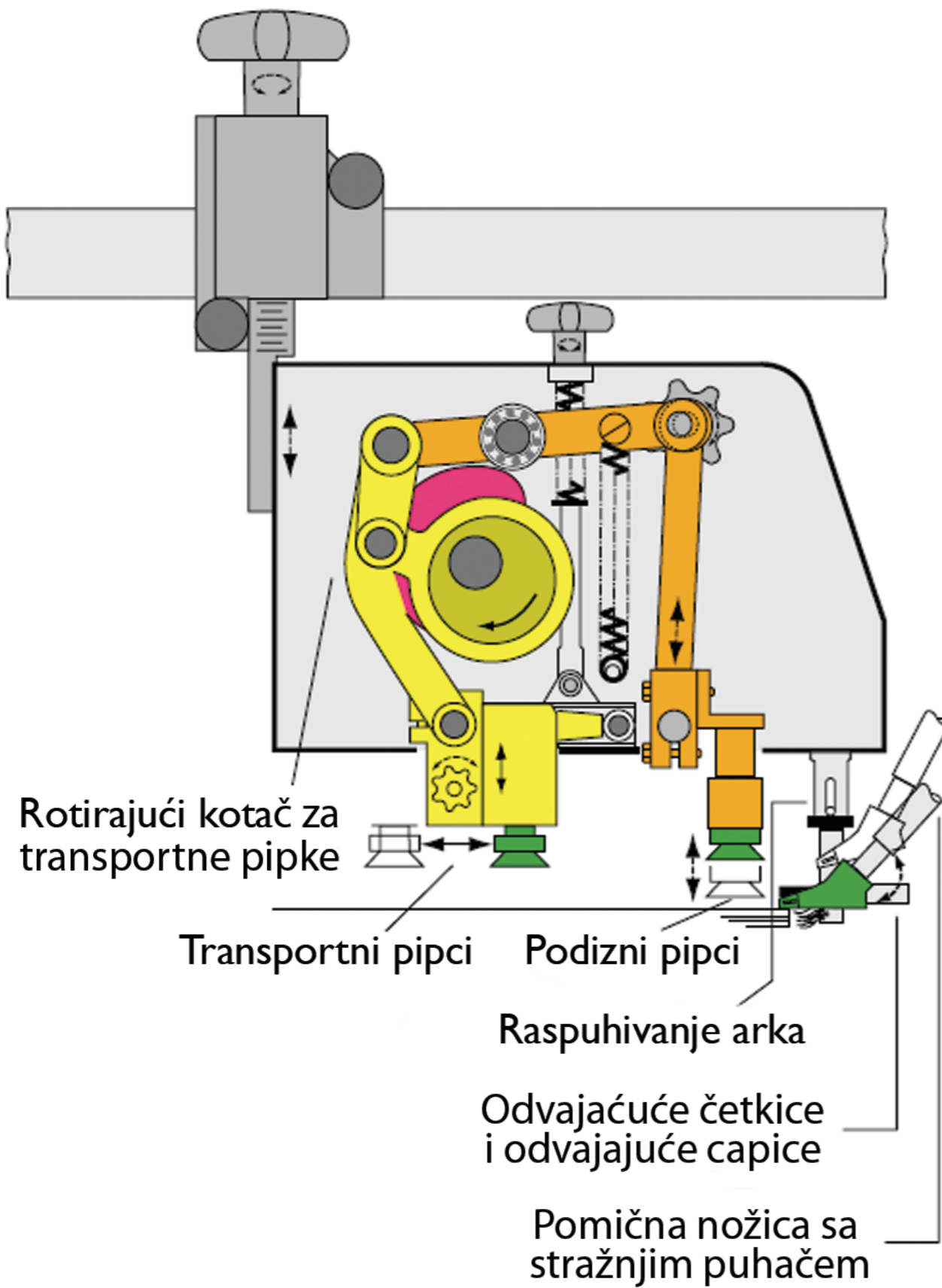
- usis papira
- raspuhavanje papira
- vođenje papira po transportnom mostu

TRANSPORT PAPIRA

- ploče za bezkontaktno vođenje araka papira

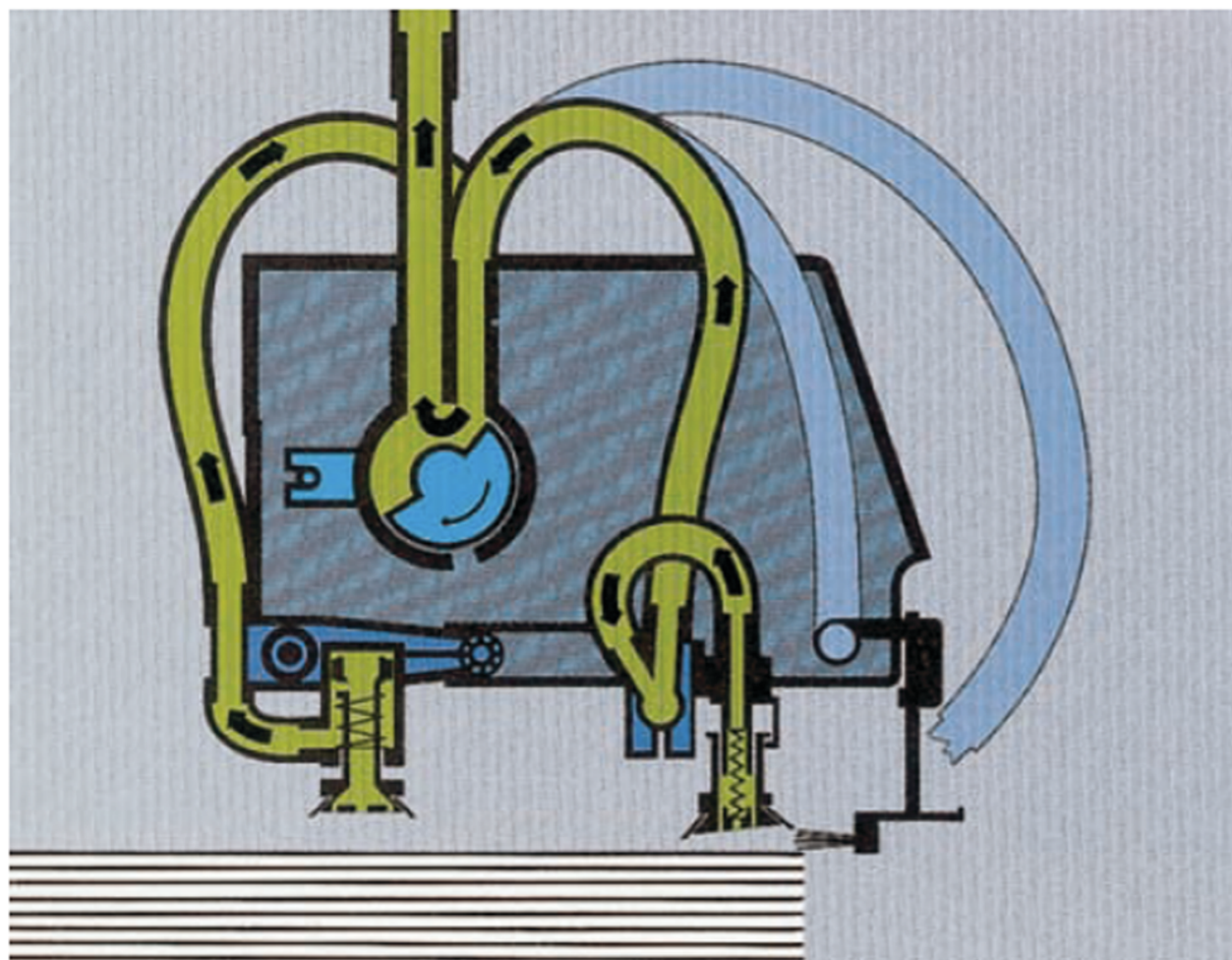
UREĐAJ ZA IZLAGANJE PAPIRA

- ploče za bezkontaktno vođenje araka papira
- kočnica arka
- uređaj za pudranje araka papira

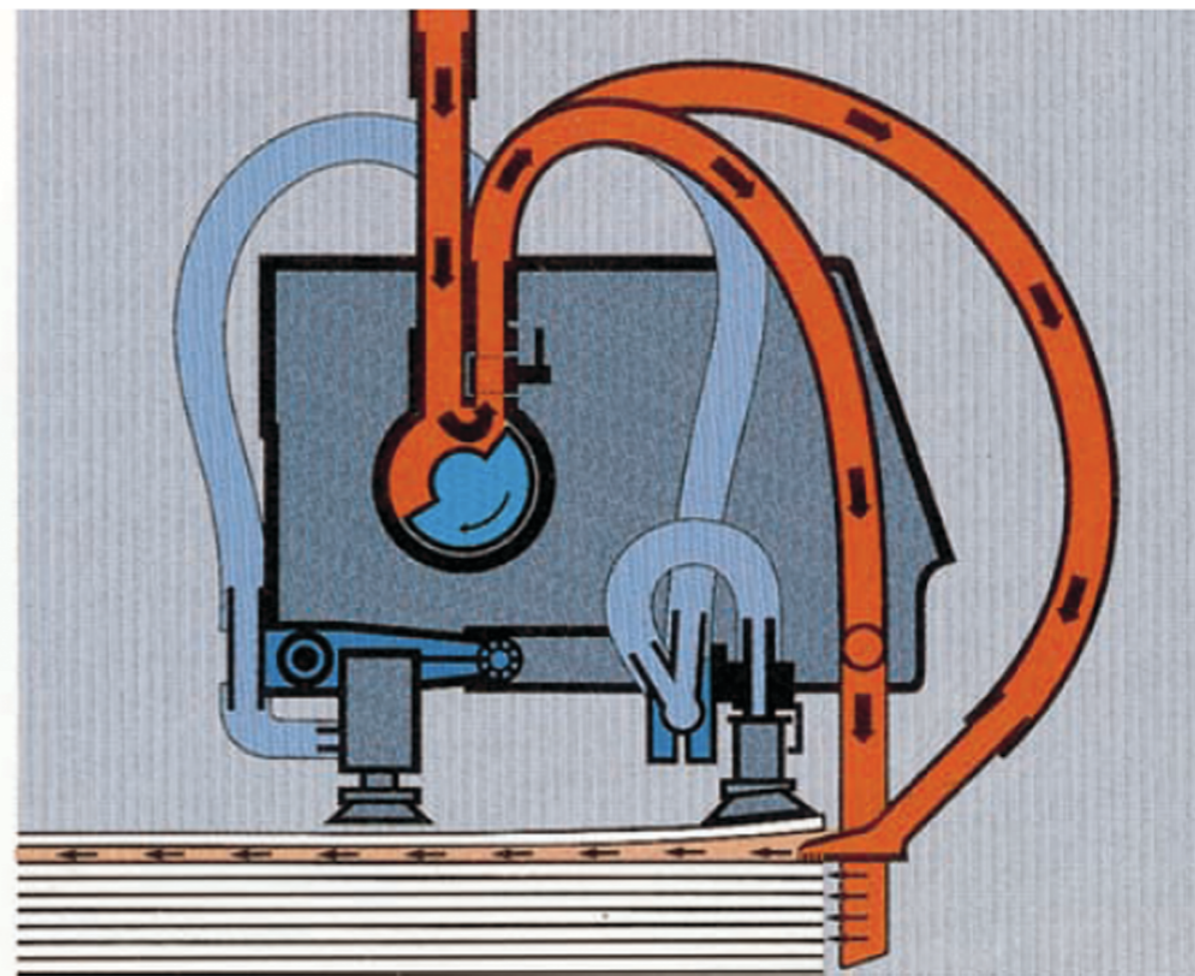


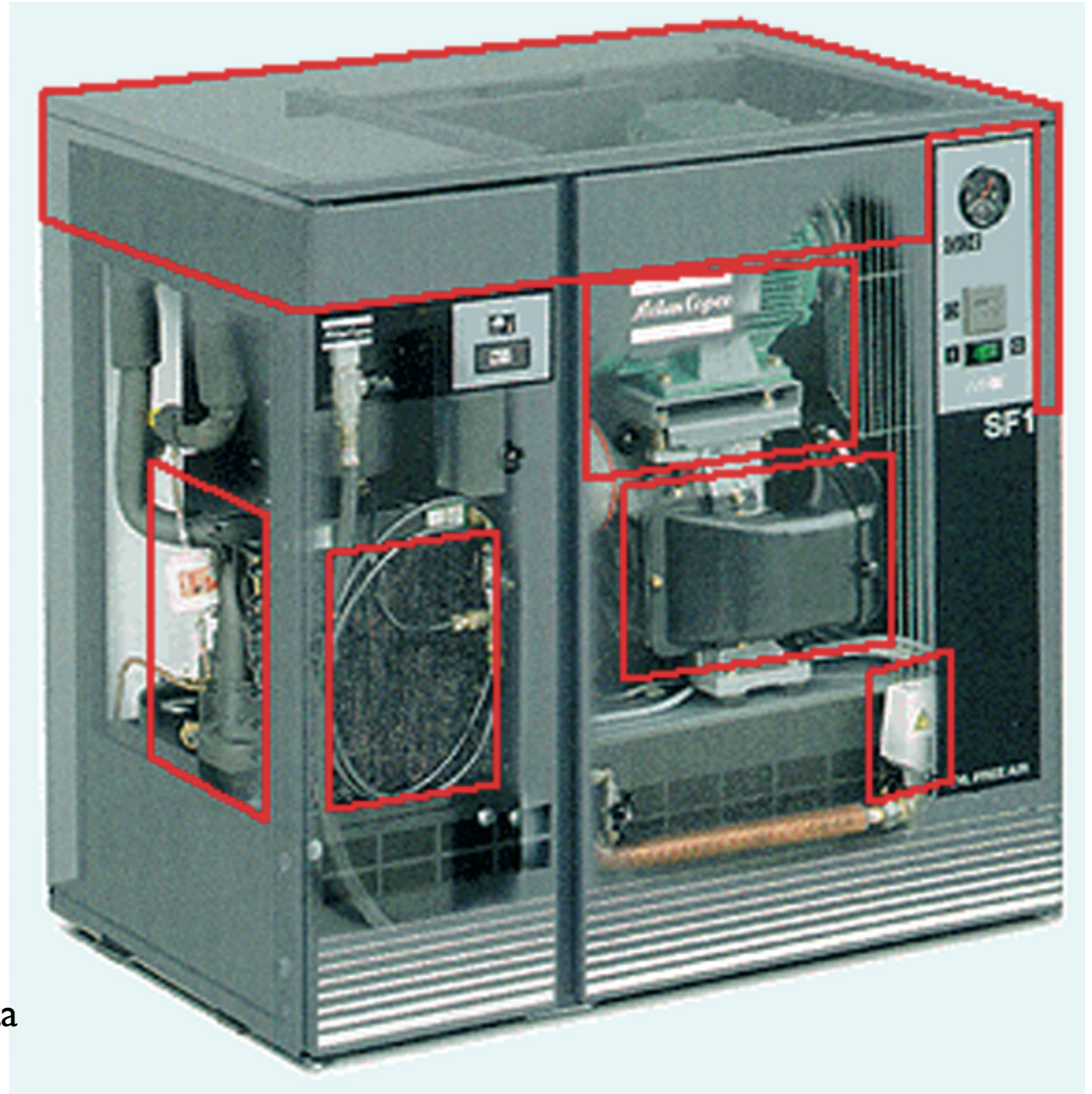
Usisna glava špis ulagaćeg aparata

Podizanje papira



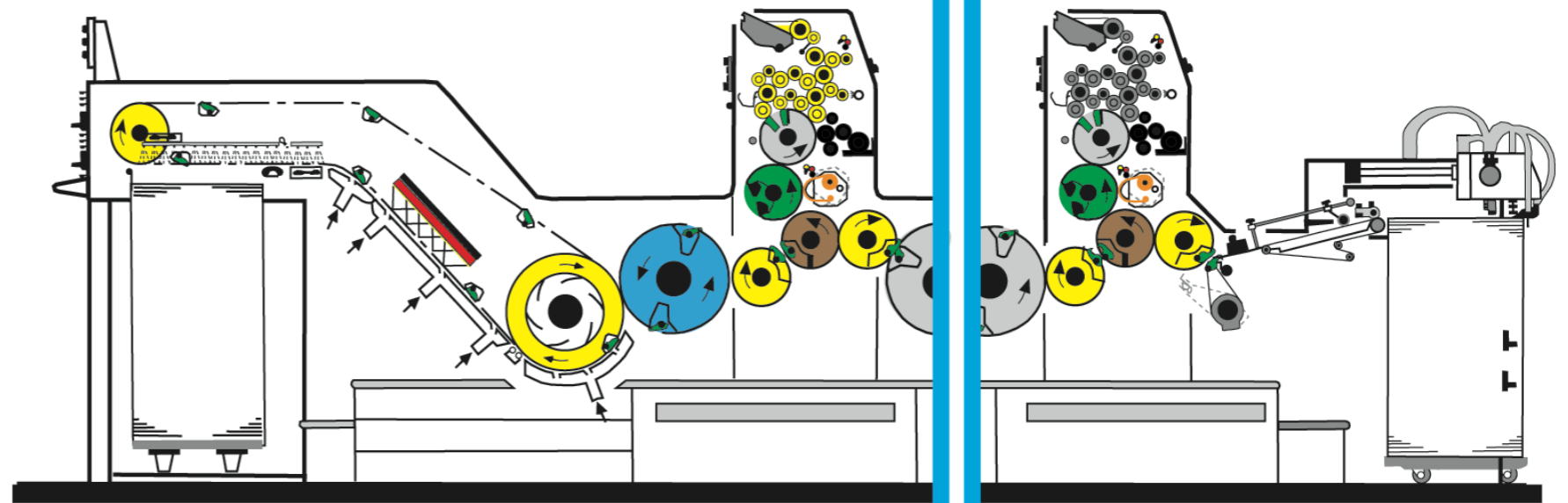
Raspuhavanje papira



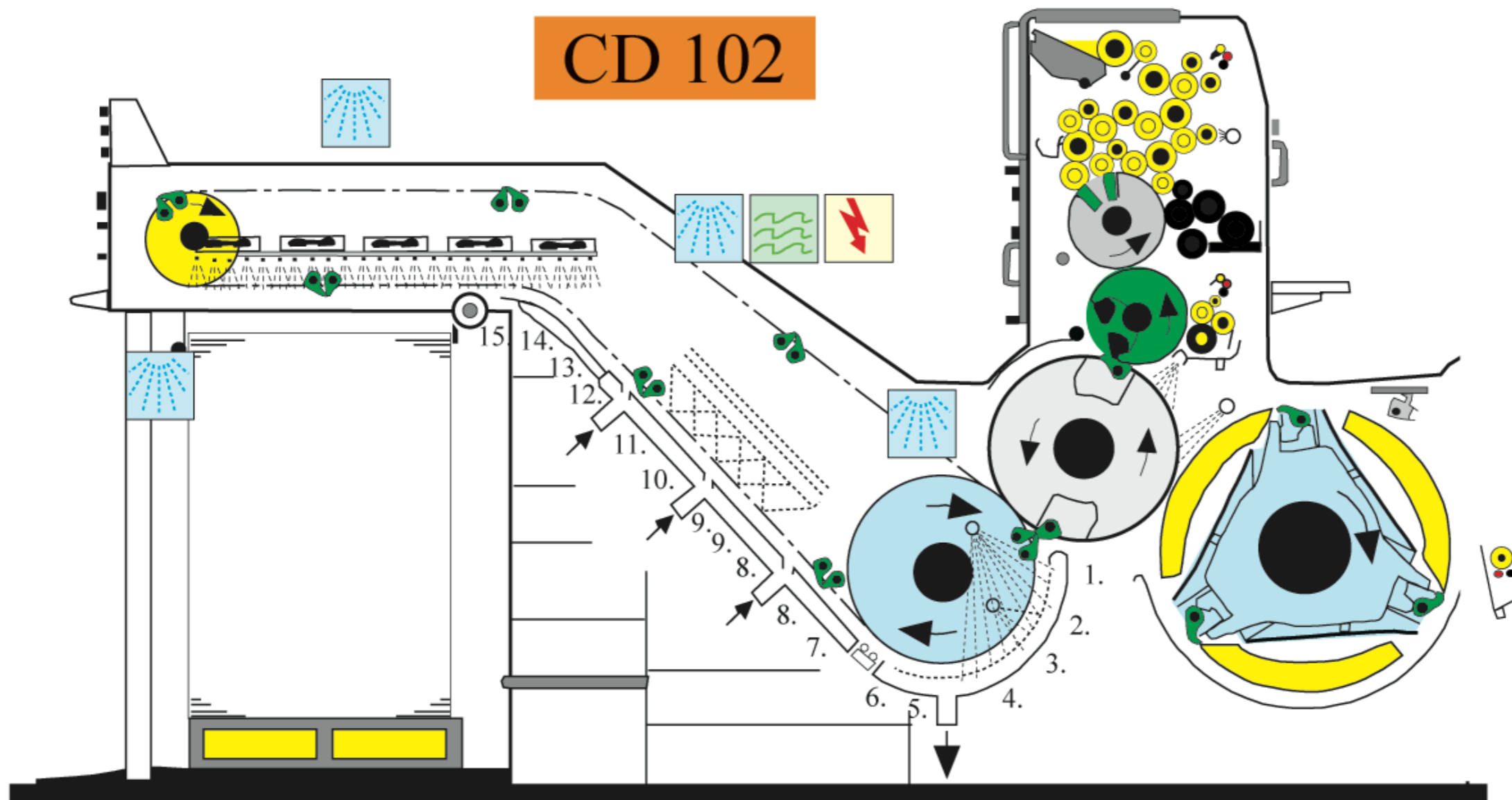


Kompresor Atlas

- tipičan tip kompreosora koji služi za opskrbu ulagaćeg aparata sa vakumom i potlakom

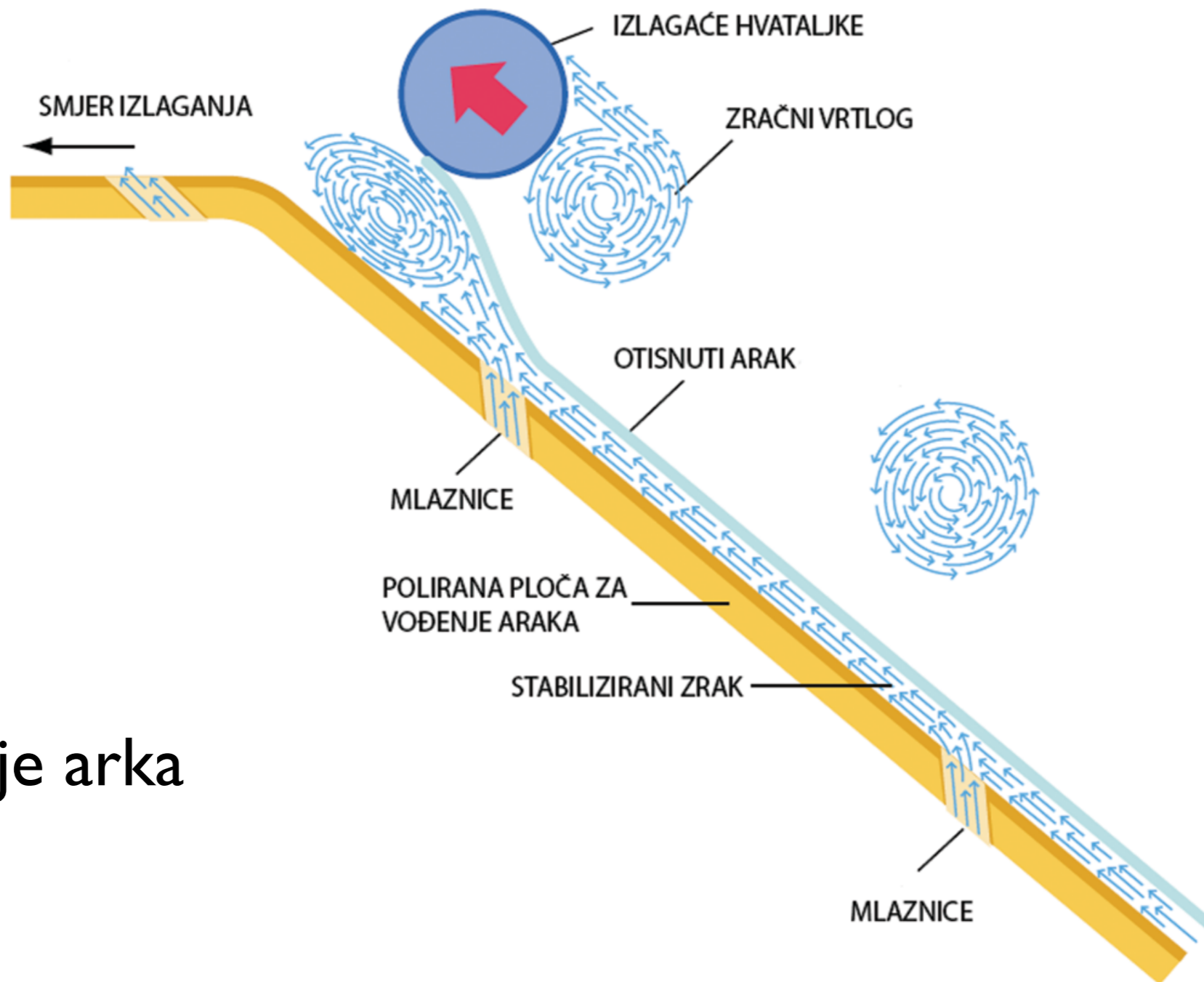


CD 102



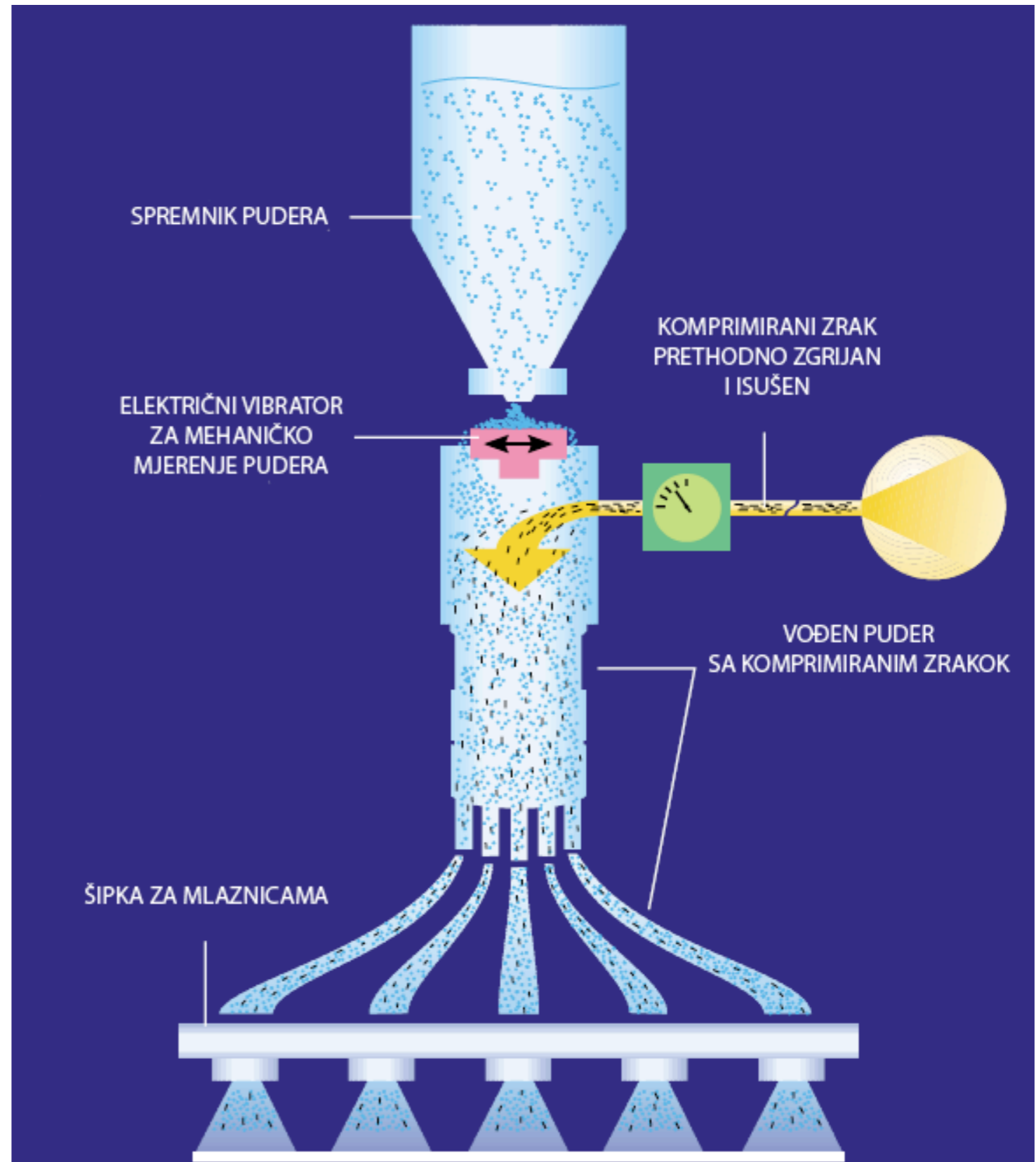
Vrijednost skale pojedinih ventila

Gramatura papira	Ukupni pritisak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
70 g/m ²	40 mbar	4	3.5	3.5	4	4.5	5.5	6.5	5	5.5	5.5	4.5	8	7	7	7
135 g/m ²	40 mbar	3.5	3.5	3	3.5	4.5	3	4	2.5	4.5	3.5	5.5	5	6.5	9	9

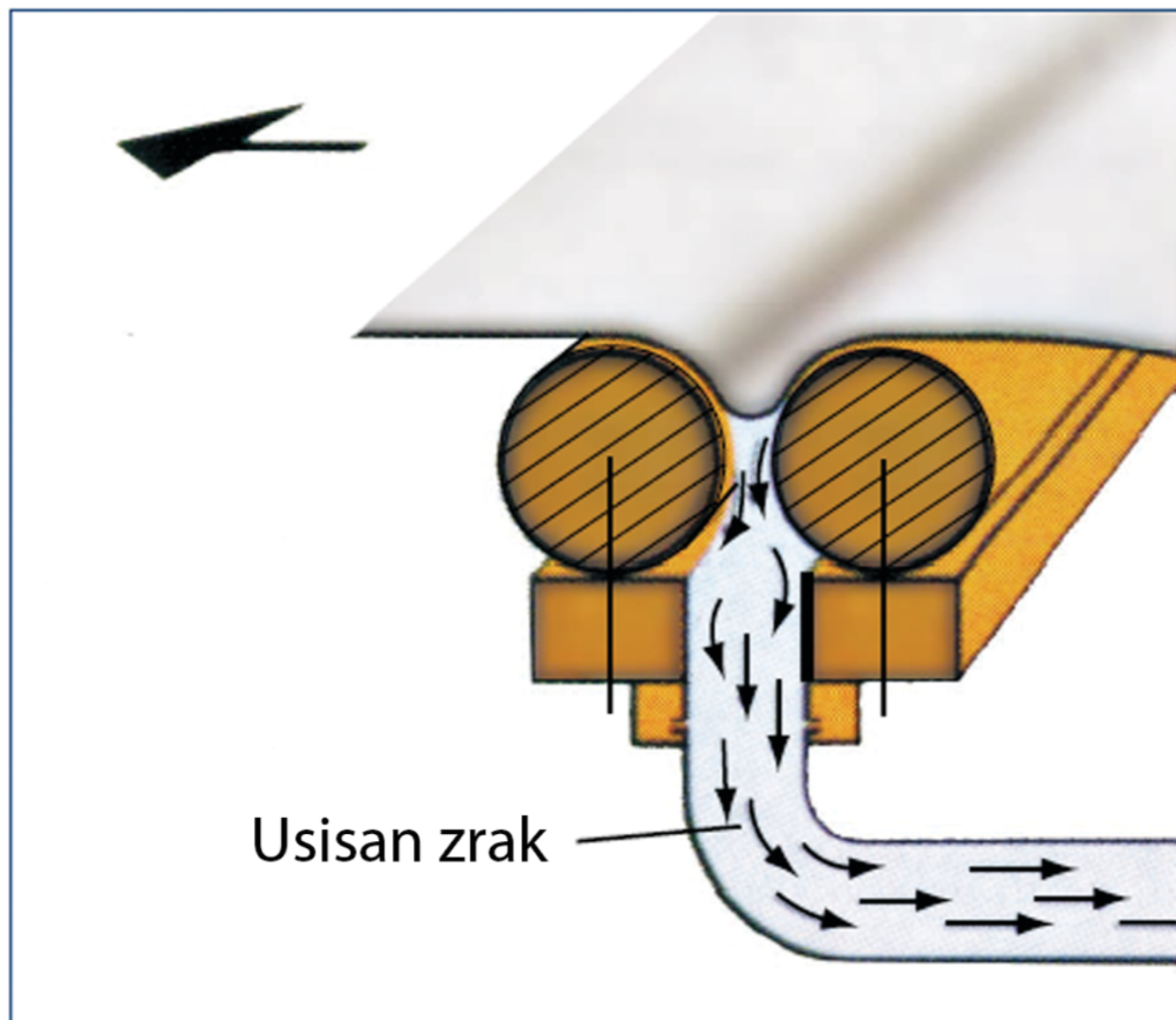


Vođenje arka

Pudranje arka



Kočnica arka



Mjerenje sile i težine

Znak veličine

SI jedinica

Znak jedinice

 F

Newton

N

$$[F]_M = [m] \cdot [a]_M = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} = \text{N}$$

$$G = mg$$

težinamilinewton = mN = 10^{-3} Nkilonewton = kN = 10^3 Nmeganewton = MN = 10^6 N

Angloameričke jedinice za silu

N = 0,1019716 kiloponda

kilopond

$$\text{kilopond} = kp = 1 \text{ kg} \cdot g_0 = 9,80665 \text{ kg m/s}^2 = 9,80665 \text{ N}$$

milipond = m pond = mp = 10^{-3} p = 10^{-6} kpkilopond = k pond = kp = 10^3 p = 10^6 mp

UK ton - force (tonf) = 9964,02 N

ounce - force (ozf) = 0,278014 N

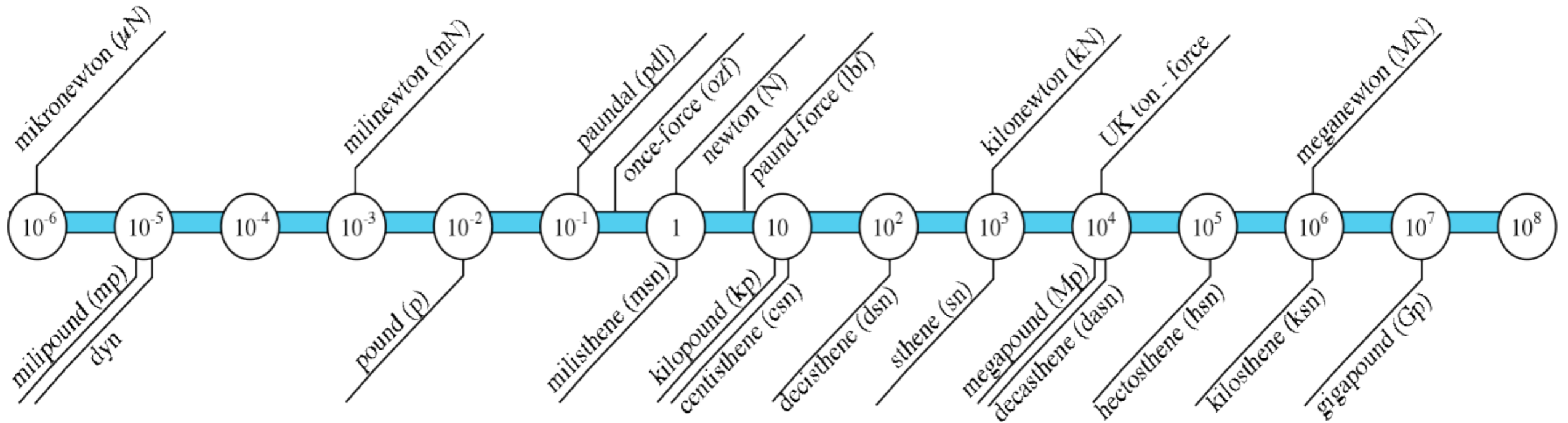
$$\text{sthene} = \text{sn} = \frac{\text{tona x metar}}{\text{sekuna}^2} = \frac{\text{t m}}{\text{s}^2} = \frac{1000 \text{ kg m}}{\text{s}^2} = 1000 \text{ N}$$







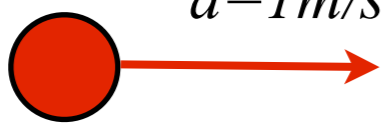
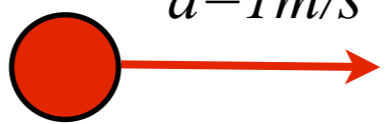


FRA

$$\text{dyn} = \frac{\text{gram x centimetar}}{\text{sekunda}^2} = \frac{\text{g cm}}{\text{s}^2} = \frac{10^{-3} \text{ kg} \cdot 10^{-2} \text{ m}}{\text{s}^2} = 10^{-5} \text{ N}$$

CGS sustav

Grubi ptikaz međusobnih odnosa različitih jedinica sile



$a=1m/s^2$  $m=1g$ $F=1mN$	$a=1cm/s^2$  $m=1g$ $F=1\ dyn$	$g=g_0=9,80665m/s^2$  $m=1g$ $F=1\ pond$	$a=1ft/s^2$  $m=1lb$ $F=1\ pdl$
$a=1m/s^2$  $m=1kg$ $F=1N$		$a=g_0$  $m=1kg$ $F=1\ kilopond$	
$a=1m/s^2$  $m=1t$ $F=1kN$	$a=1m/s^2$  $m=1t$ $F=1\ sthene$	$a=g_0$  $m=1t$ $F=1\ megapond$	$a=g_0$  $m=1lb$ $F=1\ lbf$

Dvostrani odnos među jedinicama sile iz newtona, sthene i dyna

jedinica	kratica	mN	N	kN	MN	msn	csn	dsn	sn	dasn	hsn	ksn	dyn
milinewton	nM	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-2}
newton	nM	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-5}
kilonewton	kN	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^8
meganewton	MN	10^9	10^6	10^3	1	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{11}
millisthene	msn	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-5}
centisthene	csn	10^4	10	10^{-2}	10^{-5}	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
decisthene	dsn	10^5	10^2	10^{-1}	10^{-4}	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-7}
sthene	sn	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-8}
decasthene	dasn	10^7	10^4	10^1	10^{-2}	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-9}
hectosthene	hsn	10^8	10^5	10^2	10^{-1}	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-10}
kilosthene	ksn	10^9	10^6	10^3	1	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-11}
dyn	dyn	10^{-2}	10^{-5}	10^{-8}	10^{-11}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	1

Mjerenje energije

mjeri se: rad i sve vrste energija (potencionalna, kinetička, toplinska, nuklearna, energija elektromagnetskog polja)

Znak veličine

SI jedinica

Znak jedinice

J

Joule
newton x metar

N·m

$$\text{Joule } J = N \cdot m = \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$$

kWh kilovatsat

kpm kilpond metar

Snaga 1 kW koja je djelovala unutar jednog sata

(primjena: Elektroprivreda, ne pripada niti jednom sistemu)

kilopondmetar = kpm = 9,806 65 Nm = 9,806 65 J

$$\text{kWh} = 3,6 \cdot 10^9 \text{ J} = 3600 \text{ kJ} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$\text{megapondmetar} = \text{Mpm} = 1000 \text{ kp m}$$

$$\text{megavatsat} = \text{MWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ gigajoula} = 3,6 \text{ GJ}$$

$$\text{pondcentimetar} = \text{pcm} = 10^{-3} \cdot 10^{-2} \text{ m} = 10^{-5} \text{ kp m}$$

$$\text{gigavatsat} = \text{GWh} = 3,6 \cdot 10^{12} \text{ J} = 3,6 \text{ terajoula} = 3,6 \text{ TJ}$$

Ksh konjska snaga sat

$$\text{KSh} = 75 \frac{\text{kpm}}{\text{s}} = 75 \cdot 3600 \text{ kpm} = 270\,000 \text{ kpm}$$

erg ERG (CGS sistem)

Erg = rad koji izvrši sila 1 dyn kada se njeno hvatište pomakne za 1 cm u smjeru sile.

$$\text{erg} = \text{dyn} \cdot \text{cm} = 10^{-5} \text{ N} \cdot 10^{-2} \text{ m} = 10^{-7} \text{ J}$$

cal kalorija

kalorija = cal = 4,1868 J (točno)

kilokalorija = kcal = 4186,8 J (točno)

latm litar-atmosfera

latm = rad koji tekućina pod tlakom 1 atmosfere (stand. atm) obavi pri pomicanju stapa da on prođe volumen od 1 litra

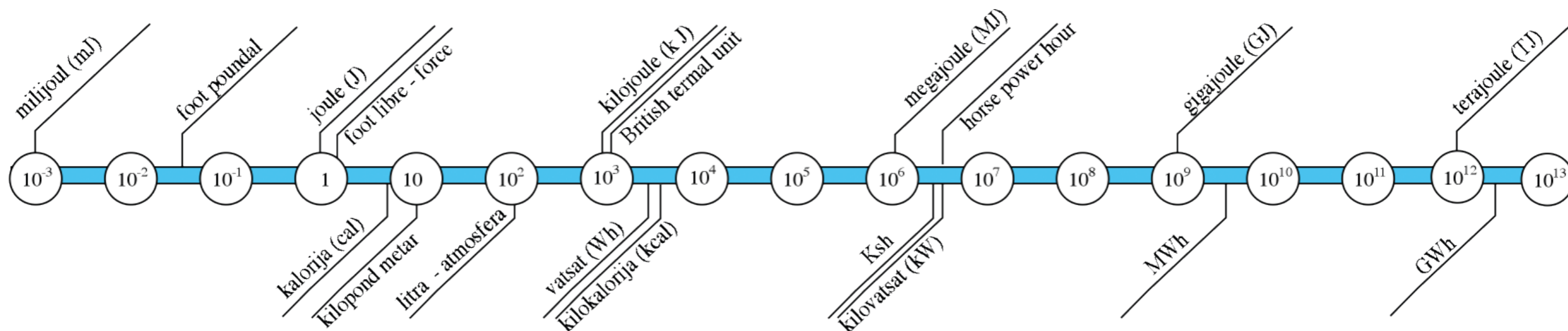
$$\text{litar atmosfera} = l_m \cdot \text{atm} = 1,000\,028 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 1,01325 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 101,327\,837 \text{ J}$$

ft lbf foot - pundal force

$$\text{ft lbf} = 0,3048 \text{ m} \cdot 4,448\,22 \text{ N} = 1,355\,82 \text{ J}$$

ft pdl foot poundal

$$\text{ft pdl} = 0,3048 \text{ m} \cdot 0,138\,255 \text{ N} = 0,042\,140\,1 \text{ J}$$



Dvostrani odnosi među različitim metričkim jedinicama energije izvedenih iz joula i vatsata (1. dio)

Jedinica	Kratica	J	kJ	MJ	GJ
joule	J	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
kilojoule	kJ	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}
megajoule	MJ	10^6	10^3	1	10^{-3}
gigajoule	GJ	10^9	10^6	10^3	1
terajoule	TJ	10^{12}	10^9	10^6	10^3
vatsat	Wh	$3,6 \cdot 10^3$	3.6	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-6}$
kilovatsat	kWh	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$	3.6	$3,6 \cdot 10^{-3}$
megavatsat	MWh	$3,6 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$	3.6
gigavatsat	GWh	$3,6 \cdot 10^{12}$	$3,6 \cdot 10^9$	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$

Dvostrani odnosi među različitim metričkim jedinicama energije izvedenih iz joula i vatsata (II. dio)

Jedinica	Kratica	TJ	Wh	kWh	MWh	GWh
joule	J	10^{-12}	$2.777\ 78 \cdot 10^{-4}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-7}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-10}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-12}$
kilojoule	kJ	10^{-9}	$2.777\ 78 \cdot 10^{-1}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-4}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-7}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-10}$
megajoule	MJ	10^{-6}	$2.777\ 78 \cdot 10^2$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-1}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-4}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-7}$
gigajoule	GJ	10^{-3}	$2.777\ 78 \cdot 10^5$	$2.777\ 78 \cdot 10^2$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-1}$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-4}$
terajoule	TJ	1	$2.777\ 78 \cdot 10^8$	$2.777\ 78 \cdot 10^5$	$2.777\ 78 \cdot 10^2$	$2.777\ 78 \cdot 10^{-1}$
vatsat	Wh	$3,6 \cdot 10^{-9}$	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
kilovatsat	kWh	$3,6 \cdot 10^{-6}$	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}
megavatsat	MWh	$3,6 \cdot 10^{-3}$	10^6	10^3	1	10^{-3}
gigavatsat	GWh	3.6	10^9	10^6	10^3	1

Dvostrani odnosi među različitim metričkim jedinicama energije (I. dio)

Jedinica	Kratica	J	kJ	MJ
joule	J	1	10^{-3}	10^{-6}
kilojoule	kJ	10^3	1	10^{-3}
megajoule	MJ	10^6	10^3	1
kilovatsat	kWh	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$	3.6
kilopondmetar	kpm	9,806 65	$9,806 65 \cdot 10^{-3}$	$9,806 65 \cdot 10^{-6}$
pondcentimetar	pcm	$9,806 65 \cdot 10^{-5}$	$9,806 65 \cdot 10^{-8}$	$9,806 65 \cdot 10^{-11}$
konjska snaga sat	K Sh	$2,647 796 \cdot 10^6$	$2,647 796 \cdot 10^3$	2,647 796
erg	erg	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}

Dvostrani odnosi među različitim metričkim jedinicama energije (II. dio)

Jedinica	Krat.	kWh	kpm	pcm	K Sh	erg
joule	J	$2.7778 \cdot 10^{-7}$	0,101 9716	$1.01\ 9716 \cdot 10^4$	$3,776727 \cdot 10^{-7}$	10^7
kilojoule	kJ	$2.7778 \cdot 10^{-4}$	$1.01\ 9716 \cdot 10^2$	$1.01\ 9716 \cdot 10^7$	$3,776727 \cdot 10^{-4}$	10^{10}
megajoule	MJ	0.27778	$1.01\ 9716 \cdot 10^5$	$1.01\ 9716 \cdot 10^{10}$	0.3776727	10^{13}
kilovatsat	kWh	1	$3.670978 \cdot 10^5$	$3.670978 \cdot 10^{10}$	1.3596 22	$3.6 \cdot 10^{13}$
kilopondmetar	kpm	$2.724069 \cdot 10^{-6}$	1	10^5	$3,703\ 704 \cdot 10^{-6}$	$9,806\ 65 \cdot 10^7$
pondcentimetar	pcm	$2.724069 \cdot 10^{-11}$	10^{-5}	1	$3,703\ 704 \cdot 10^{-11}$	$9,806\ 65 \cdot 10^2$
konjska snaga sat	K Sh	0,735 499	$2,7 \cdot 10^5$	$2,7 \cdot 10^{10}$	1	$2.647\ 796 \cdot 10^{13}$
erg	erg	$2.7778 \cdot 10^{-14}$	$1.019716 \cdot 10^{-8}$	$1.019716 \cdot 10^{-3}$	$3,776727 \cdot 10^{-14}$	1

Dvostrani odnosi među različitim mertičkim jedinicama energije (I. dio)

Jedinica	Kratica	J	kj	Mj
joule	J	1	10^{-3}	10^{-6}
kilojoule	kj	10^3	1	10^{-3}
megajoule	Mj	10^6	10^3	1
kalorija	cal	4.1868	$4,1868 \cdot 10^{-3}$	$4,1868 \cdot 10^{-6}$
kilokalorija	kcal	$4,1868 \cdot 10^3$	4.1868	$4,1868 \cdot 10^{-3}$
kilovatsat	kWh	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^3$	36
litar - atmosfera	latm	$1.013\ 278 \cdot 10^2$	0.1013 278	$1.013\ 278 \cdot 10^{-4}$

Dvostrani odnosi među različitim mertičkim jedinicama energije (II. dio)

Jedinica	Kratica	cal	kcal	kWh	latm
joule	J	0.238 846	$2.38\ 846\ 10^{-4}$	$2.7778 \cdot 10^{-7}$	$9.868\ 95 \cdot 10^{-3}$
kilojoule	kJ	$2.38\ 846 \cdot 10^2$	0.238 846	$2.7778 \cdot 10^{-4}$	9.868 95
megajoule	MJ	$2.38\ 846 \cdot 10^5$	$2.38\ 846\ 10^2$	0.277 78	$9.868\ 95 \cdot 10^3$
kalorija	cal	1	10^{-3}	$1.163 \cdot 10^{-6}$	$4.131\ 98 \cdot 10^{-2}$
kilokalorija	kcal	10^3	1	$1.163 \cdot 10^{-3}$	$4.131\ 98 \cdot 10$
kilovatsat	kWh	$8.598\ 45 \cdot 10^5$	$8.598\ 45 \cdot 10^2$	1	$3.552824 \cdot 10^4$
litar - atmosfera	latm	$2.420\ 15 \cdot 10$	$2.420\ 15 \cdot 10^{-2}$	$2.8146\ 62 \cdot 10^{-5}$	1

Metričke jedinice snage

Vat je snaga pri kojoj se u toku 1 sekunde obavi rad od 1 joula.

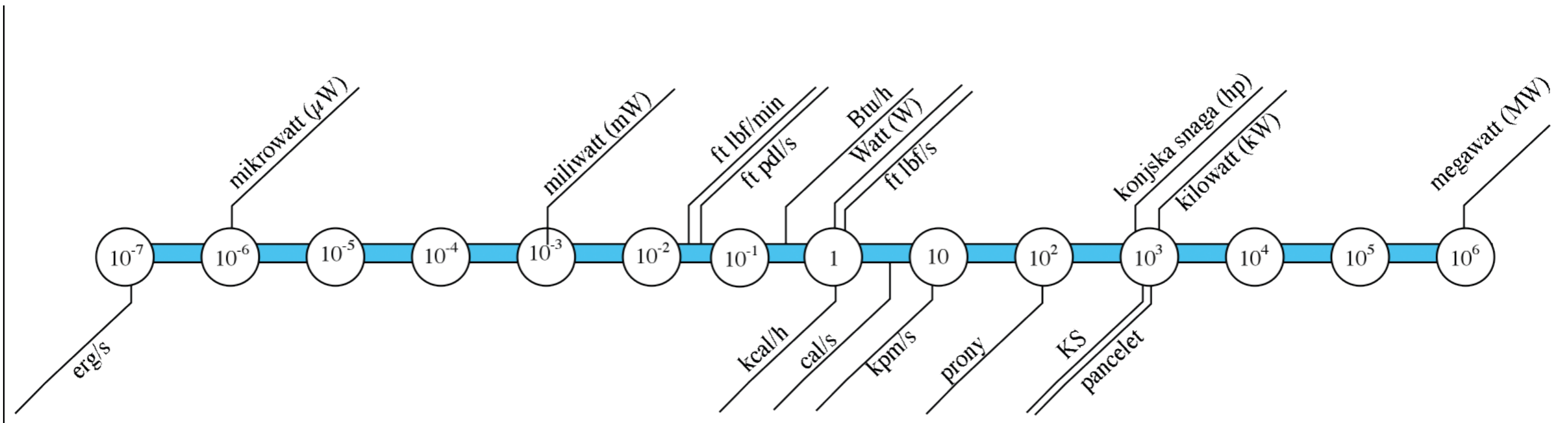
Znak veličine SI jedinica Znak jedinice

P	Watt joule / sec	W
-----	---------------------	---

$$W_{\text{Watt}} = W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s} = \frac{kgm^2}{s^3}$$

Dvostrani odnosi među nekim jedinicama snage izvedenih iz Vata

Jedinica	Kratica	μW	mW	W	kW	MW
mikrovat	μW	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
milivat	mW	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
vat	W	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}
kilovat	kW	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}
megavat	MW	10^{12}	10^9	10^6	10^3	1



HVALA NA PAŽNJI!