

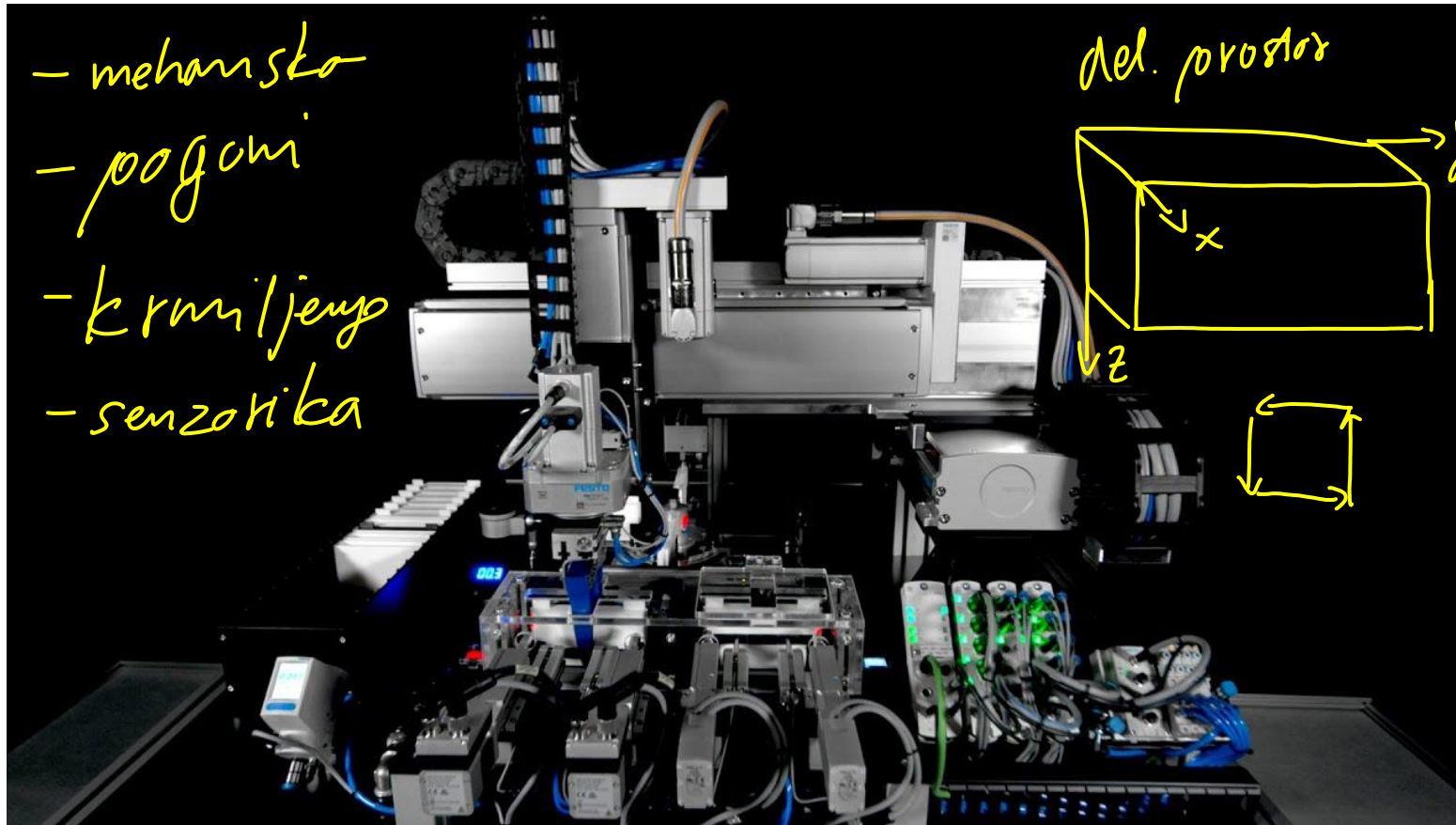


# Linearni robotski manipulatorji

(kartezični strežni robotski sistemi)

- Primi in odloži (pick and place) kartezični robotski sistemi
- Umestitev manipulatorjev med robotske sisteme
- Razlike med povratnozačnimi in odprtozančnimi robotskimi manipulatorji
- Osnovni koncepti linearnih robotskih manipulatorjev, modurna gradnja in fleksibilnost ter cenenost
- Zgradba in krmiljenje pnevmatičnega linearnega in rotacijskega modula
- Kriteriji izbire linearnih in rotacijskih modulov

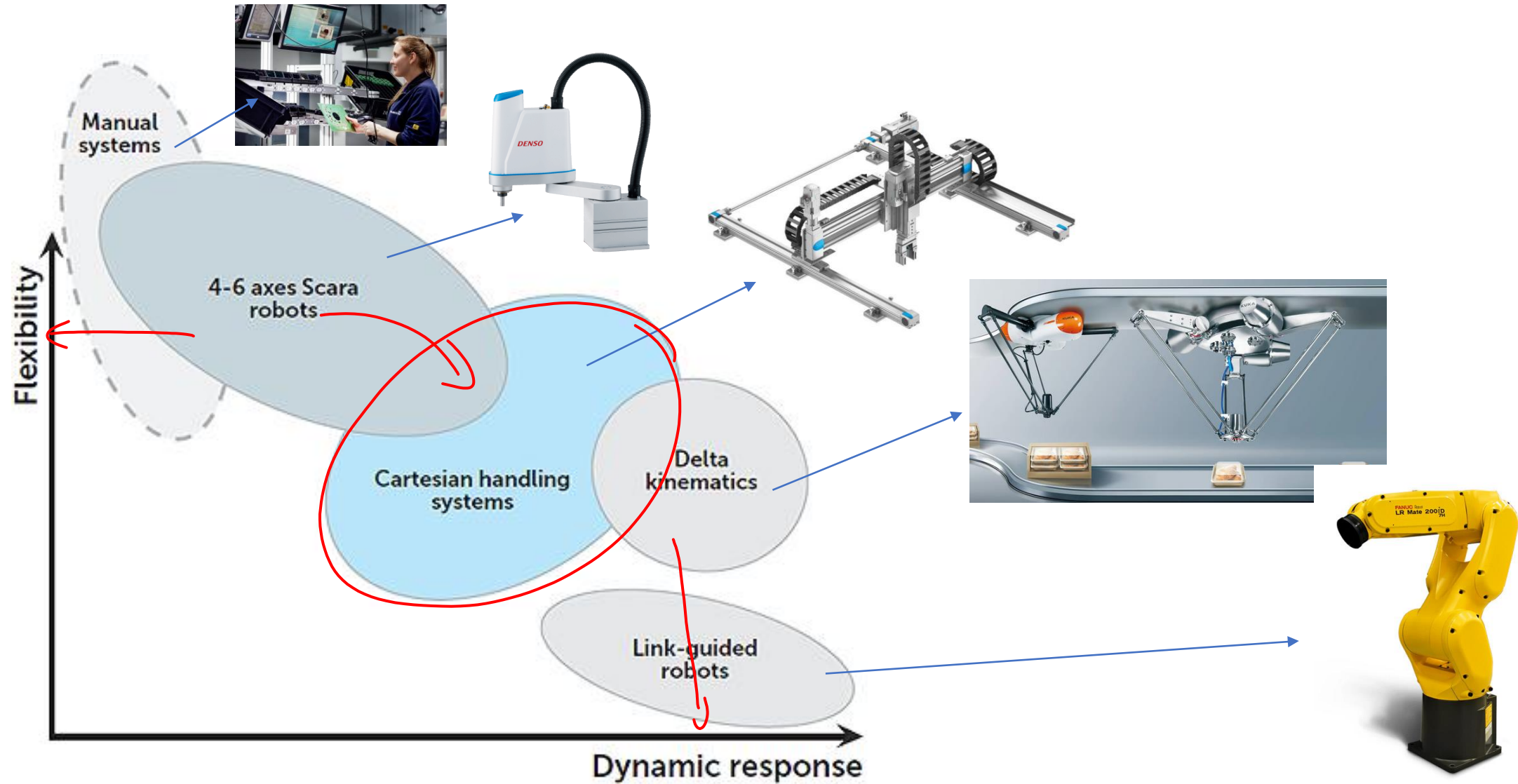
# Manipulatorji – „togi“ strežni in montažni avtomati



- Zakaj manipulatorji namesto robotov?
- ✓ Cenenost
  - ✓ Fleksibilnost, modularnost sistemov
  - ✓ „Plug and produce“ rešitve
  - ✓ Energijska učinkovitost
  - ✓ Preprosto krmiljenje
  - ✓ 2D, 3D
  - ✓ Dinamika procesov
  - ✓ Izdelava rešitev v kratkem času (Konfiguratorji in kalkulatorji)

Seamless Connectivity: Cartesian handling systems in 2D and 3D: <https://www.youtube.com/watch?v=8WIGNyaTkpl>  
FESTO Handling Guide Online: [https://www.festo.com/us/en/e/support/conceptualization-and-design/sizing/handling-guide-online-id\\_827600/](https://www.festo.com/us/en/e/support/conceptualization-and-design/sizing/handling-guide-online-id_827600/)  
Hypex kalkulator: <https://hypex.si/calculators>

# Robotski sistemi – umestitev več-osnih manipulatorjev



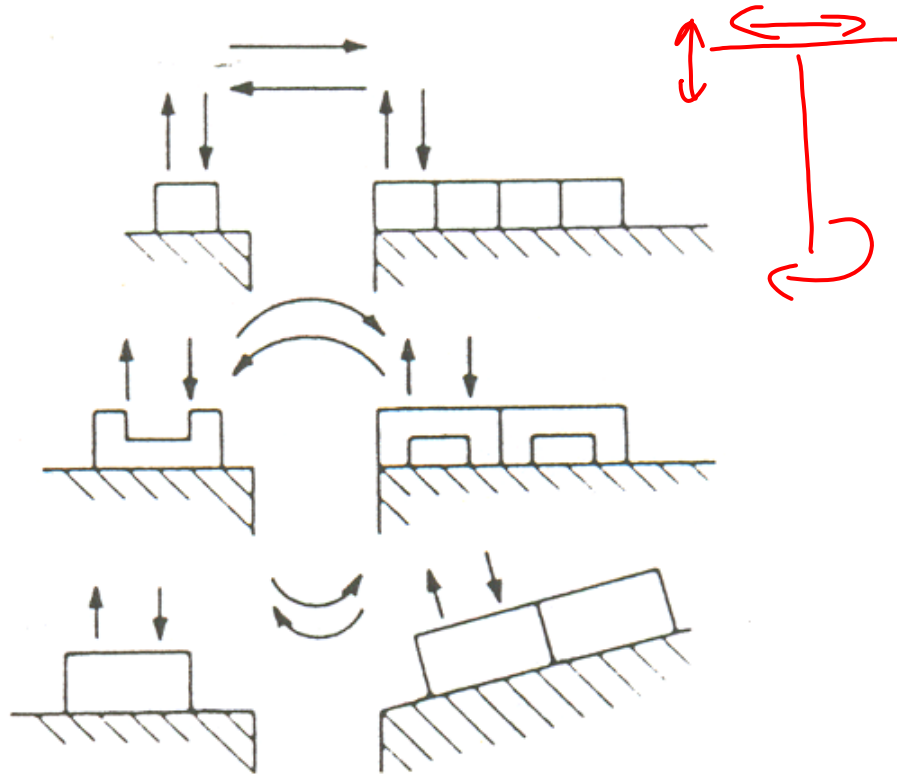
# Manipulatorji – enote primi in odloži (Pick and Place units)

So enote, ki primejo urejen sestavni del (obdelovanec, izdelek) na točno določenem mestu in ga odložijo na predvideno mesto z v naprej določeno hitrostjo gibanja.

Premočrtni gibi

Premočrtni  
in rotacija  
za 180°

Premočrtni  
in zasuk  
za 30°



Gibi pri dodajanju SD

So modulno grajene strežne in dodajalne enote, ki jih sestavimo iz:

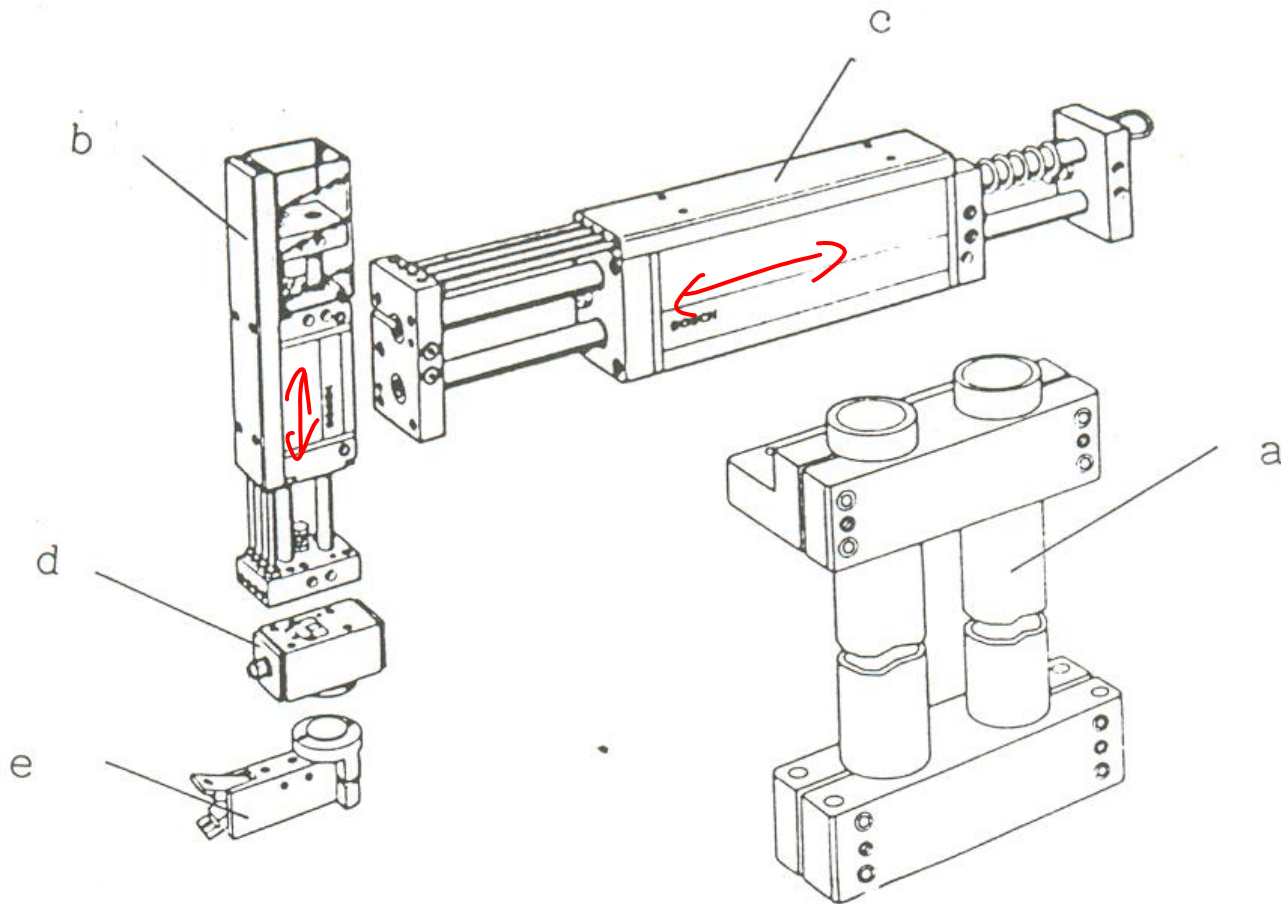
- linearnih – kratkohodnih/dolgohodnih modulov,
- rotacijskih (zasučnih) modulov
- prijemal
- ogrodja

# Moduli za gradnjo strežnih naprav - manipulatorjev

Značilnosti!

Vrste!

Zgradba in komponente!



A - Ogradje

B - linearni kratkohodni modul

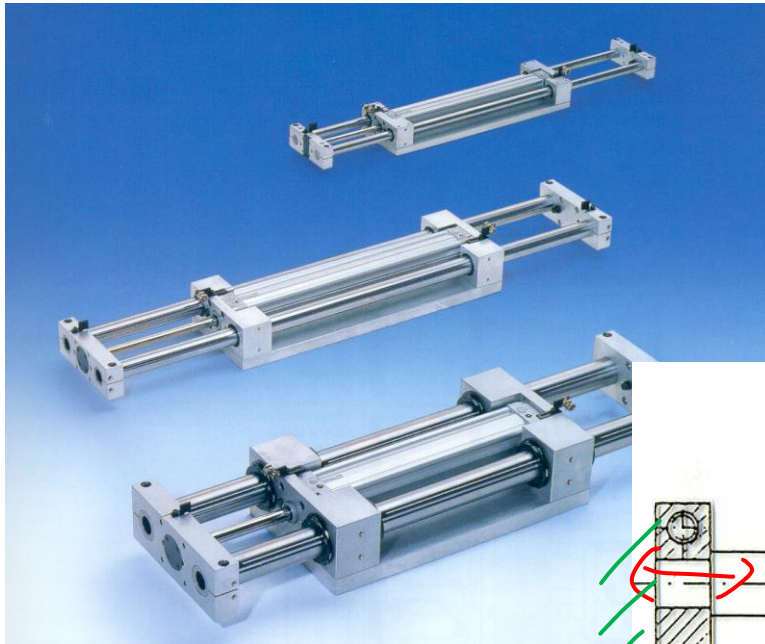
C - Linearni modul (normalni dolgohodni)

D - zasučni modul

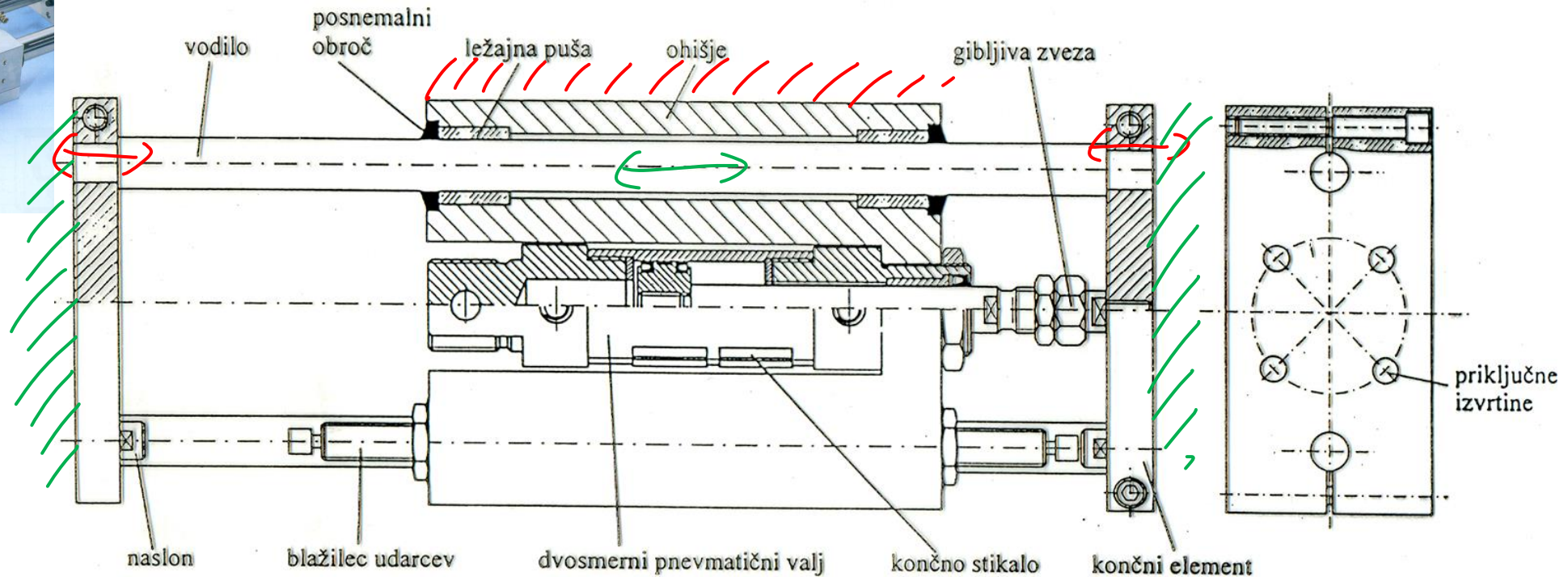
E - prijemalo

*točnost => natančnost*

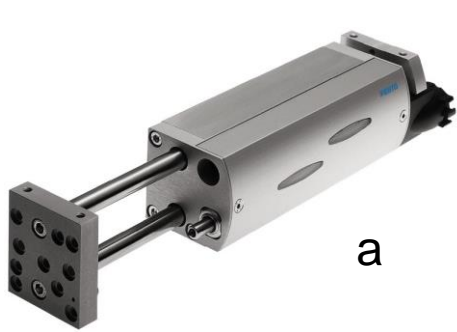
# Linearni moduli (pnevmatični, hidravlični)



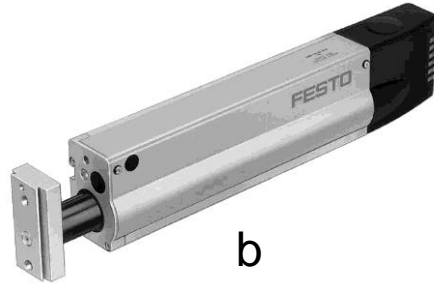
Pritrditev  
Vodenje  
Delovne karakteristike



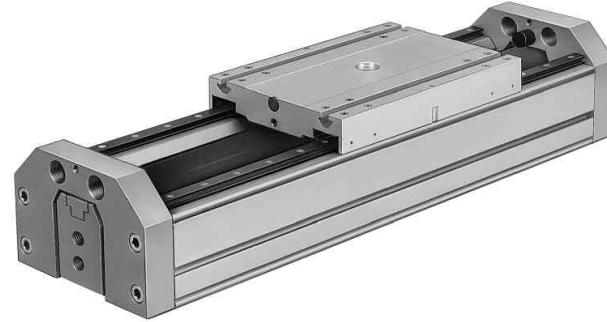
# Linearni moduli (pnevmatični, hidravlični)



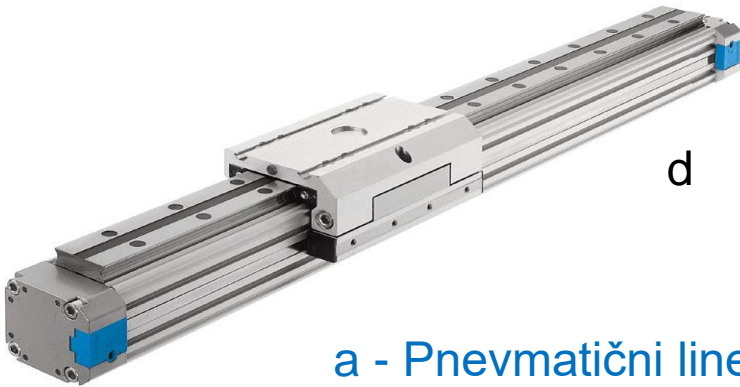
a



b

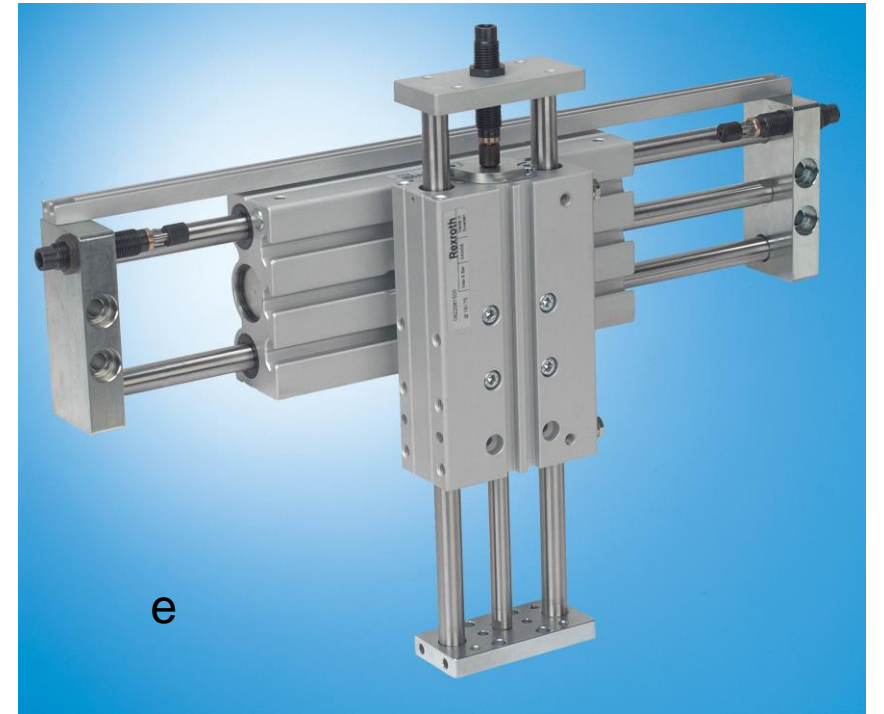


c



d

- a - Pnevmatični linearni moduli z batnico in vodilom
- b - Pnevmatični linearni moduli z ovalnim batom
- c - Pnevmatični linearni moduli - kratkohodni
- d - Pnevmatični linearni moduli - brez batnice
- e - x-y modul z dvema vodiloma



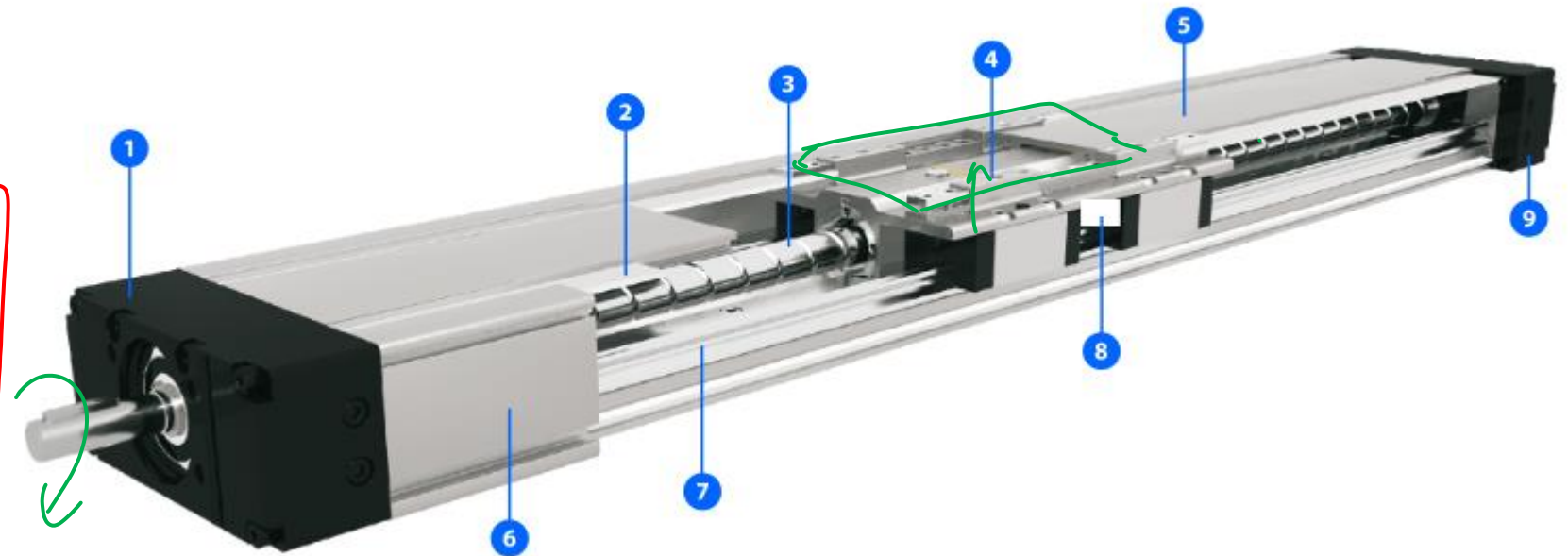
e

# Linearni moduli s krogelnim vretenom (različni pogoni)



- 1 - Pogonski blok
- 2 - Korozijsko odporni zaščitni trak
- 3 - Kroglično vreteno
- 4 - Voziček z vgrajenimi magneti
- 5 - Aluminijski profil
- 6 - Linearno vodilo
- 7 - Mazalka za centralno mazanje; obojestransko
- 8 - Zadnji blok s fiksnim ležajnim podprtjem
- 9 - Podpora vretena

+ velike obremenitve  
+ povečana pozicijska natančnost  
(omejitve glede dolžine in maksimalnih hitrosti)  
- Modularnost ni mogoča  
- Omejitve hitrosti in pospeškov



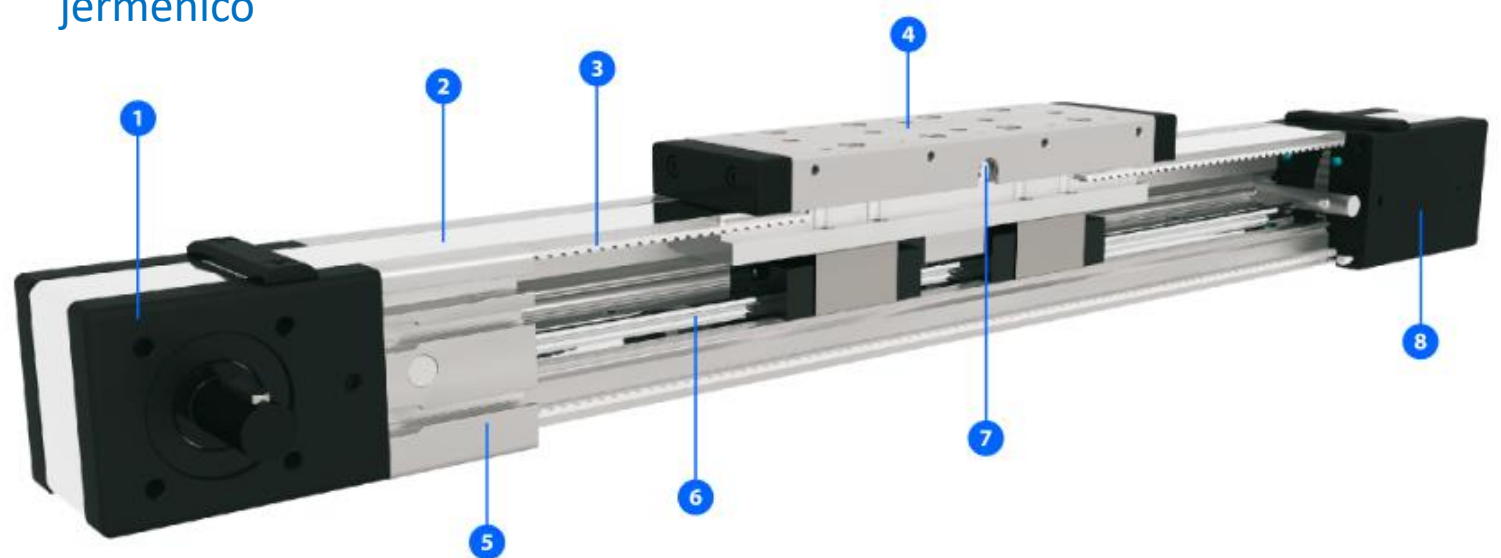
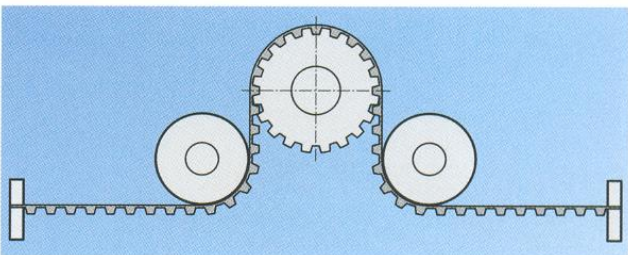
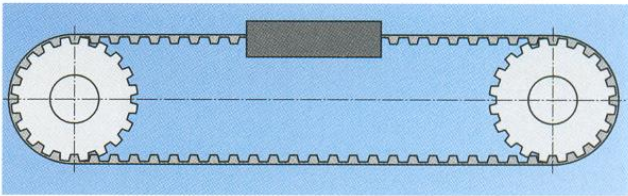


# Linearni moduli z zobatim jermenom (različni pogoni)

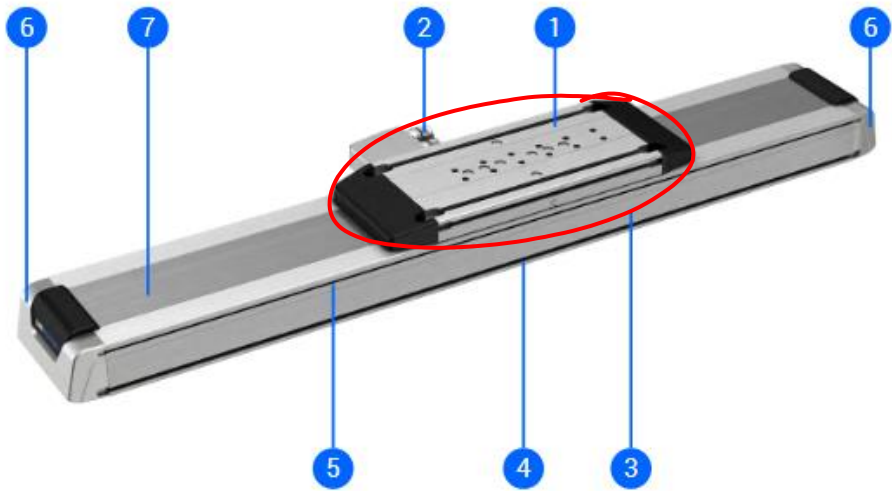


- 1 - Pogonski del s pogonsko jermenico
- 2 - Aluminijski pokrov
- 3 - Poliuretanski zobati jermen z vgrajenimi jeklenimi žičnimi vrvmi
- 4 - Voziček z vgrajenimi magneti
- 5 - Aluminijski profil
- 6 - Linearno vodilo
- 7 - Mazalni priključek
- 8 - Napenjalni del z napenjalno jermenico

- + visoke hitrosti
- + nizka investicija
- + mehansko preprosti
- Omejitve (preciznost, pospeški,...)
- Modularnost ni mogoča
- Visoki stroški vzdrževanja



# Linearni moduli (linearni motor)



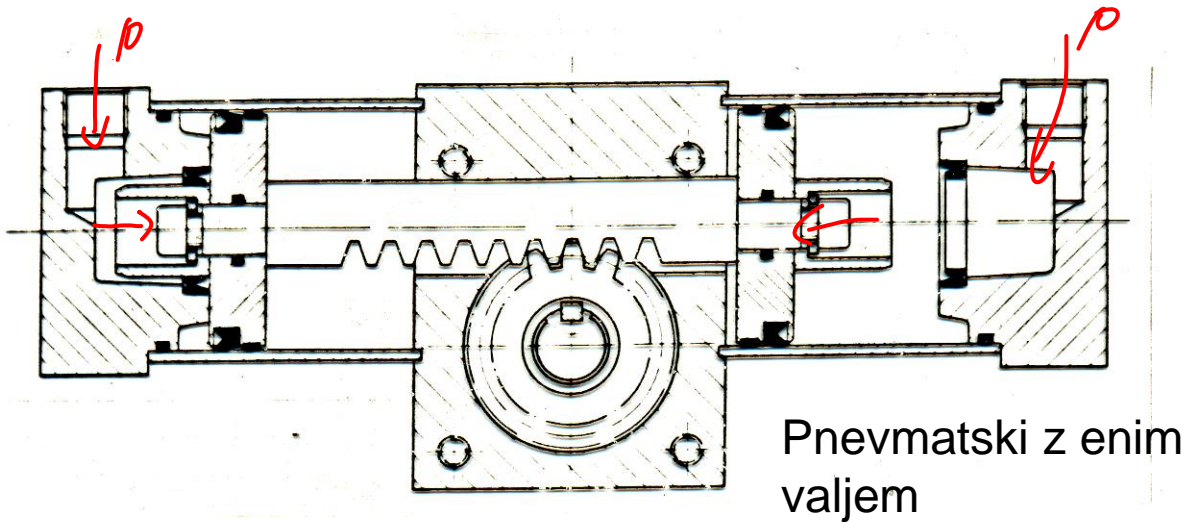
- 1 – Nosilni element, voziček
- 2 – Motor in kodirnik (IoT modul)
- 3 – Al osnovni profil
- 4 – Reža za montažo
- 5 – Reža za pritrnitev senzorjev
- 6 – Glava in noga z zaščito pomika (dušenje)
- 7 – Korozijsko odporni pokrov

- + modularnost možna in preprosta
- + visoki pospeški, hitrosti
- + velike obremenitve, sile
- + brezkontaktno, ni trenja, obrabe
- + nizki celotni stroški skozi življenjski cikel
- + več vozičkov, neodvisnost pomikanja

- 8 – Kabelska veriga
- 9 – Nosilec kabelske verige
- 10 – Nosilec in vodilo kabelske verige



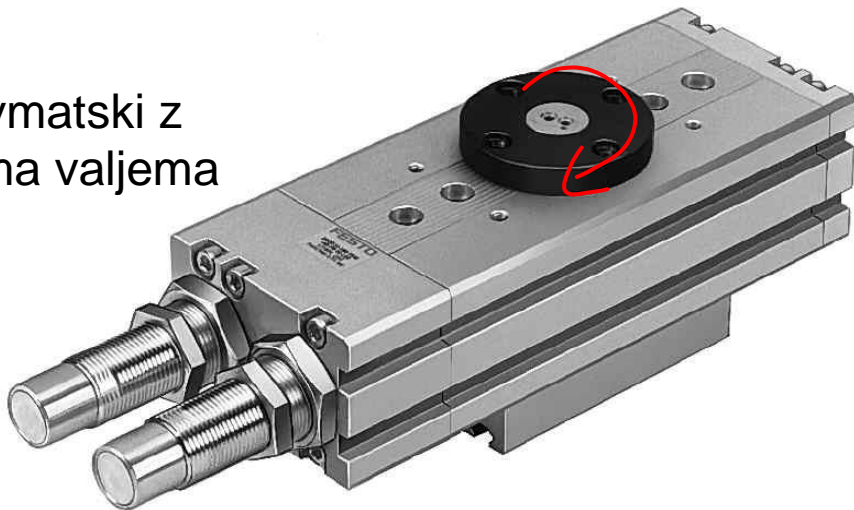
# Zasučni moduli (pnevmatski, električni,...)



Značilnosti pnevmatskih zasučnih modulov:

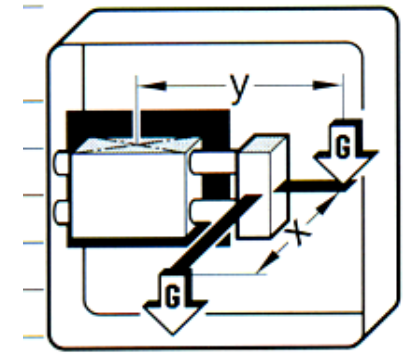
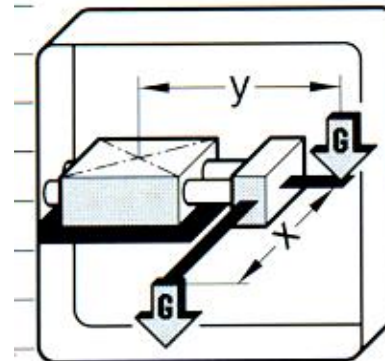
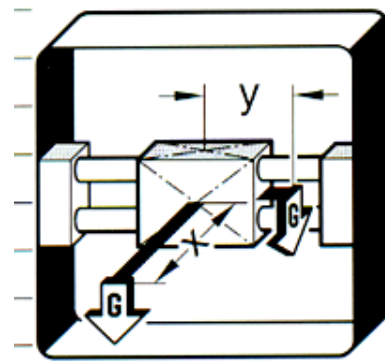
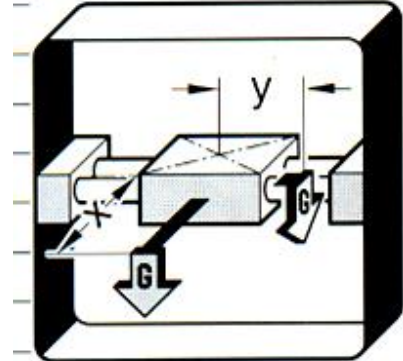
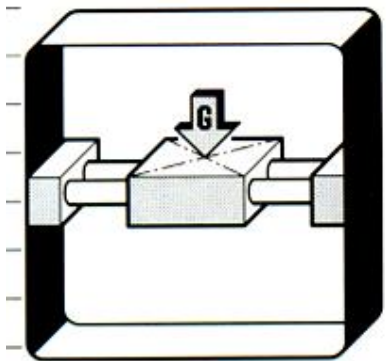
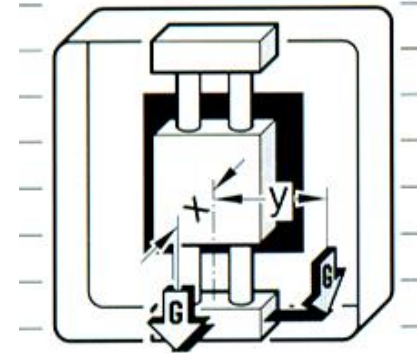
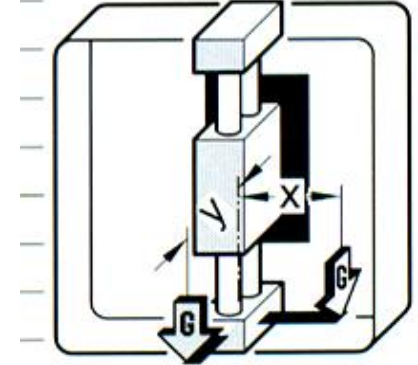
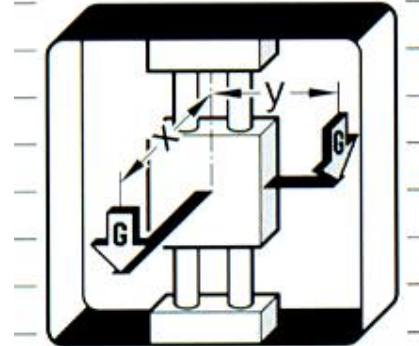
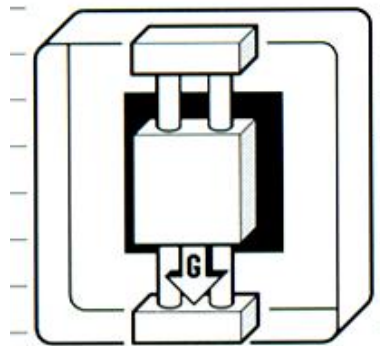
- Kompaktnost
- Nizka masa
- Varnost (samovžig, iskre, elektrika)
- Robustnost
- Enostavno za vzdrževanje
- Varnost pri preobremenitvah
- Enostavno krmiljenje
- Možnost zasuka v obe smeri

Pnevmatski z dvema valjema

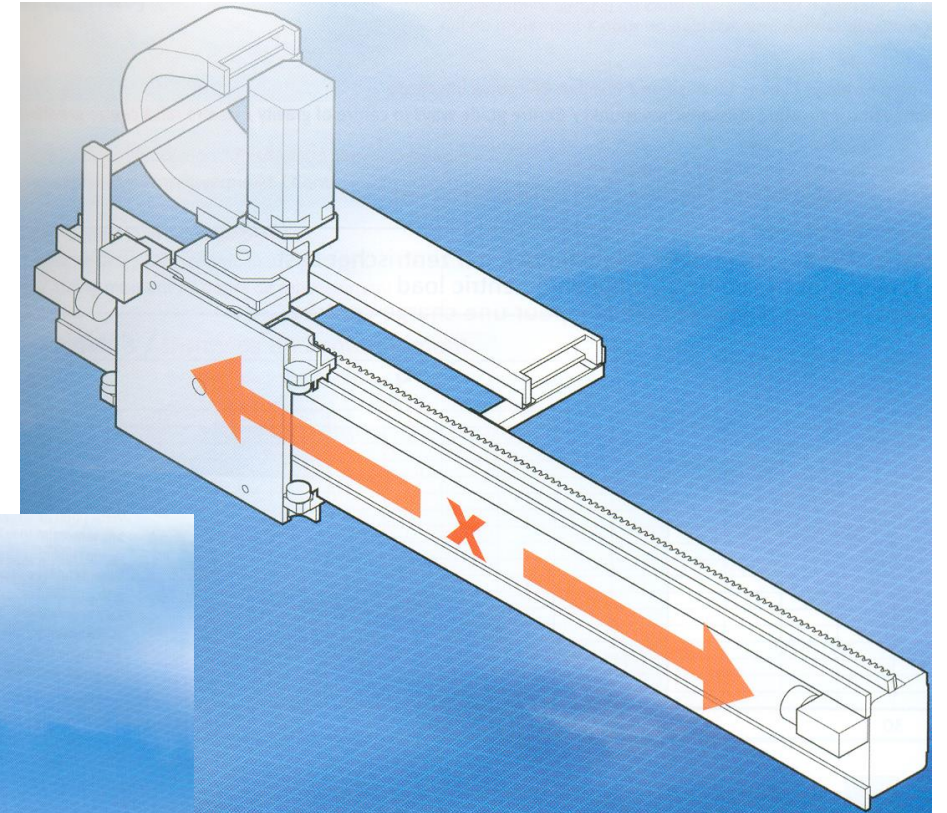
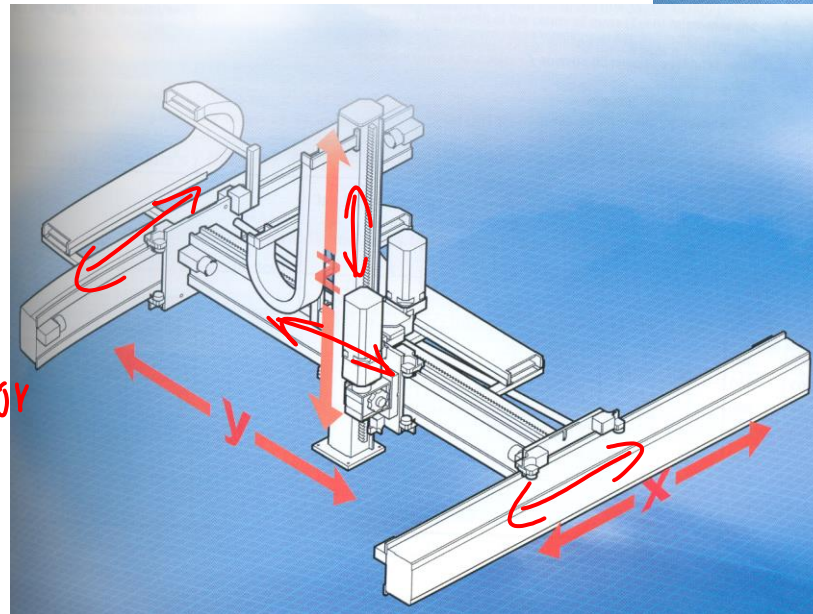
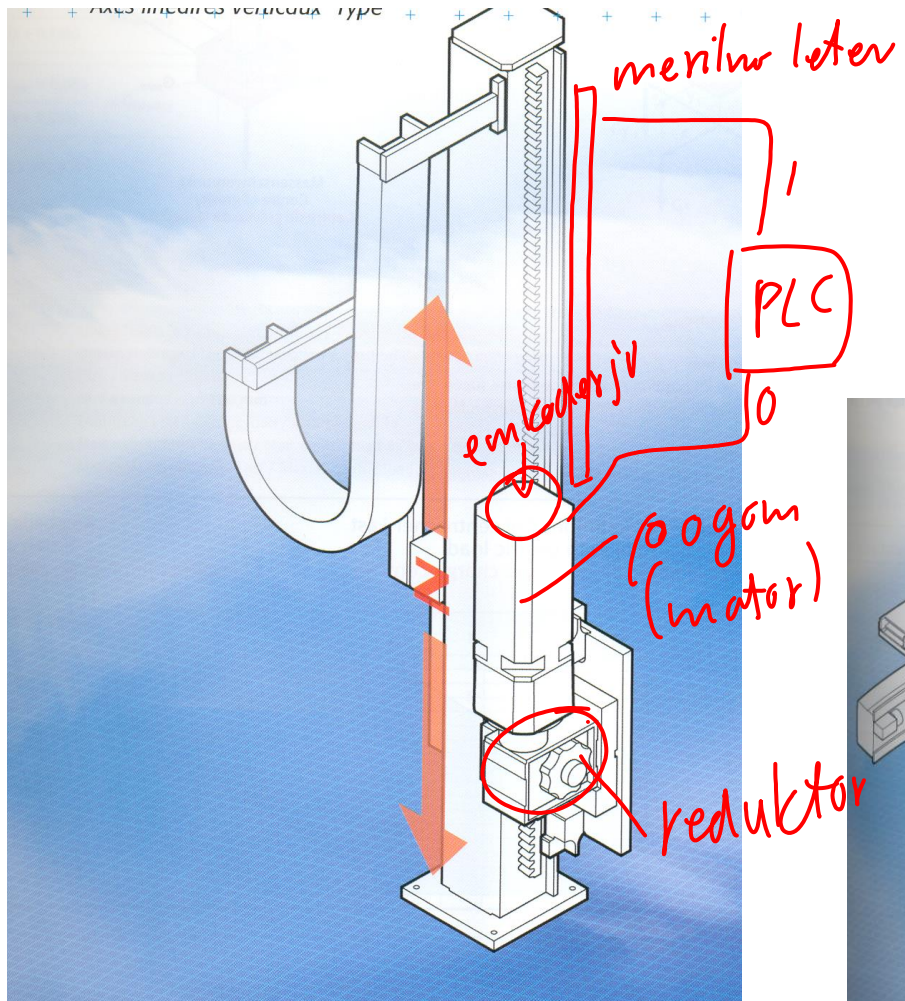


# Pritrditev linearnih modulov

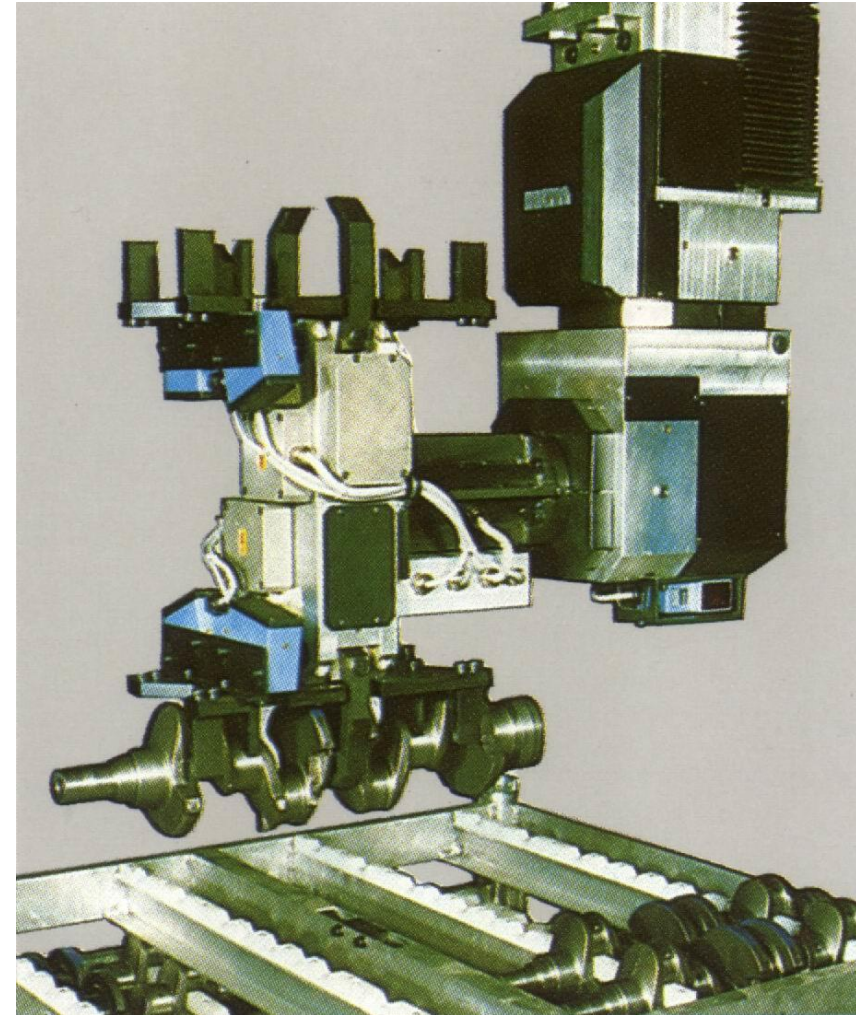
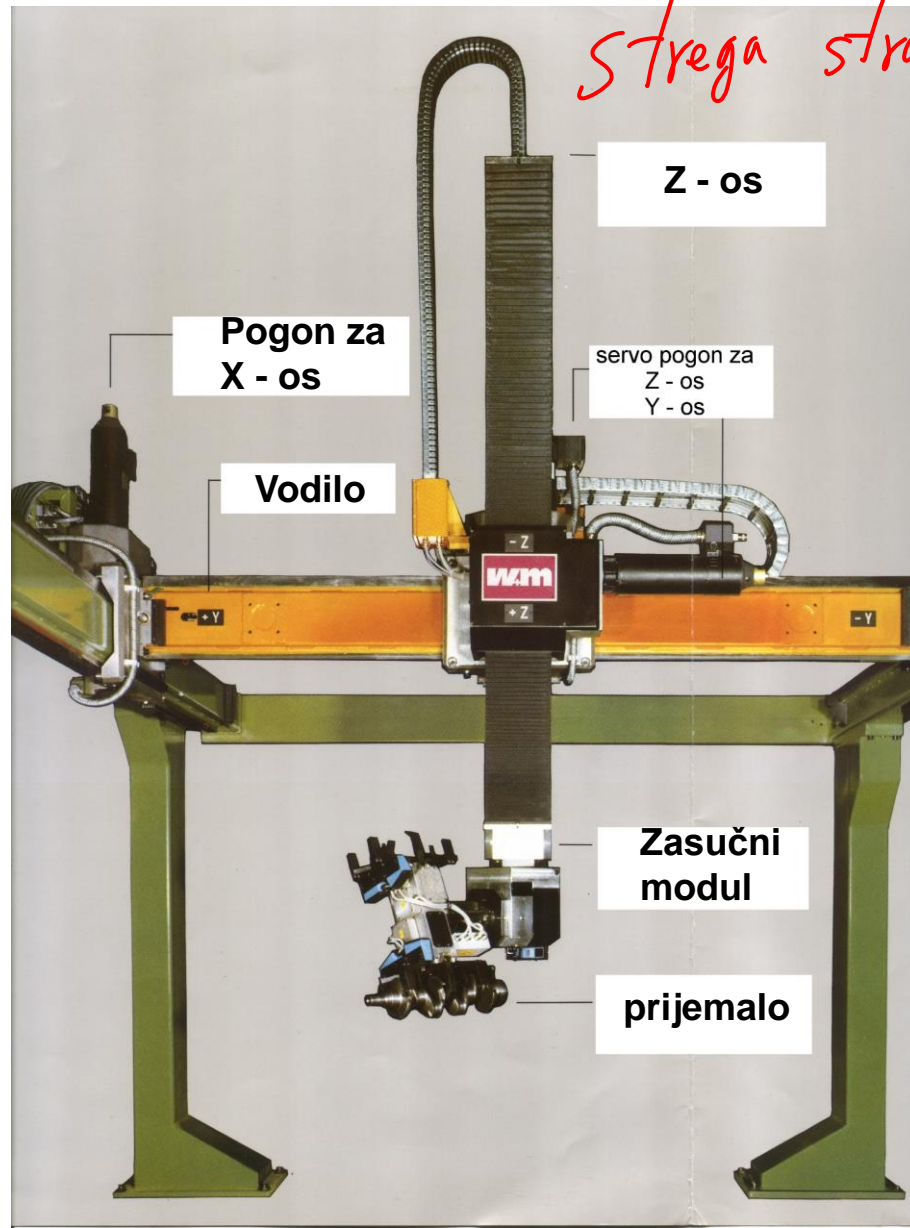
Upoštevanje gravitacije in obremenitev!



# Linearne osi z elektromotornim pogonom za gradnjo kartezičnih robotov



# Kartezični roboti



Kartezični robot zgrajen iz modulov z elektromotornim pogonom

Dvojno prijemalo za strego obdelovalnih strojev - stružnic

# Kriteriji izbire linearnih in rotacijskih modulov

*Pomembno*

- Preciznost, stopnja točnosti manipulacije** (kaj je bolj pomembno: točnost ali ponovljivost)
- Orientacija in montaža sistema** (na tleh, na steni, na stropu, pod kotom?; kako to vpliva na gravitacijo?)
- Hitrost manipulacije** (maksimalna, pospeški, pojemki, profil poti) *fakt*
- Pot, pomik** (delovno področje, efektivno delovno območje manipulatorja, dodatek za varnost, prosti tek)
- Obremenitev**
- Drugo, ki pa je predvideno** (kaj gre lahko narobe, ...)
- Čas cikla** (čas cikla in tudi čas obratovanja naprave, število predvidenih ciklov v življenjski dobi)
- Okolje, kje bo postavljen manipulator** (vlažnost, temperatura, prašno,...)
- Varnost** (potrebni standardi, kaj se zgodi, če sistem varnosti odpove, dodatne varnosti v sistemu, so ljudje lahko poškodovani?)
- Cena**

# DODATEK (OPCIJSKO)

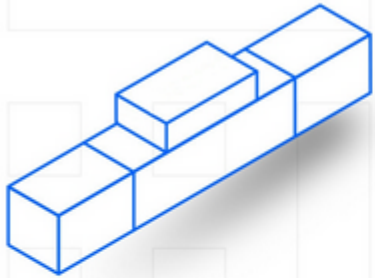
## Primer konfiguracije linearne enote

 HYPEX <https://hypex.si/calculators>




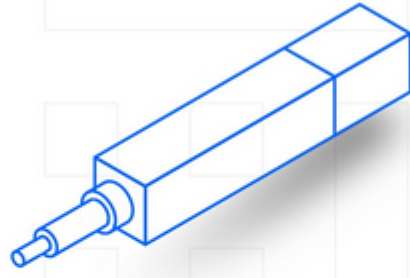
# Primer konfiguracije linearne enote

Izbira vrste linearnega sistema




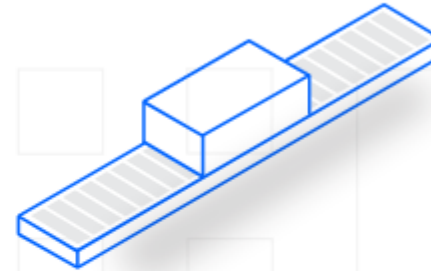
**Linearne enote**

 **Izbira velikosti**




**Električni cilindri**

 **Izbira velikosti**



**Linearni motorji**

 **Izbira velikosti**

# Primer konfiguracije linearne enote

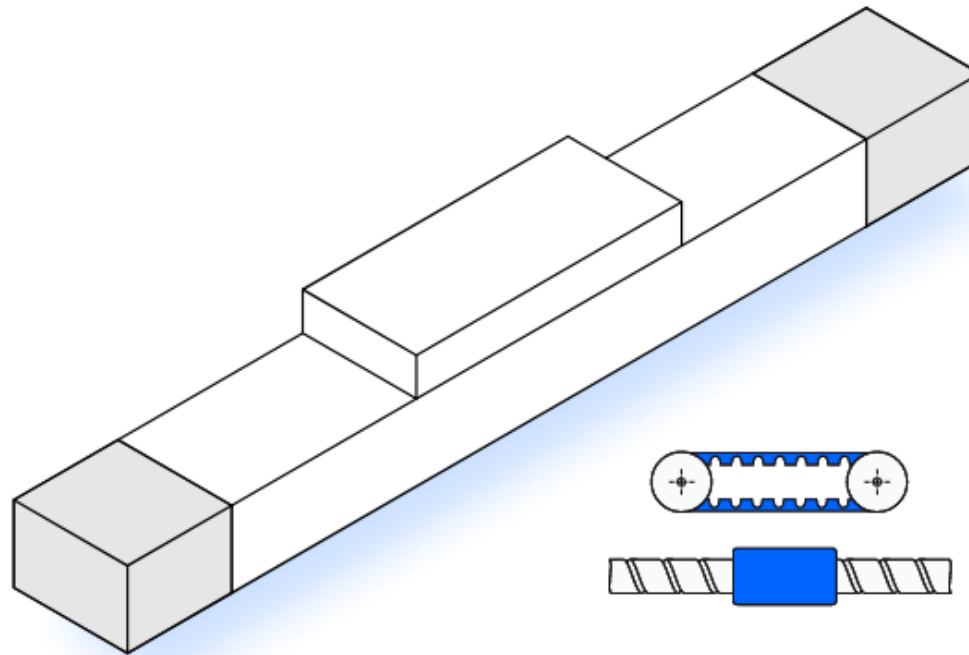
## 1. Tip linearne enote – izbira pogona

**Tip linearne enote**

Izbira pogona ? ^

Jermen oziroma krogelno vreteno


Linearni motor





# Primer konfiguracije linearne enote


## 2. Orientacija in vpetje


**Orientacija in vpetje**


**Orientacija** 

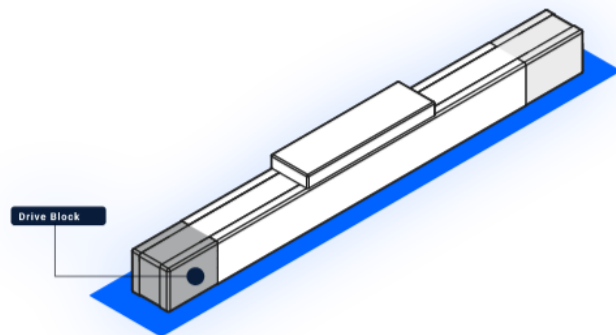
**SPODAJ** 


NA STENI horizontalno 


NA STENI vertikalno 


ZGORAJ 

ORIENTACIJA PO MERI 



**Orientacija in vpetje** 

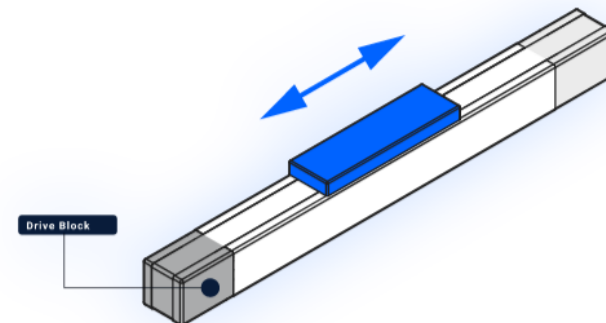
**Orientacija** 

**Način vpetja** 

Izberi konfiguracijo

**Profil nepomičen / voziček pomikajoč**

Voziček nepomičen / profil pomikajoč



# Primer konfiguracije linearne enote

## 3. Določitev cikla

### Definirajte hoda

Efektivni hod

$s_{\text{eff}} = 200$  mm

Rezerva hoda pri pogonskem končniku

$s_{\text{rd}} = 0$  mm

Rezerva hoda pri napenjalnem končniku

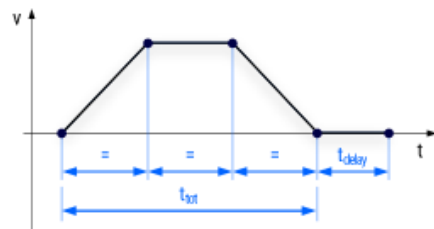
$s_{\text{rt}} = 0$  mm

Tip profila cikla

Trapezni 1/3

Tip vhodnih podatkov

t



Celotni čas pomikanja v eno smer

$t_{\text{tot}} = 5$  s

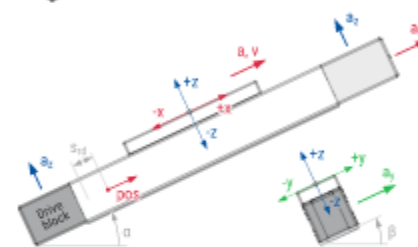
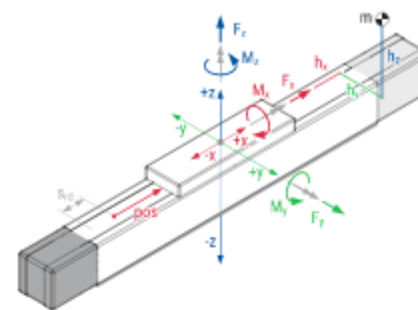
Čas čakanja

$t_{\text{delay}} = 0$  s

Čas cikla

$t_{\text{cycle}} = 10$  s

Podatki o obremenitvah



Masa bremena

$m = 5$  kg

V obeh smereh

Razdalja x

$h_x = 0$  mm

Razdalja y

$h_y = 0$  mm

Razdalja z

$h_z = 0$  mm

+ DODATNE SILE

+ DODATNI MOMENTI

# Primer konfiguracije linearne enote

## 4. Obratovanje in pogoji okolja

### Obratovanje

Število ciklov na uro

$n_h = 540$

ciklov/uro

Število delovnih ur na dan

$n_{hd} = 24$

ur/dan

Število delovnih dni na leto

$n_{dy} = 365$

dni/leto

Željeno število delovnih let

$n_y = 5$

let

### Pogoji okolja

Normalni

Čisto okolje

Najvišja temperatura okolja

$T_{high} = 20$

°C

Najnižja temperatura okolja

$T_{low} = 20$

°C

### Pogoji obratovanja

Normalni

Udarne obremenitve in vibracije

### Ponovljivost linearne enote

$\leq \pm 0,1$  mm

$\leq \pm 0,08$  mm

$\leq \pm 0,02$  mm

$\leq \pm 0,015$  mm

$\leq \pm 0,01$  mm

# Primer konfiguracije linearne enote

## 5. Podatki za izračun povosov

### Podprtje linearne enote

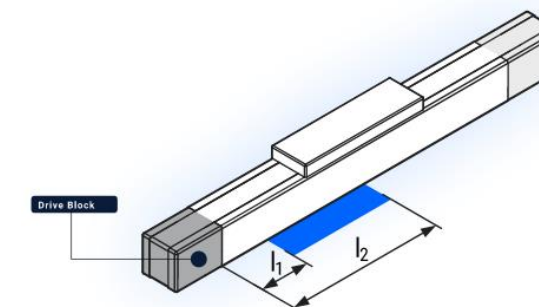
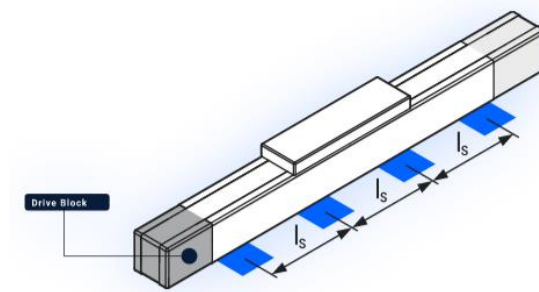
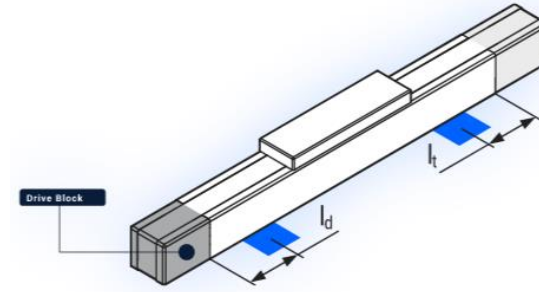
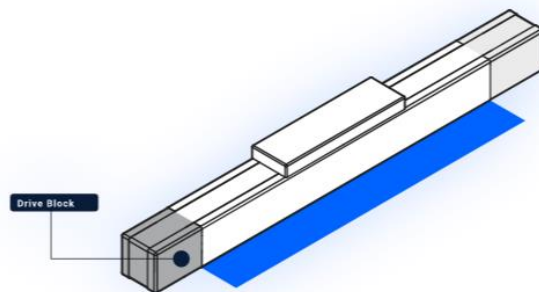


Polno

Končno

Porazdeljeno

Konzolno



# Primer konfiguracije linearne enote

## 6. Dodatne možnosti – postavitve več vozičkov

**Več zaporednih vozičkov** ⤴

1

2

3

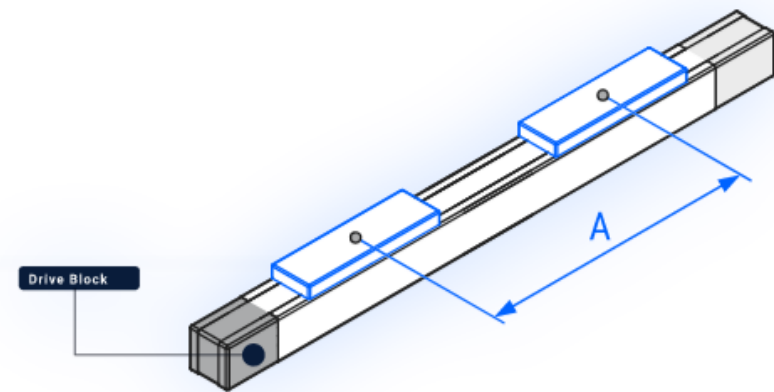
4

5

Razdalja med dvema vozičkoma ?

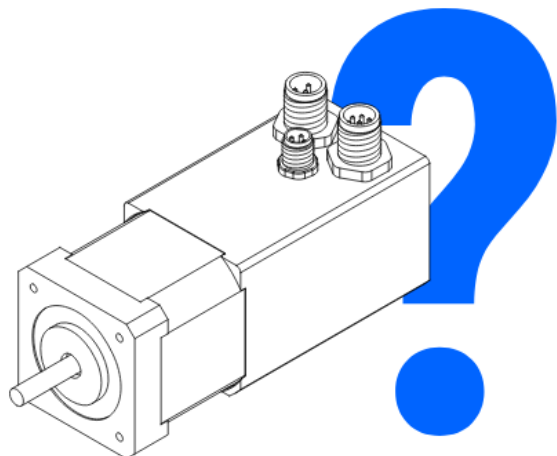
A = 410 mm

Togo povezana vozička ?



# Primer konfiguracije linearne enote

## 7. Izbira in definicija motorja

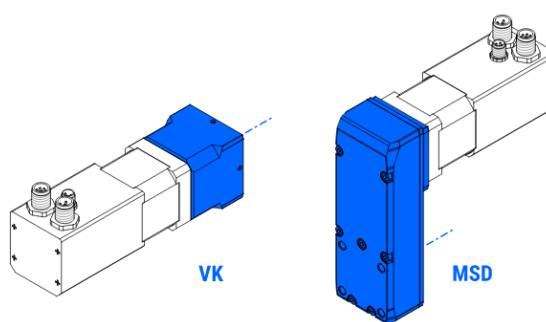


### Tip motorja ✓

- Koračni motor brez zavore
- Koračni motor z zavoro

### Vgradnja pogona ✓

- VK: v osi z vmesnim kosom in sklopko
- MSD: vzporedno s stranskim pogonom in jermenom



### Regulator

Z

Brez

### Tip regulatorja

Koračni

### Krmilje (protokol) regulatorja

PROFINET

EtherCAT





Ethernet bazirana komunikacija

Pulse + direction krmilje



# Primer konfiguracije linearne enote

## 8. Primerni produkti z motorjem

Linearna enota	Vodila	Jermen oz. vreteno	Dopustne obremenitve	Motor	
 <b>MGBS 32 8x8</b>	6%	2%	19%	17%	<a href="#">→ Izberi</a>
 <b>MGBS 32 8x8</b>	6%	2%	19%	11%	<a href="#">→ Izberi</a>
 <b>MGBS 45 10x10</b>	4%	2%	8%	30%	<a href="#">→ Izberi</a>
 <b>MGBS 45 10x10</b>	4%	2%	8%	30%	<a href="#">→ Izberi</a>

- 
- 
-

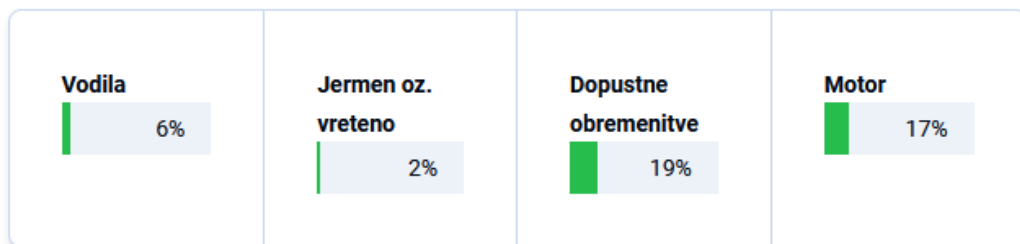
# Primer konfiguracije linearne enote

## 9. Izbrani produkt



Podrobnosti produkta	
Naročniška koda	MGBS 32 0808 250 AB AU AA AA 00
ID	MGBS32
EM	Kos

### ZMOGLJIVOST



## Specifikacije linearne enote

### Minimalni dinamični varnostni faktor

Vodila  $f_{d,g} = 15,55$

Jermen oz. vreteno  $f_{d,bs} = 49,45$

### Življenjska doba

Opomba [?](#)

Vodila  $L_{g,h} = >45 \times 10^3 \text{ h}$

Jermen oz. vreteno  $L_{bs,h} = >45 \times 10^3 \text{ h}$

Ležaji  $L_{b,h} = >45 \times 10^3 \text{ h}$

Linearna enota  $L_h = >45 \times 10^3 \text{ h}$

$L_{km} = >9,72 \times 10^3 \text{ km}$

$L_{cyc} = >24,3 \times 10^6 \text{ ciklov}$

$L_y = >5 \text{ let}$

- 
- 
-

# Dodatno gradivo

FESTO Handling Guide Online (konfigurator strežnih več-osnih manipulatorjev:

[https://www.festo.com/us/en/e/support/conceptualization-and-design/sizing/handling-guide-online-id\\_827600/](https://www.festo.com/us/en/e/support/conceptualization-and-design/sizing/handling-guide-online-id_827600/)

Cartesian Robots: <https://www.youtube.com/watch?v=qaLPjcqaLOg>

Cartesian Robot 5-axis + 1-axis - Nut Runner Application 00026 00027:

<https://www.youtube.com/watch?v=1JmrCAxTLrA>

Yamaha Intelligent Machinery - Robotics - Cartesian Robot - XZ Type:

<https://www.youtube.com/watch?v=5jGkenHlKXU>