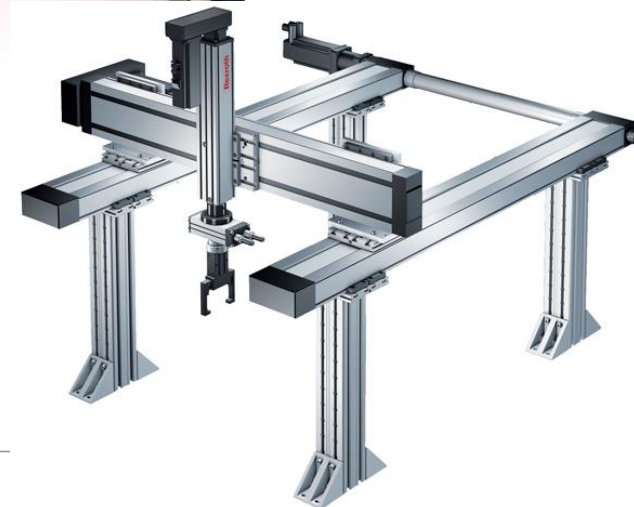
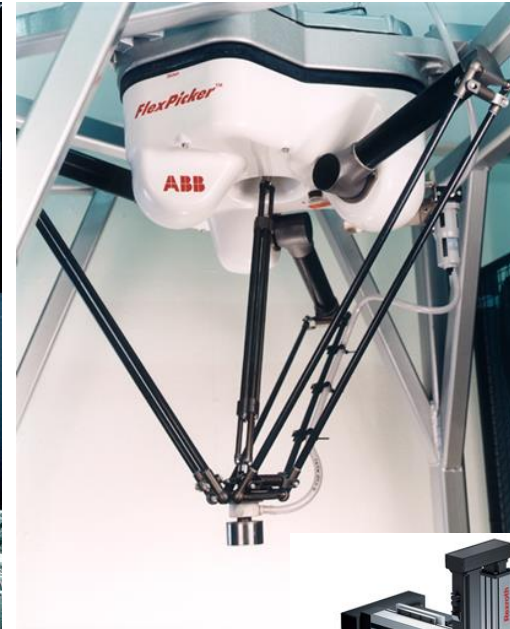


## Automatizace a robotizace ve strojírenství

# Průmyslové roboty a manipulátory

Vlastimil Hotař, ZS 2021

## Průmyslové roboty a manipulátory


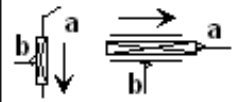
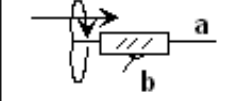

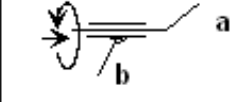


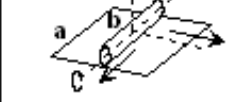



## ***Kinematická struktura mechanismů PR a manipulátorů***

Mechanismy PR a manipulátorů jsou tvořeny soustavou pohyblivě spojených prvků – členů, z nichž jeden tvoří rám.

Mechanismy PR jsou odvozeny z **otevřených prostorových kinematických řetězců** a vázány ***prostorovými kinematickými dvojicemi***.

Kinematický řetězec pak určuje ***kinematickou strukturu***.

NÁZEV	SCHÉMA	POHYBLIVOST $b : a \quad i^\circ$	SYMBOL	TRÍDA $j = 6 - i$
ROTAČNÍ		$1^\circ$	R	5
POSUVNÁ		$1^\circ$	T	5
ŠROUBOVÁ		$1^\circ$	H	5
VALIVÁ		$1^\circ$	V	5
VÁLCOVÁ		$2^\circ$	C	4
SFÉRICKÁ		$3^\circ$	S	3
ROVINNÁ		$3^\circ$	F	3
VÁLEC NA ROVINĚ		$4^\circ$	--	2
OBEČNÁ		$5^\circ$	O	1


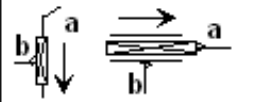
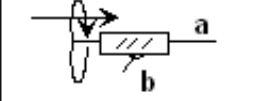

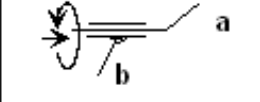




## Přehled prostorových kinematických dvojic

*V kinematických řetězcích manipulátorů a robotů převládají otevřené prostorové řetězce složené z kombinace kinematických dvojic:*

- *rotačních (R) a*
- *posuvných (translačních, T).*

*Ty dvojice bývají umístěny ve zvláštní poloze (osy rotace, resp. translace jsou buď rovnoběžné, nebo vzájemně kolmé).*

*Kinematické řetězce se běžně popisují symbolickým označením, přičemž symboly kinematických dvojic v řetězci se zapisují do řádku od rámu ke koncovému členu řetězce (např. RRT), někdy se užívá označení os (např. Rz Rx Ty).*

NÁZEV	SCHÉMA	POHYBLIVOST $b : a \quad i^\circ$	SYMBOL	TRÍDA $j = 6 - i$
ROTAČNÍ		$1^\circ$	R	5
POSUVNÁ		$1^\circ$	T	5
ŠROUBOVÁ		$1^\circ$	H	5
VALIVÁ		$1^\circ$	V	5
VÁLCOVÁ		$2^\circ$	C	4
SFÉRICKÁ		$3^\circ$	S	3
ROVINNÁ		$3^\circ$	F	3
VÁLEC NA ROVINĚ		$4^\circ$	--	2
OBEČNÁ		$5^\circ$	O	1

## Počet stupňů volnosti, kinematická dvojice $j$ -té třídy

**Počet stupňů volnosti (pohyblivost) kinematické dvojice  $i$  je:**

roven počtu nezávislých posuvů a rotací, které mohou členy dvojice vůči sobě navzájem vykonávat.

Kinematická dvojice, odebírající  $j$  stupňů volnosti se nazývá **dvojicí  $j$ -té třídy** a v prostoru platí:

$$j = 6 - i$$

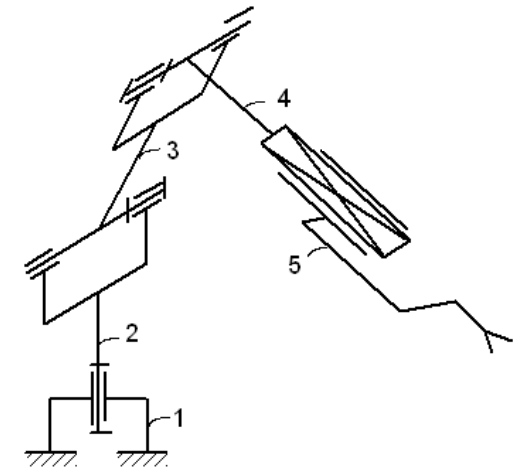
## Celkový počet stupňů volnosti

Celkový počet stupňů volnosti (DOF – Degree of freedom) prostorového kinematického řetězce (pohyblivost mechanismu) je určen vazbovou závislostí:

$$i \geq 6 \cdot (n - 1) - \sum_{j=1}^5 j \cdot d_j$$


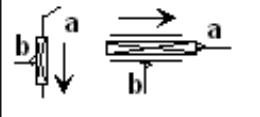
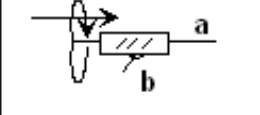

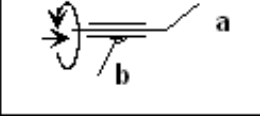




kde

$i$	počet stupňů volnosti;
$n$	počet členů včetně rámu;
$j$	třída kinematické dvojice;
$d_j$	počet kinematických dvojic $j$ -té třídy.





# Přehled prostorových kinematických dvojic

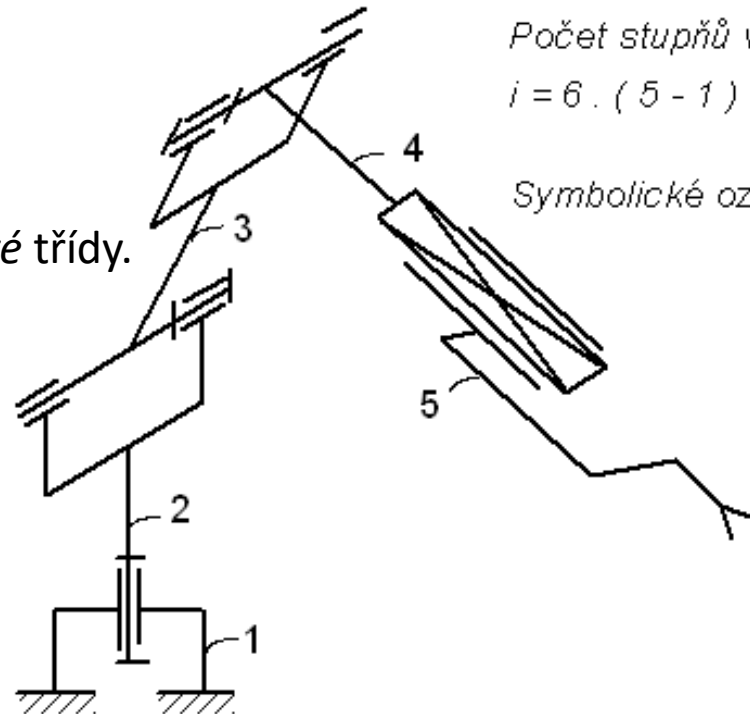
NÁZEV	SCHÉMA	POHYBLIVOST $b : a \quad i^\circ$	SYMBOL	TRÍDA $j = 6 - i$
ROTAČNÍ		$1^\circ$	R	5
POSUVNÁ		$1^\circ$	T	5
ŠROUBOVÁ		$1^\circ$	H	5
VALIVÁ		$1^\circ$	V	5
VÁLCOVÁ		$2^\circ$	C	4
SFÉRICKÁ		$3^\circ$	S	3
ROVINNÁ		$3^\circ$	F	3
VÁLEC NA ROVINĚ		$4^\circ$	--	2
OBEČNÁ		$5^\circ$	O	1

## Celkový počet stupňů volnosti

$$i \geq 6 \cdot (n - 1) - \sum_{j=1}^5 j \cdot d_j$$

$$i = 6 \cdot (5 - 1) - (1 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot 0 + 4 \cdot 0 + 5 \cdot 4)$$

- $i$  počet stupňů volnosti;  
 $n$  počet členů včetně rámu;  
 $j$  třída kinematické dvojice;  
 $d_j$  počet kinematických dvojic  $j$ -té třídy.



Počet stupňů volnosti:

$$i = 6 \cdot (5 - 1) - 5 \cdot 4 = 24 - 20 = 4^\circ$$

Symbolické označení struktury:

RRR(T)

## *Celkový počet stupňů volnosti*

**Počet stupňů volnosti** je roven počtu nezávislých pohybů, které může struktura vykonávat a pro každý nezávislý pohyb musí být **soustava vybavena příslušným pohonem**.

Nejčastěji je technická realizace provedena pomocí pohybových jednotek:

- **rotačních,**
- **translačních.**

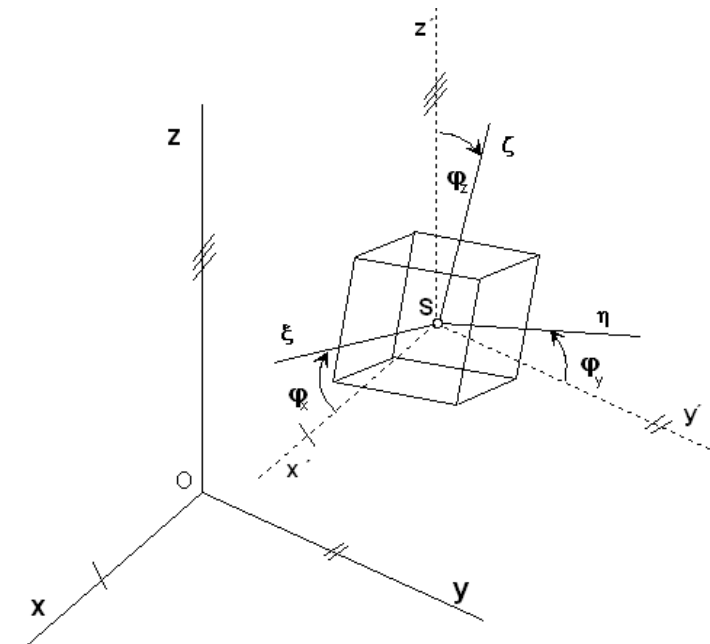
Každá jednotka má samostatný nezávislý pohon.

**Počet pohybových jednotek (pohonů) odpovídá počtu nezávislých souřadnic výsledné polohy koncového členu robotu a je jím určen počet stupňů volnosti.**

## Členění kinematického řetězce

Pro vysvětlení členění a funkce jednotlivých částí řetězce je třeba pochopit, že poloha manipulovaného objektu je v prostoru obecně určena 6-ti souřadnicemi:

- tři souřadnice určují polohu těžiště  $S(x_S, y_S, z_S)$  a
- tři souřadnice určují natočení objektu kolem os  $x, y, z$  unášeného souřadného systému v těžišti objektu o úhly, které definují orientaci objektu v prostoru.

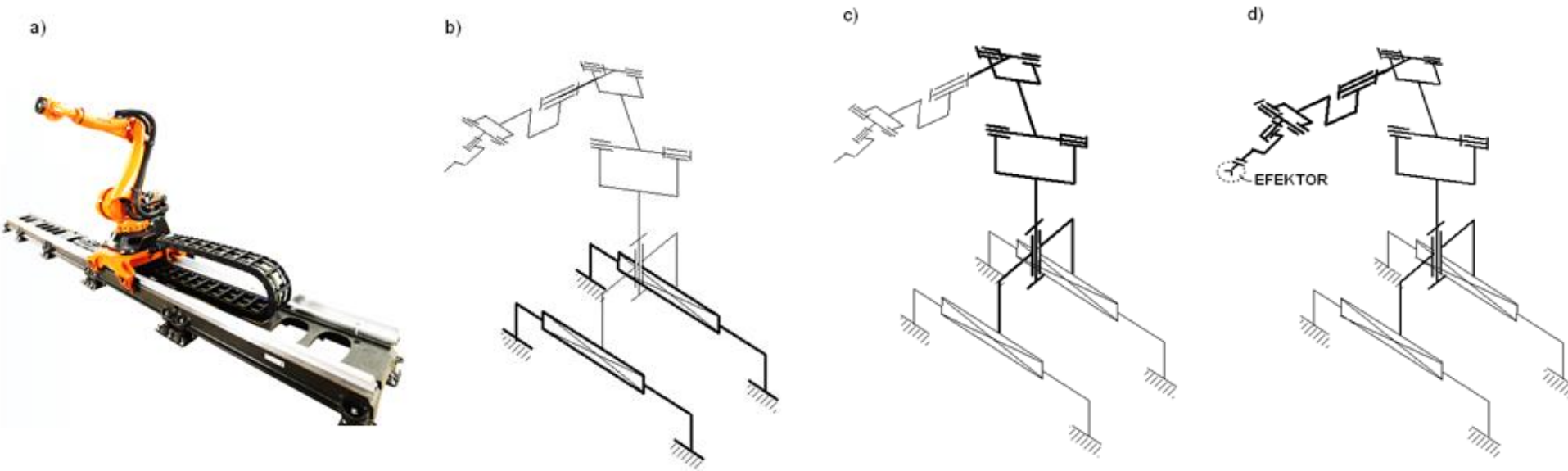


## Členění kinematického řetězce

Kinematický řetězec robotu je rozdělen na:

- polohovací ústrojí;
- orientační ústrojí;
- efektor;
- pojezdové ústrojí.

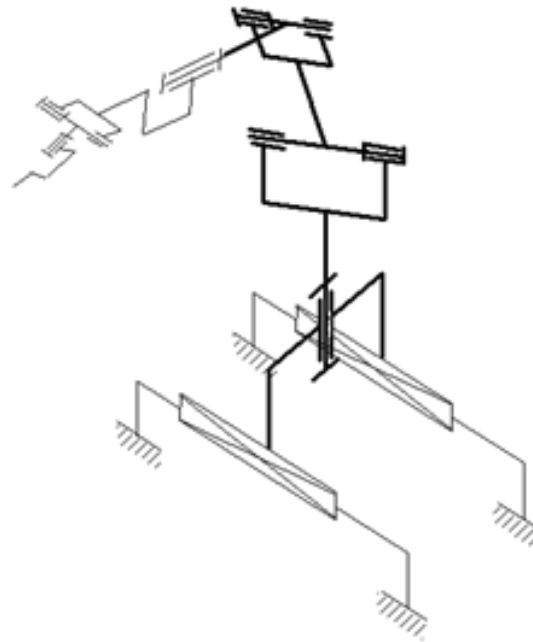
## Členění kinematického řetězce



## Členění kinematického řetězce

**Polohovací ústrojí** (*angl. Robot arm - rameno robotu*) - slouží k přemísťování objektů, resp. k jejich polohování v rovině nebo prostoru.

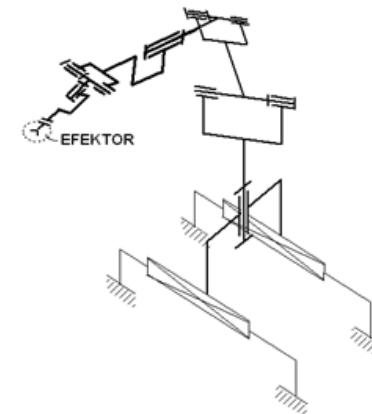
Polohovací ústrojí je základem stavby PR a konstrukčně je řešeno nejčastěji kombinací rotačních a translačních pohybových jednotek s různou mírou strukturální integrace v souladu se zvolenou koncepcí konstrukčního řešení.



## Členění kinematického řetězce

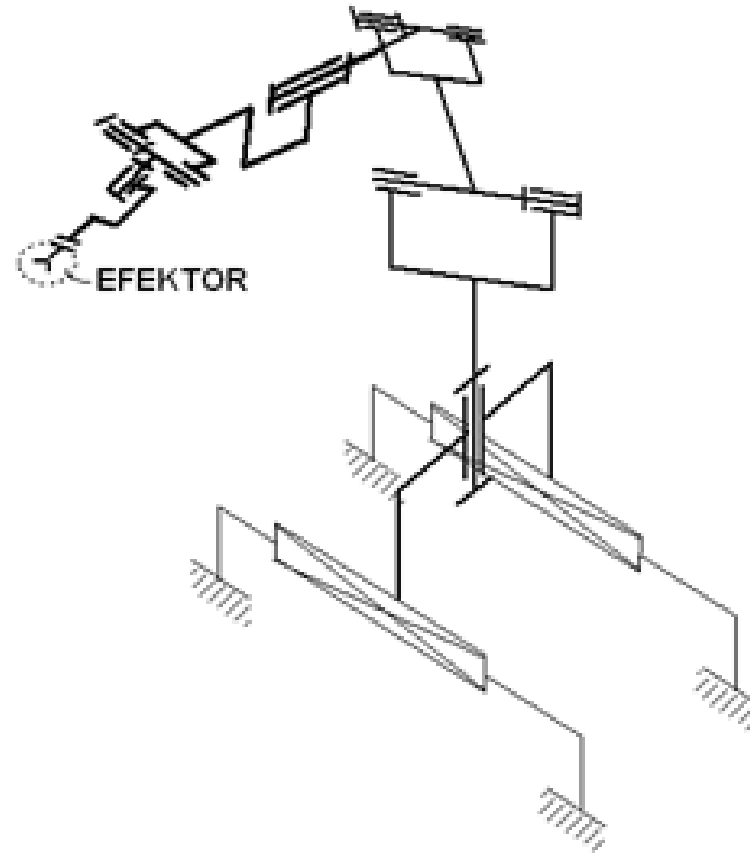
**Orientační ústrojí** (*angl. Wrist - zápěstí*) - umožňuje zachovat, popř. podle požadavků měnit orientaci objektu vůči pracovnímu prostředí (souřadnému systému rámu) a nejčastěji je realizován kloubovými mechanismy s vysokou mírou konstrukční integrace.

Ústrojí bývají přisuzovány **další funkce**, např. mikroposuvy, které nevedou přímo ke změně orientace, avšak jsou důležité z hlediska aplikačních požadavků na PR. Výjimečně, zejména u manipulátorů může orientační ústrojí **zcela chybět**, časté je řešení s **neúplným** orientačním ústrojím s jedním nebo dvěma stupni volnosti.





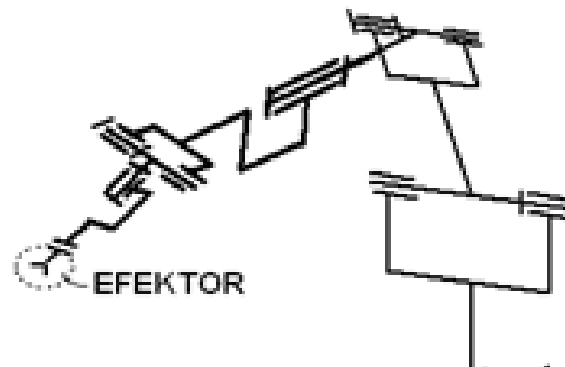
## Členění kinematického řetězce



## Členění kinematického řetězce

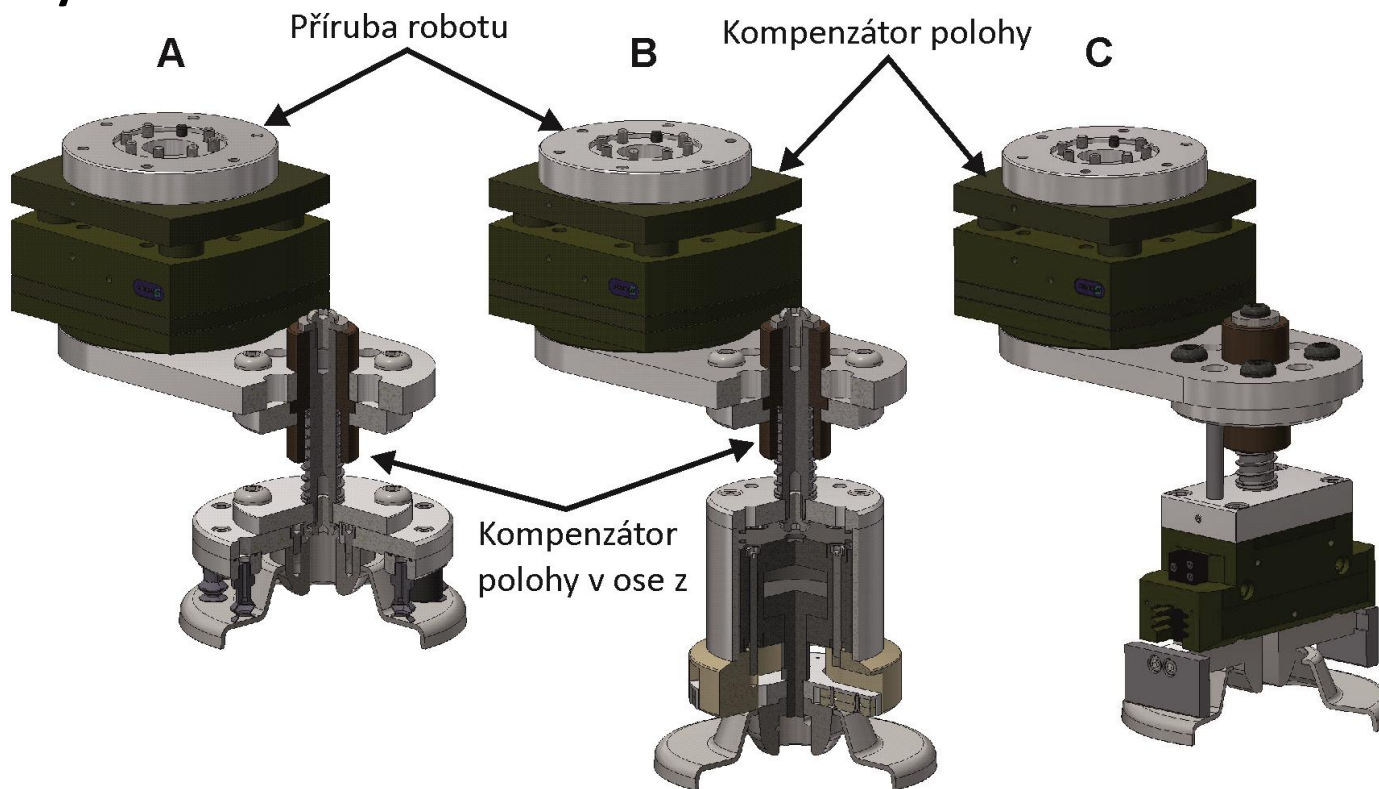
**Efektory** (*angl. End Effector* – výstupní hlavice) jsou ústrojí:

- **úchopné hlavice** (také **chapadla**), slouží uchopování a držení manipulovaného objektu,
- **technologické hlavice**, které jsou tvořeny speciálními pracovními nástroji (stříkací pistole, svařovací nástroje apod.) a slouží k realizaci technologických funkcí.
- ...



## Členění kinematického řetězce

### Efektory



Řez multi-přísavkovým (A) a magnetickým (B) chapadlem, model mechanického chapadla (C)

# Členění kinematického řetězce

## Efektory



RG2 GRIPPER



RG6 GRIPPER



DUAL GRIPPER



RG2-FT



GECKO GRIPPER



POLYSKIN TACTILE GRIPPER



## Členění kinematického řetězce

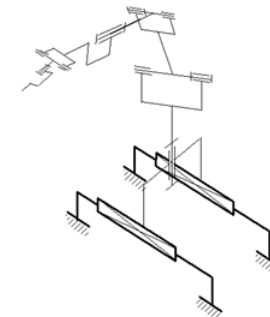
**Pojezdové ústrojí** – je od PR oddělená translační jednotka (často se zdvihem několika metrů).

Slouží ke zvětšení pracovního prostoru robotu při zachování vysoké přesnosti polohování.

Pojezdové ústrojí je umístěno:

- v úrovni podlahy,
- jako portál nad úrovní pracovních míst, na kterém je robot zavěšen "hlavou dolů,, (častěji).

Pojezdové ústrojí je funkčním doplňkem aplikovaným v případě nezbytnosti pro zvolené nasazení PR.



## Členění kinematického řetězce



<https://www.robots.com/robots/kuka-kr-60-jet> ,

<http://robotgossip.blogspot.com/2006/05/combined-6-axis-and-linear-robot.html>

## *Kinematické (strukturální) uspořádání PR a manipulátorů*

- Velmi rozmanité a jejich kinematické řetězce obsahují především nejrůznější kombinace rotačních a translačních kinematických dvojic.
- Liší se:
  - počtem stupňů volnosti,
  - typem kinematických dvojic a jejich vzájemnou variací.

Manipulátory mají obvykle  $2^\circ - 3^\circ$  volnosti (výjimečně více).  
PR mají obvykle  $4^\circ - 6^\circ$  (v případě pojezdu  $7^\circ$ ) volnosti.

**Větší počet stupňů volnosti = snížení polohové tuhost koncového členu a klesá přesnost polohování.**

Vyšší počet je používán pouze výjimečně v případech, vyžadujících složitou manipulaci v nepřístupných prostorech.

## *Kinematické (strukturální) uspořádání PR a manipulátorů*

Struktura kinematického řetězce není náhodná a sleduje především splnění těchto podmínek:

1. **Požadované dráhy těžiště objektu** (manipulační prostor);
2. Požadovaná přesnost polohování;
3. Požadovaná (anebo neměnná) orientace objektu vůči základnímu souřadnému systému;
4. Vhodná vazba kinematického řetězce na pohony pohybových jednotek;
5. Vhodnost konstrukčního provedení;
6. Vazba na jiná manipulační a pomocná (periferní) zařízení.



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

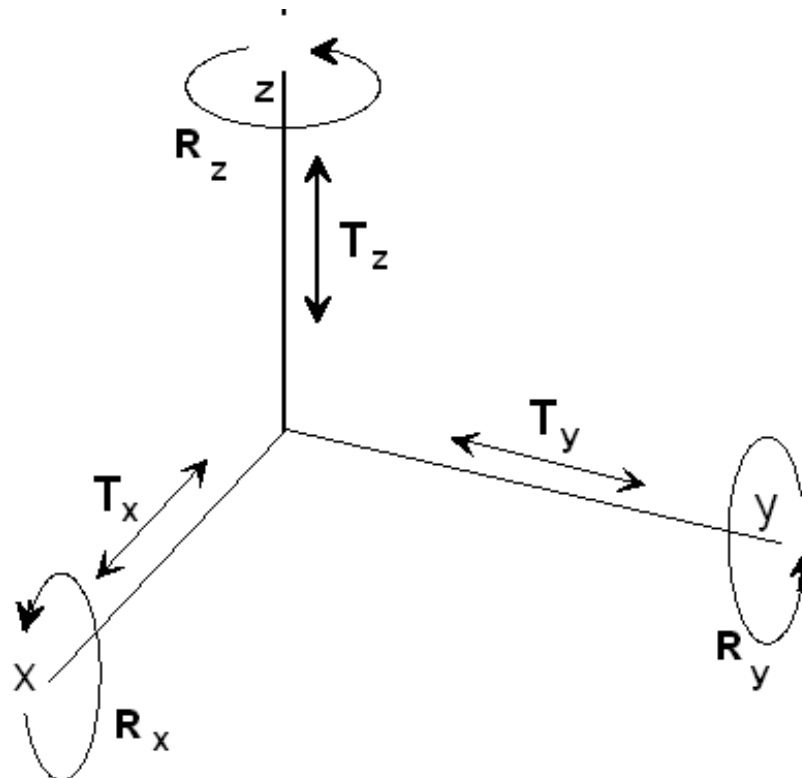
Těžiště manipulovaného objektu se může pohybovat:

- po přímce ( $1^\circ$ );
- po kružnici ( $1^\circ$ );
- po křivce ležící v rovině, na válcové anebo kulové ploše ( $2^\circ$ );
- po obecné křivce ( $3^\circ$ ).

Důležitá je **vazba polohovacího ústrojí na základní souřadný systém**, tj. vztah polohy pohybových os rotačních a translačních pohybových jednotek k osám základního souřadného systému  $0, x, y, z$ .

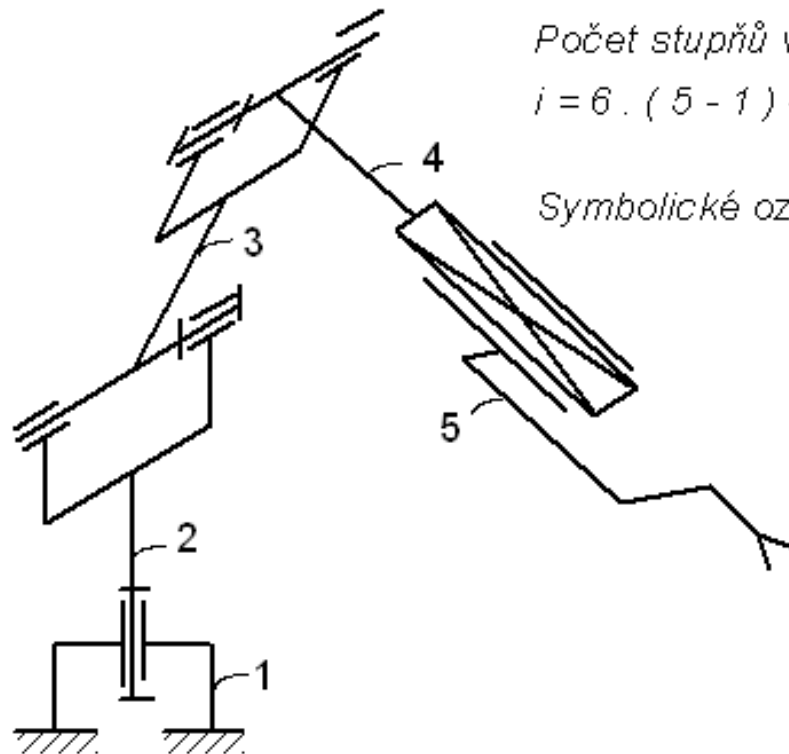
## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

Velmi častý je případ, kdy pohybové osy a osy souřadného systému jsou totožné nebo rovnoběžné (popř. kolmé).



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

$R_z, R_x, R_x, (T_y)$



Počet stupňů volnosti:

$$i = 6 \cdot (5 - 1) - 5 \cdot 4 = 24 - 20 = 4^\circ$$

Symbolické označení struktury:

$RRR(T)$

## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

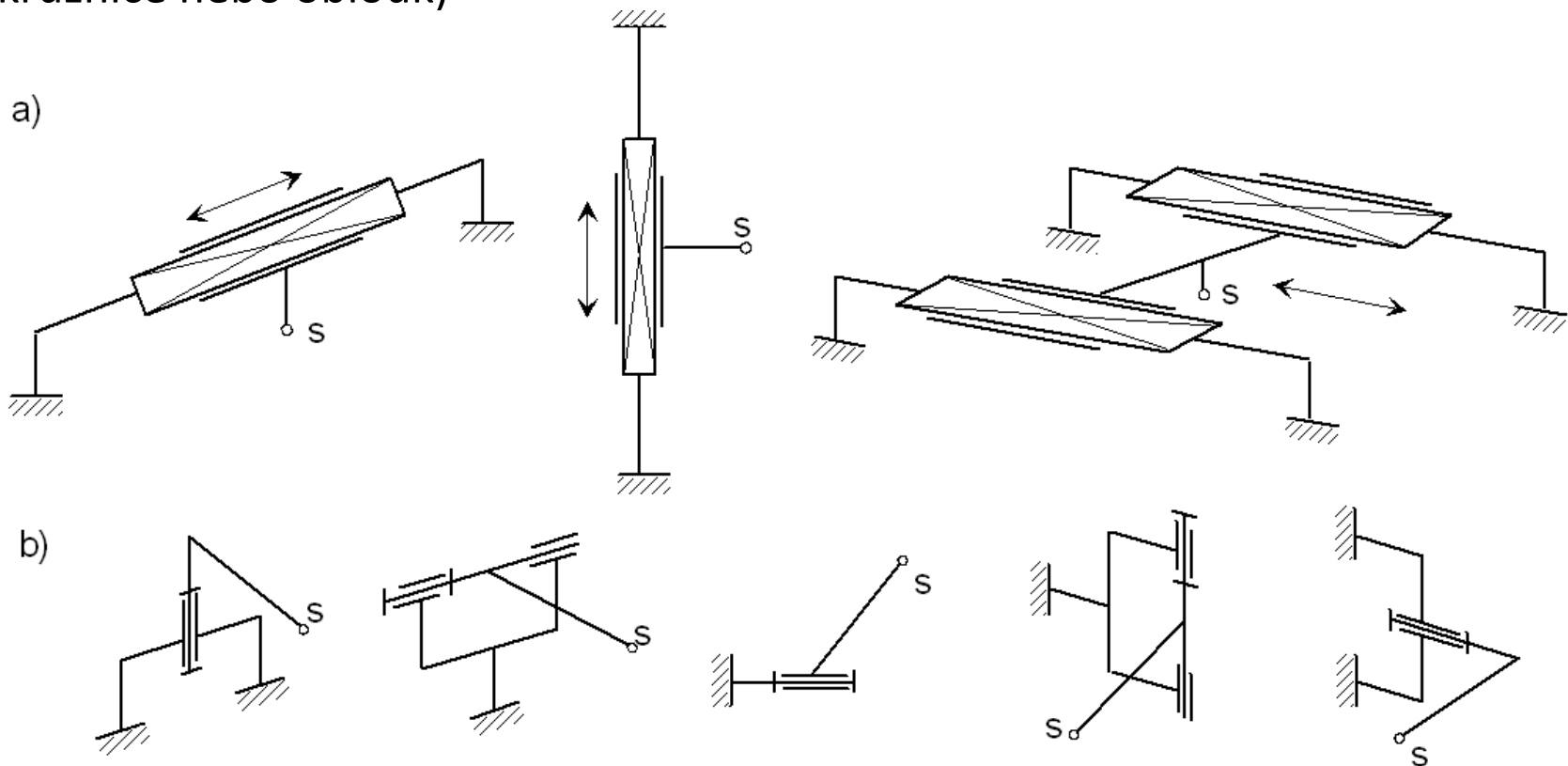
### Přehled struktur polohovacího ústrojí

Počet °volnosti	Symbolický popis kinem. řetězce	Počet možných uspořádání	Dráha objektu
Pro 1°volnosti	T	3	Úsečka kružnice, oblouk
	R	3	
Pro 2°volnosti	TT	6	Obecná rovinná křivka resp. křivka na válcové nebo sférické ploše
	RT, TR	9	
	RR	6	
Pro 3°volnosti	TTT	6	Obecná prostorová křivka
	RTT, TRT, TTR	18	
	RRT, TRR, RTR	27	
	RRR	6	

Zahrnuje všechna teoreticky možná uspořádání, za předpokladu, že translace ve směru jedné pohybové osy se může v řetězci vyskytovat pouze 1x a rotace kolem rovnoběžných os se vyskytuje nejvýše 2x.

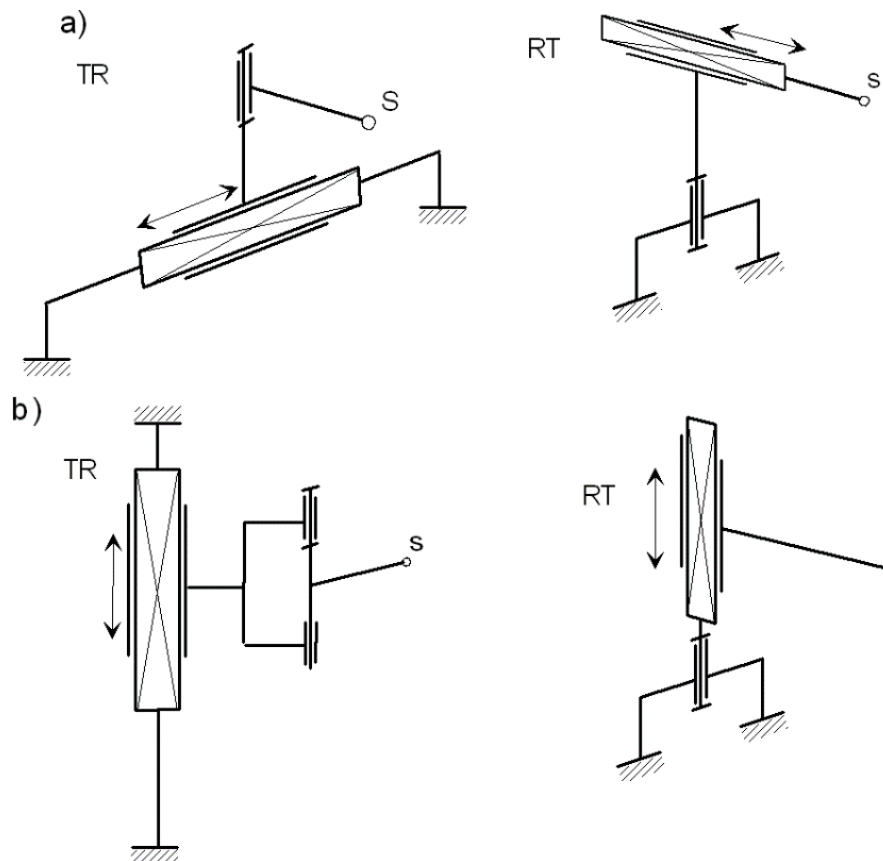
## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

**Příklady kinematických struktur s 1° volnosti:** a – realizace pohybu po přímce; (pracovní prostor úsečka); b – pohyb po kružnici (pracovní prostor kružnice nebo oblouk)



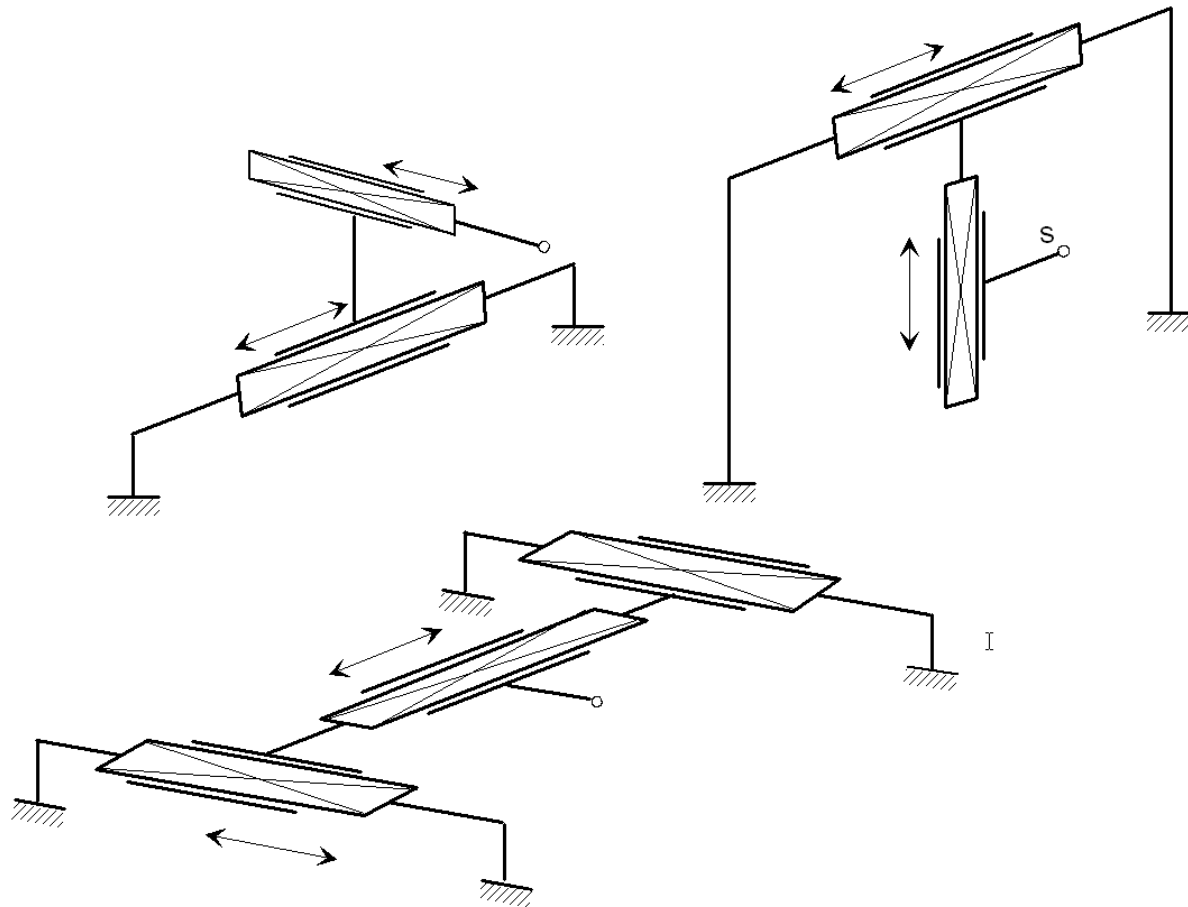
## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

**Příklady nestejnorodých struktur se 2° volnosti:** a – pracovní prostor část roviny; b – pracovní prostor na válcové ploše



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

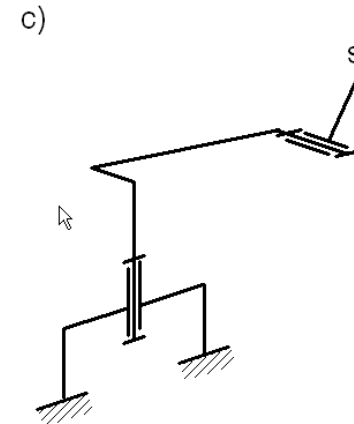
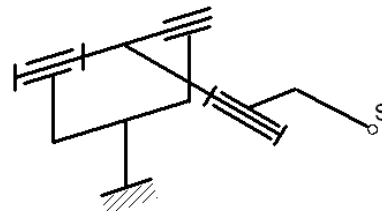
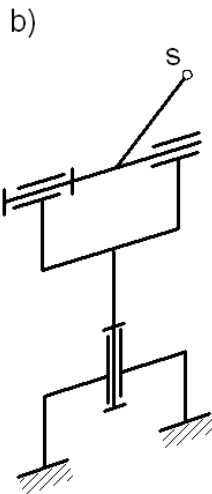
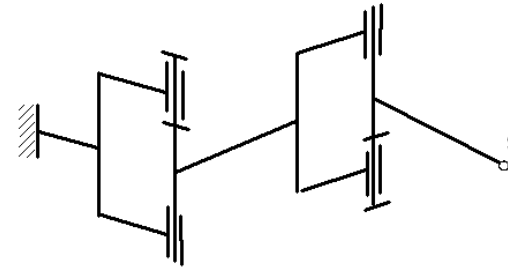
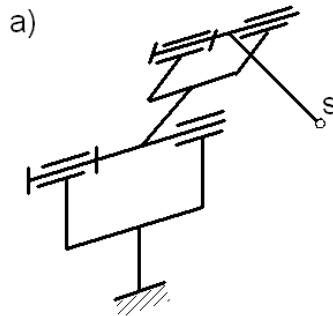
### Příklady stejnorodých struktur se 2°s translačními kinematickými dvojicemi



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

**Příklady stejnorodých struktur se dvěma rotačními jednotkami ( $2^\circ$  volnosti):**

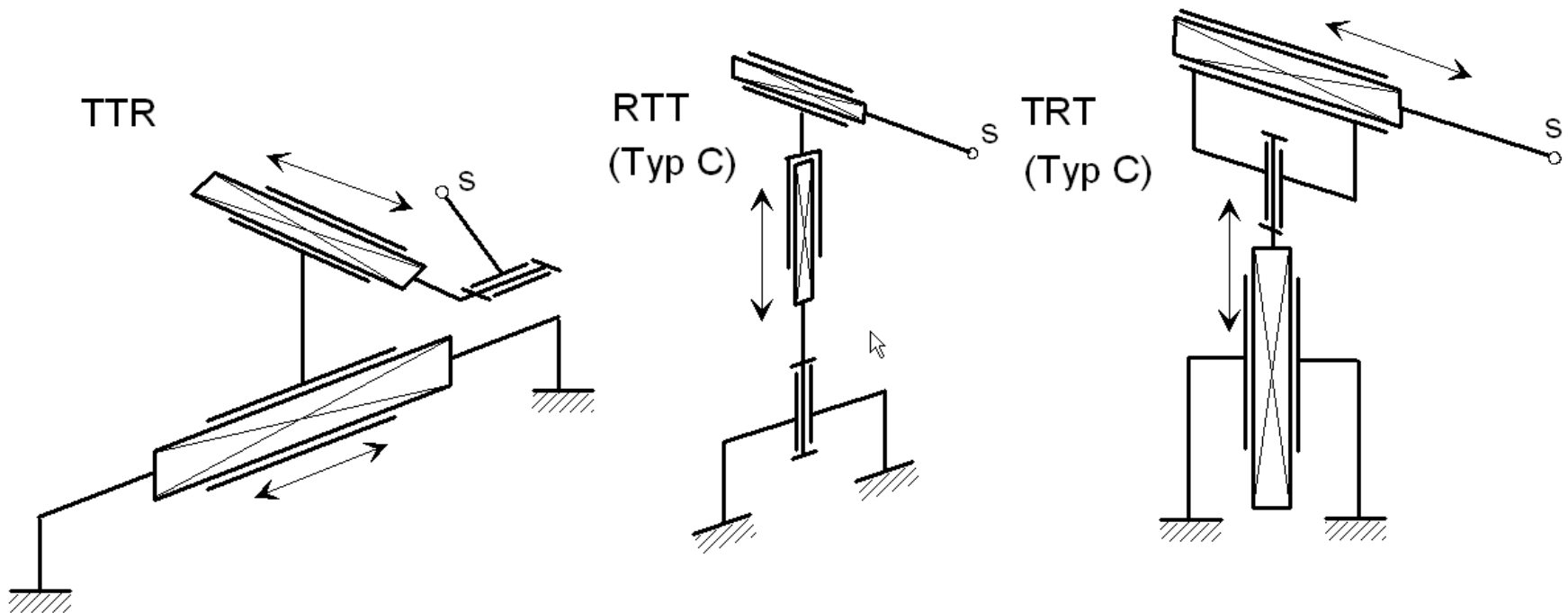
a- dráha objektu v rovině; b – dráha objektu na sférické ploše; c – povrch anuloidu





## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

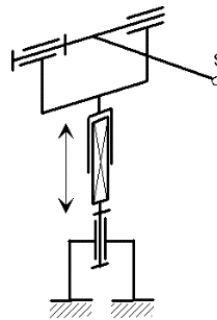
Příklady struktur polohovacího ústrojí průmyslových robotů – kinematické řetězce se 3° stupni volnosti



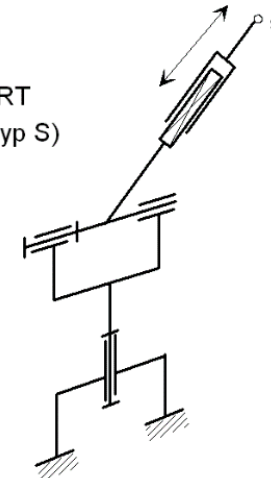
## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

Příklady struktur polohovacího ústrojí průmyslových robotů – kinematické řetězce se 3° volnost

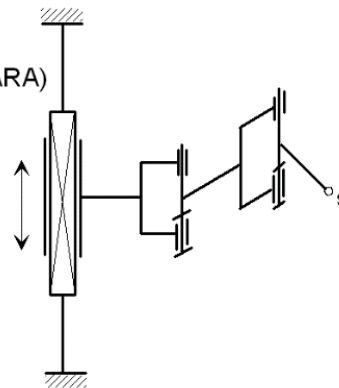
RTR



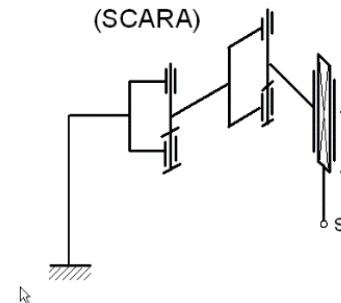
RRT  
(Typ S)



TRR  
(SCARA)

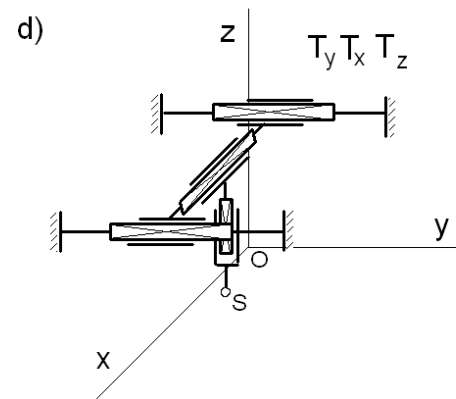
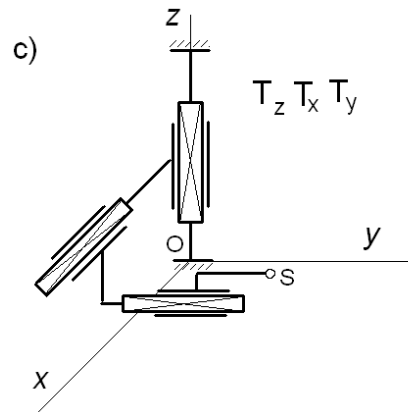
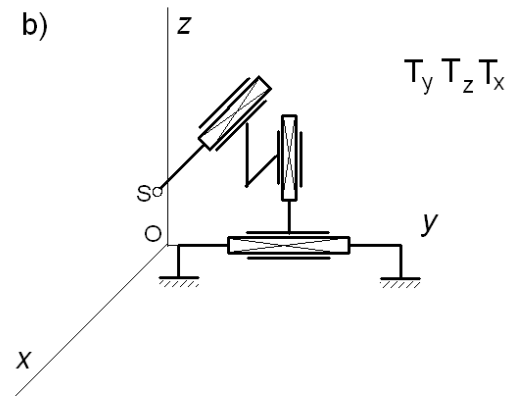
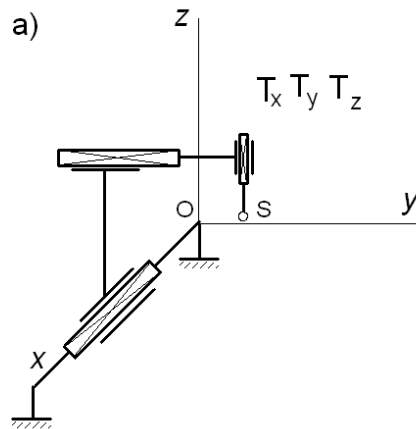


RRT  
(SCARA)



# Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

## Možnosti realizace kinematického řetězce TTT



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

### Přehled struktur polohovacího ústrojí

Počet °volnosti	Symbolický popis kinem. řetězce	Počet možných uspořádání	Dráha objektu
Pro 1°volnosti	T	3	Úsečka kružnice, oblouk
	R	3	
Pro 2°volnosti	TT	6	Obecná rovinná křivka resp. křivka na válcové nebo sférické ploše
	RT, TR	9	
	RR	6	
Pro 3°volnosti	TTT	6	Obecná prostorová křivka
	RTT, TRT, TTR	18	
	RRT, TRR, RTR	27	
	RRR	6	

Zahrnuje všechna teoreticky možná uspořádání, za předpokladu, že translace ve směru jedné pohybové osy se může v řetězci vyskytovat pouze 1x a rotace kolem rovnoběžných os se vyskytuje nejvýše 2x.



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

Lze ukázat, že některé varianty uspořádání uvedené výše jsou rovnocenné a jejich rozlišování je pro praktické aplikace neúčelné.

Například struktura TTT má za předpokladu, že nepřipustíme translaci podél rovnoběžných os tato možná uspořádání:

$$\begin{matrix} T_x T_y T_z \\ T_x T_z T_y \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} T_y T_x T_z \\ T_y T_z T_x \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} T_z T_x T_y \\ T_z T_y T_x \end{matrix}$$

Protože osy  $x$ ,  $y$  jsou z hlediska změn potenciální energie při pohybu mechanismu rovnocenné, tj. , pak pro praktickou realizaci zbývají struktury

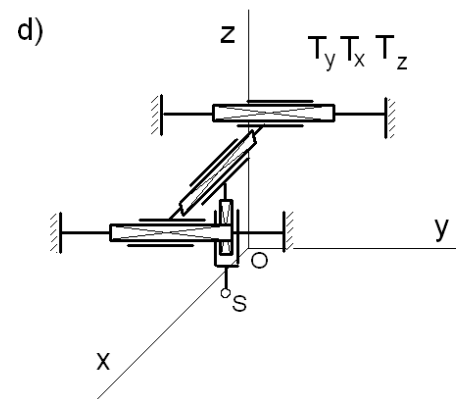
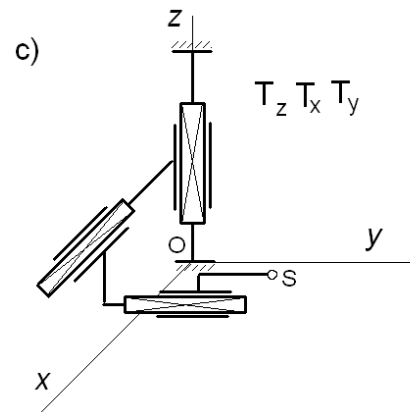
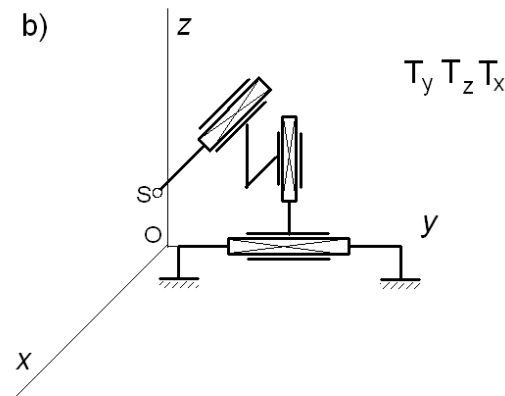
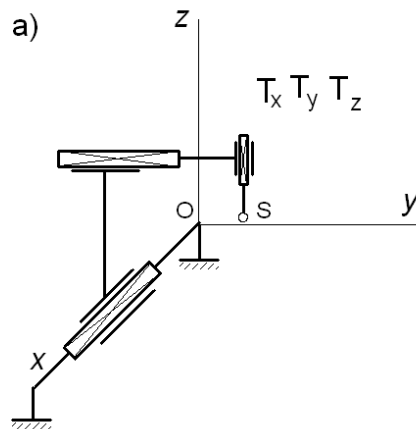
$$T_x T_y T_z$$

$$T_y T_z T_x$$

$$T_z T_x T_y$$

# Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

## Možnosti realizace kinematického řetězce TTT



## Požadovaná dráha těžiště objektu - struktura polohovacího ústrojí

Konstrukční řešení účelových robotů a manipulátorů vyžaduje v rámci úvodních úvah o koncepci zařízení **velmi přesnou představu o požadovaném manipulačním prostoru** a způsobu jeho zajištění kinematickým řetězcem polohovacího ústrojí.

Je tedy nutné se zabývat úlohou **zakreslení manipulačního prostoru pro zadaný kinematický řetězec** a také obrácenou úlohou, umět **pro zadaný pracovní prostor sestavit kinematický řetězec** pro jeho obslužení.

Tři stupně volnosti polohovacího ústrojí umožňují uvažovat o dosažení polohy těžiště objektu, nikoliv jeho náležitou orientaci v prostoru, k tomu je nutné doplnit řetězec robotu o tzv. orientační ústrojí vhodné koncepce.

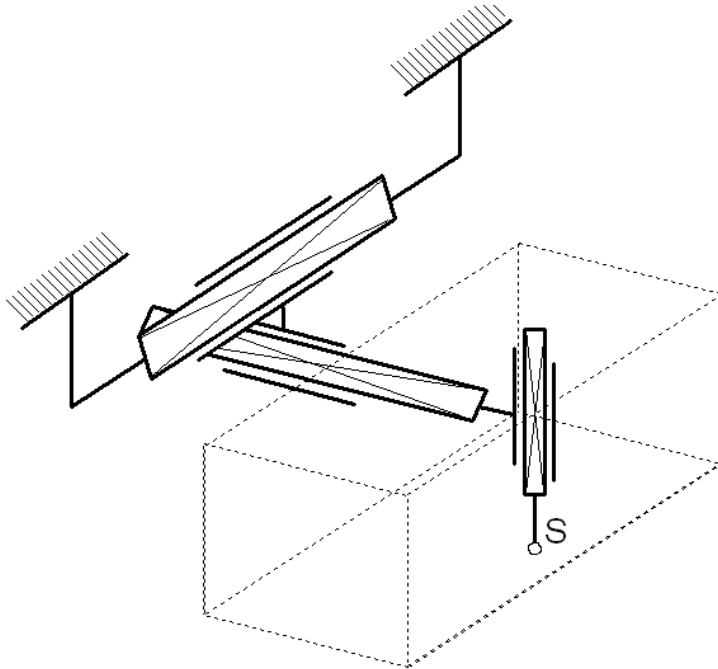
## Základní koncepce kinematické struktury univerzálních PR

Z celé široké škály kinematických struktur je renomovanými výrobci univerzálních robotů přednostně využíváno 5 základních struktur kinematických řetězců polohovacího ústrojí PR:

- typ kartézský,
- typ cylindrický,
- (typ sférický – nahrazen),
- typ angulární,
- typ SCARA,
- paralelní struktury robotů.



## 1. Typ kartézský



Kinematický řetězec *TTT* je složený ze tří na sebe kolmých translačních jednotek.

Pracovním prostorem je hranol.

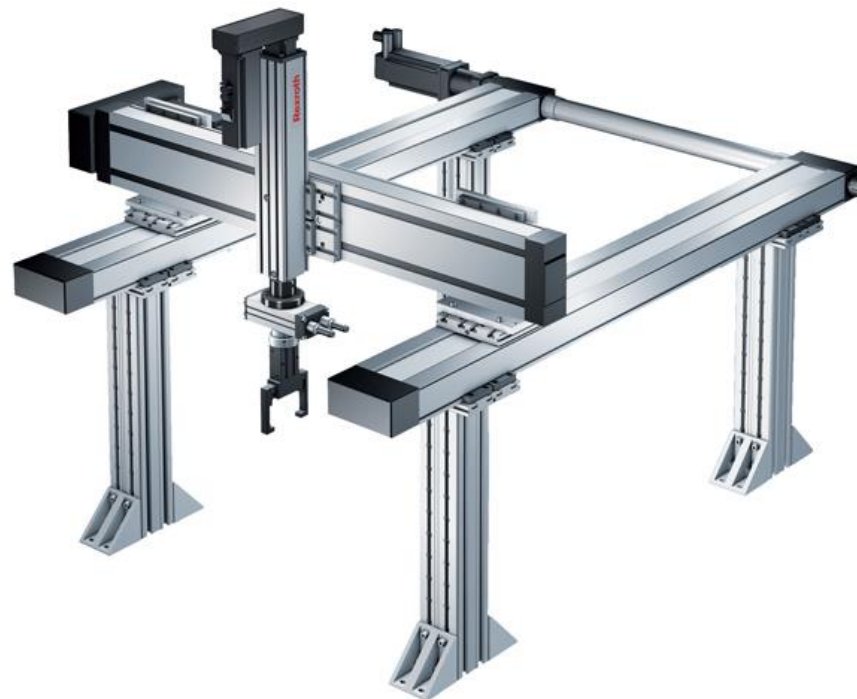
Pohybové jednotky jsou konstrukčně většinou složitější, větší a těžší ve srovnání s rotačními jednotkami.

Výhodou je vysoká tuhost a přesnost polohování. Struktura je též výhodná pro stavebnicovou konstrukci.

Trend:

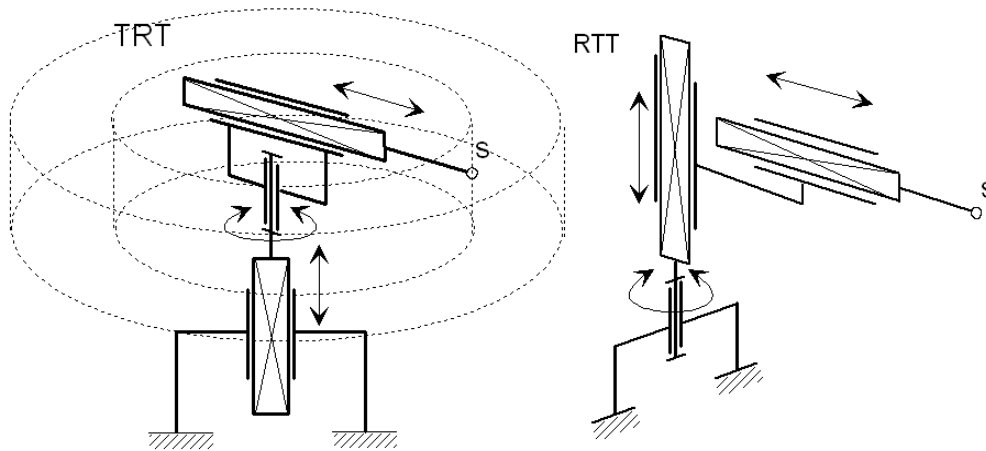
Podíl manipulátorů a robotů s touto koncepcí roste.

## 1. Typ kartézský



<https://www.youtube.com/watch?v=g6BTIOSaUDM>

## 2. Typ cylindrický (válcový)



### Trend:

V souvislosti s ústupem hnízdového (pilotového) uspořádání robotizovaných technologických pracovišť a upřednostňováním lineárního layoutu pružných výrobních systémů podíl těchto robotů na celkové produkci spíše klesá.

Polohovací ústrojí tvořeno řetězcem TRT resp. RTT a obsahuje vertikální a horizontální translační jednotku a osa rotace rotační jednotky je svislá.

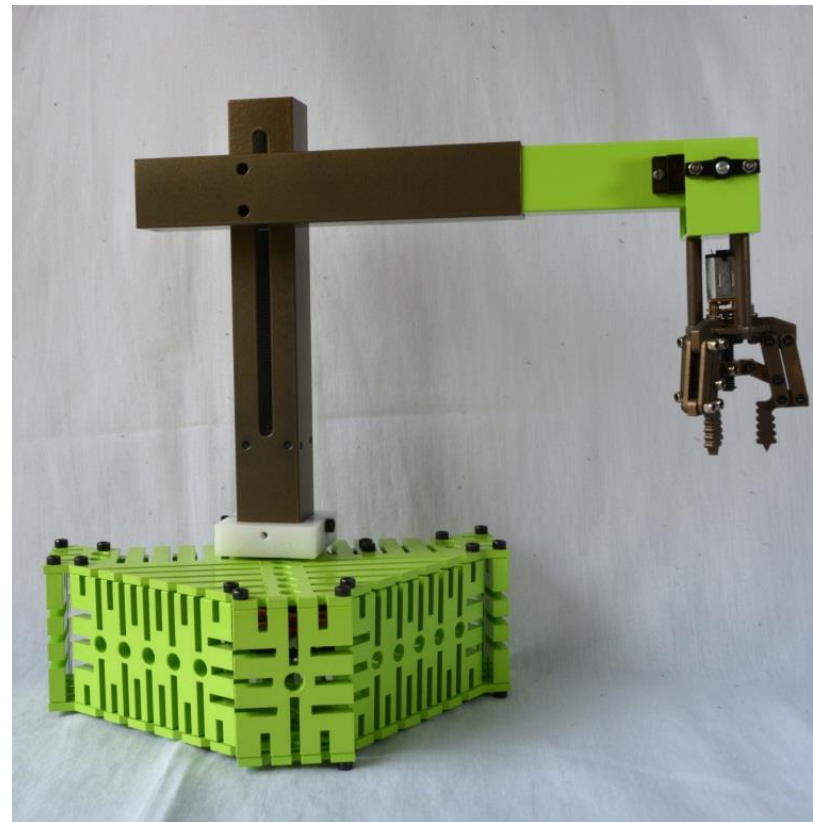
Jednotky jsou nejčastěji s pneumatickými pohony a s PTP (sekvenčním) řízením (point-to-point).

Pracovním prostorem je válcový prstenec.

Řada manipulátorů a jednoduchých robotů je právě této koncepce.

Z hlediska konstrukce je časté modulární řešení.

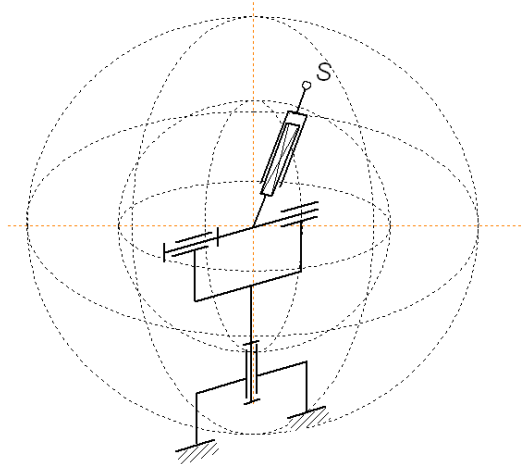
## 2. Typ cylindrický (válcový)



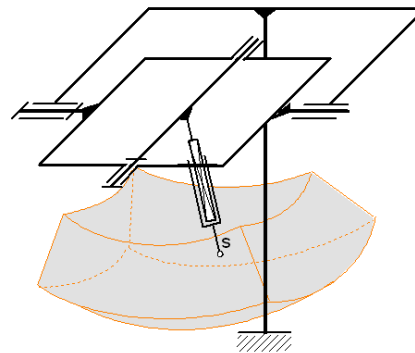
<https://www.youtube.com/watch?v=Hj7PxjeH5y0>

### 3. Typ sférický (polární)

Koncepce Unimation :



Koncepce ABB:



#### Trend:

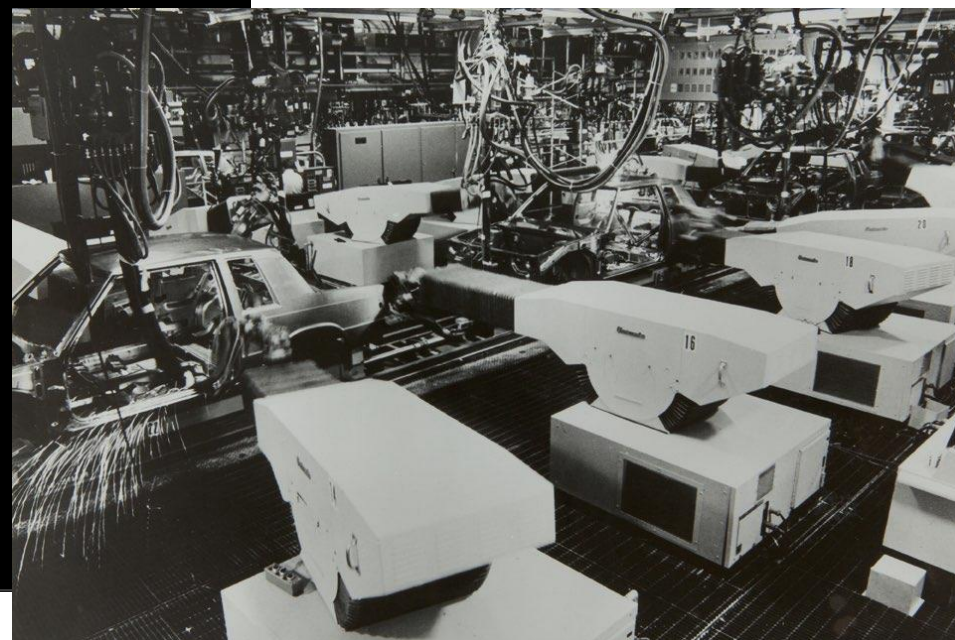
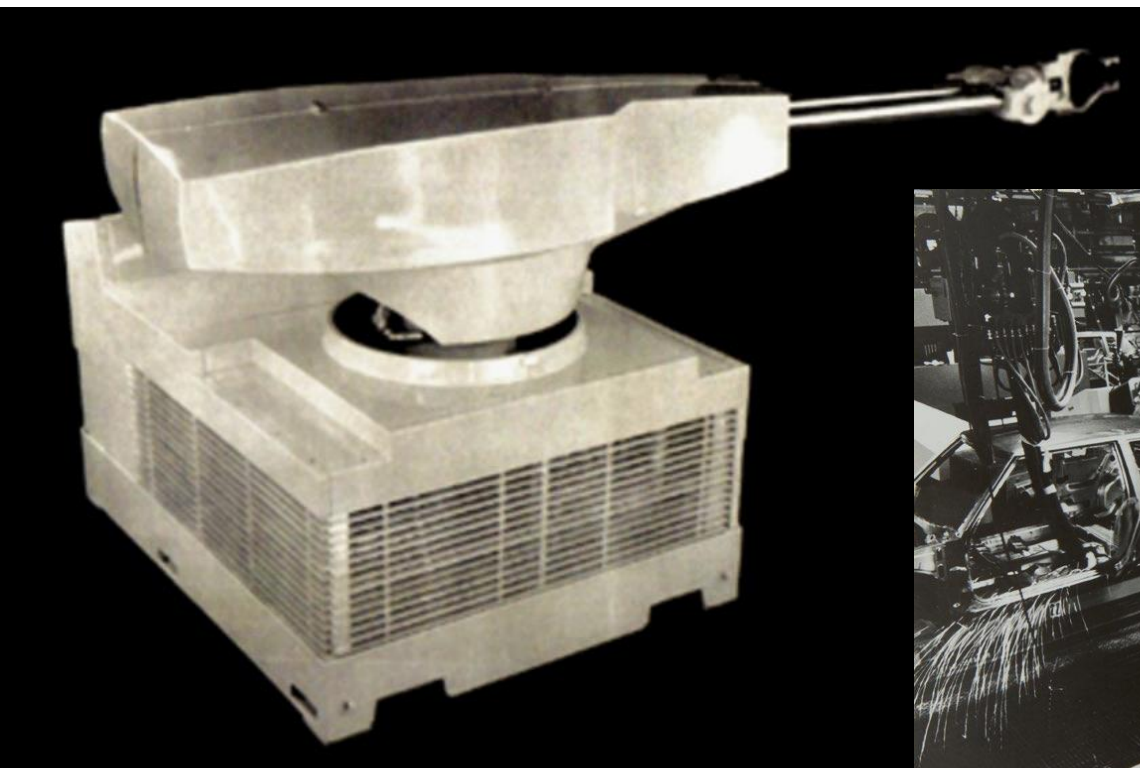
Tato struktura je dnes takřka úplně nahrazena výhodnější strukturou angulární.

Polohovací ústrojí tvořeno kinematickým řetězcem RRT, přičemž obě rotační pohybové jednotky mají osy na sebe kolmé a translace se děje vždy ve směru kolmém na prostřední rotaci.

Takto tvořený řetězec pak modeluje sférický souřadný systém.

Tato struktura byla použita poprvé začátkem 70. let pro servořízené roboty firmy Unimate a postupně doznala značného rozšíření pro technologické aplikace v automobilovém průmyslu.

### 3. Typ sférický (polární)

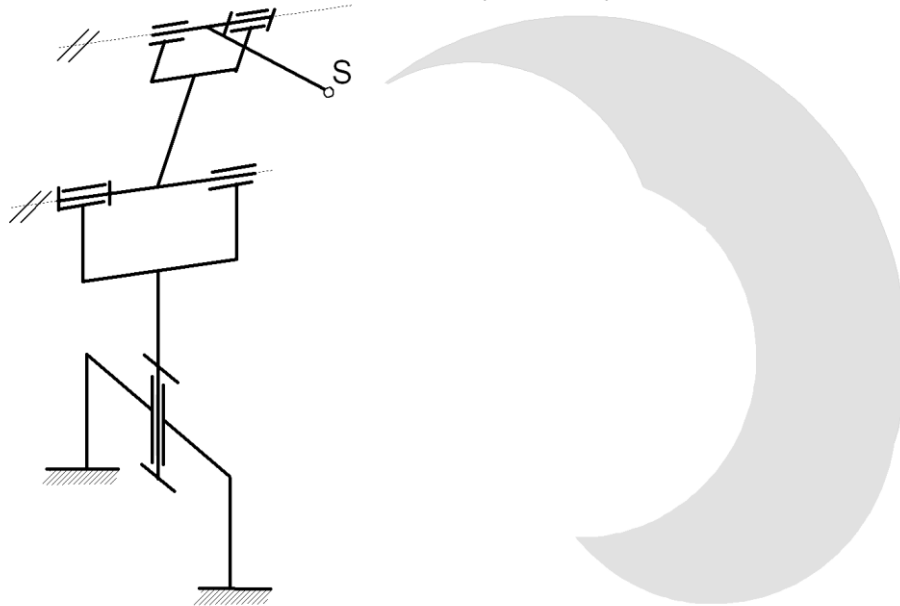


<https://www.youtube.com/watch?v=yQeoqHgUeww>



## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)

Průřez pracovním prostorem:



### Trend:

Celkový podíl robotů tohoto typu na celkovém počtu vyráběných průmyslových robotů trvale roste a v současné době činí více než 2/3 aplikací.

Polohovacím ústrojím ze tří rotačních jednotek RRR, rotace kolem svislé osy a zbývající osy jsou vodorovné a rovnoběžné.

Orientace mění ve třech osách, je nutné úplné orientační ústrojí se 3° volnosti. Výhodou je anatomičnost a pracovní prostor dovoluje pracovat poblíž osy z, má velmi dobrou manévrovací schopnost (schopnost vyhýbat se překážkám) a vysoký koeficient obslužnosti v celém manipulačním prostoru.

Je výhodný pro technologické aplikace, je jednoznačně aplikováno dráhové řízení a především elektrické servopohony.

## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



<https://www.youtube.com/watch?v=v46a6Dt-aql>



## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



Obsluha CNC obráběcích strojů

## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



Řezání ocelových polotovarů

## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



Paletizace v potravinářském průmyslu

## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



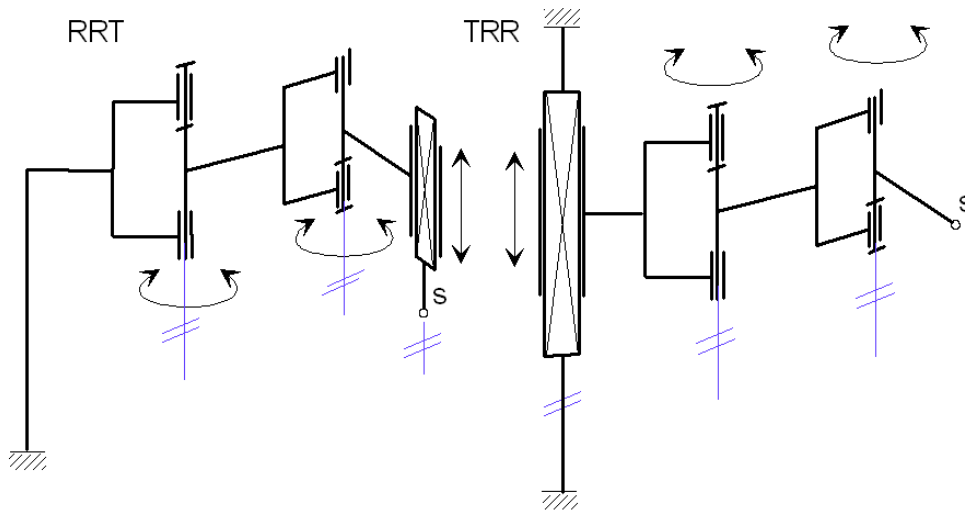
Manipulace s plochým sklem, nosnost robotu 500 kg

## 4. Typ angulární (antropomorfní, multiúhlový, kloubový)



Zakládání výrobků do pecí, teplotně odolné roboty

## 5. Typ SCARA (z angl. System Compliance Assembly Robot Arm)



Polohovací ústrojí speciálně vyvinuté pro aplikace v automatické montáži (kinematický řetězcem TRR, resp. RRT), všechny pohybové osy jsou svislé a vzájemně rovnoběžné.

Struktura je výhodná pro montážní i technologické účely s možností přesného polohování (běžná přesnost  $\pm 0,05$  mm) a značných rychlostí v horizontální rovině (běžně  $4 - 6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

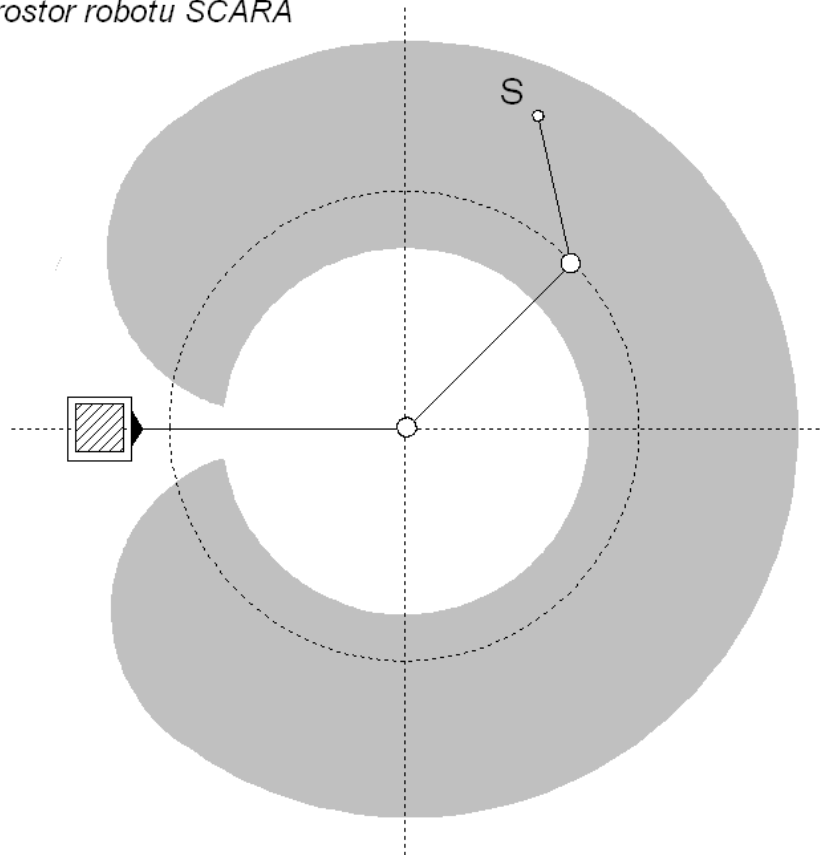
Pohony jsou dnes výhradně tvořeny elektrickými EC servopohony a je zde aplikováno dráhové CNC řízení a obvykle je produkce orientována na nosnosti 5 až 10 kg.

### Trend:

V souladu s rozvojem montážních aplikací podíl v posledních 10ti letech výrazně roste a dosahuje cca 15 - 20% podílu na trhu robotů.

## 5. Typ SCARA (z angl. System Compliance Assembly Robot Arm)

Pracovní prostor robotu SCARA  
(půdorys):



## 5. Typ SCARA (z angl. System Compliance Assembly Robot Arm)



<https://www.youtube.com/watch?v=vKD20BTkXhk>



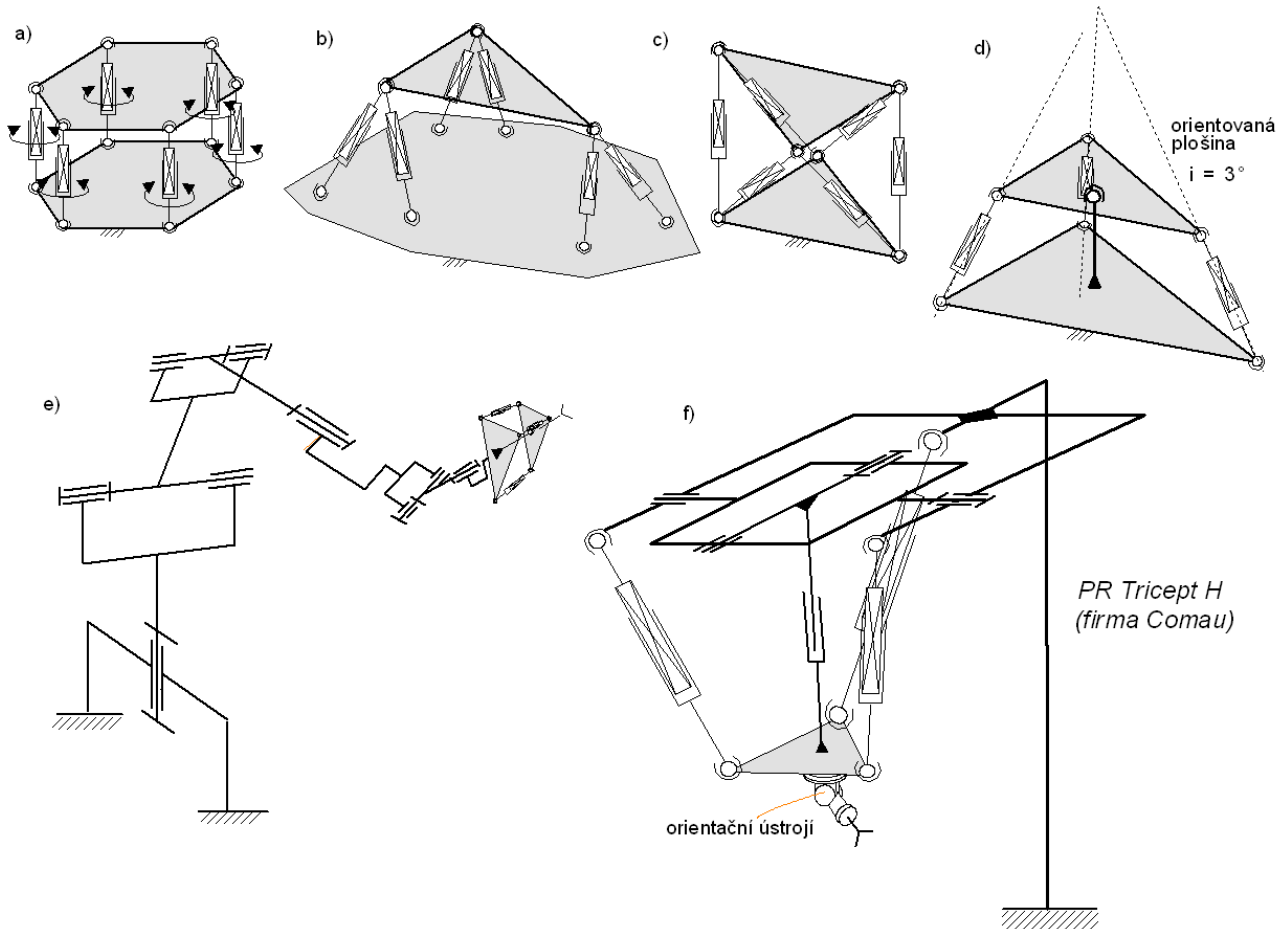
## 6. Paralelní struktury robotů

V poslední době nalézají uplatnění tzv. paralelní struktury kinematických řetězců, které vzniknou obecně připojením výstupních členů soustavy na rám prostřednictvím několika klasických sériových řetězců.

V praxi se pak přednostně uplatňují různé variace Stewartovy plošiny v současnosti nejčastěji v hexapodním uspořádání (z lat. Hexapod = šestinožec).

Toto uspořádání obsahující posuvnou kinematickou dvojici a připojené na rám pomocí sférických kinematických dvojic dává plošině  $6^\circ$  volnosti (výpočtem  $i = 6 \cdot (14 - 1) - 5 \cdot 6 - 3 \cdot 12 = 12^\circ$  a po odečtení 6-ti nadbytečných rotací  $isk = 6^\circ$ ).

## 6. Paralelní struktury robotů



*Princip aplikace paralelních kinematických struktur: a – princip Stewartovy plošiny; b, c – výhodnější varianty; d – orientovaná plošina; e, f – příklady aplikace u PR*

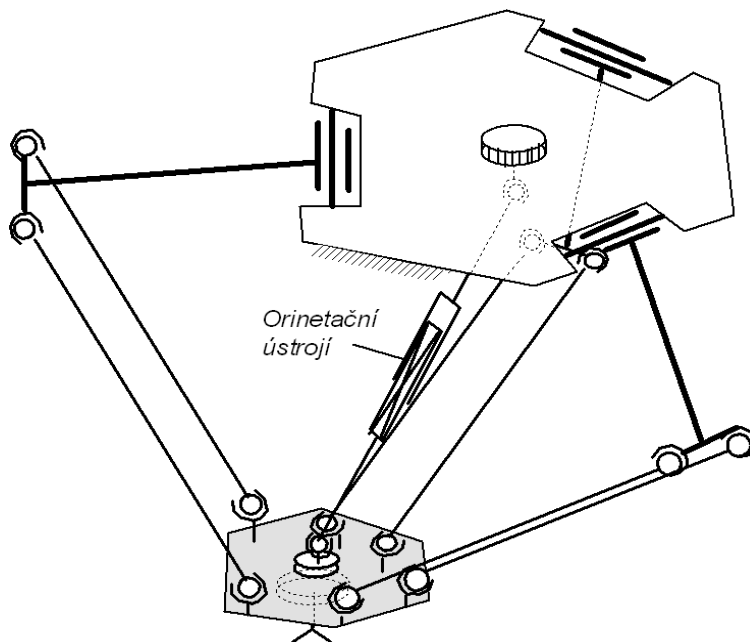
## 6. Paralelní struktury robotů

Připojením plošiny na rám pomocí sférického uložení odebereme strukturu 3°volnosti a dostáváme tzv. orientovanou plošinu (Obr. d, e), která má výhodné aplikační vlastnosti v systémech pasivní i aktivní kompenzace chyb prostorové orientace a s výhodou nalézá uplatnění také v realizaci automatické montáže. Variace struktur b) a c) jsou současným hitem v novém koncepčním řešení obráběcích center (firmy Geodetics a Intersoll).

## 6. Paralelní struktury robotů

Častou strukturou aplikovanou pro jednoduchou rychlou manipulaci je tzv. DELTA robot.

a) schéma DELTA robotu



b) Ukázkové provedení Flex Picker (firma ABB)

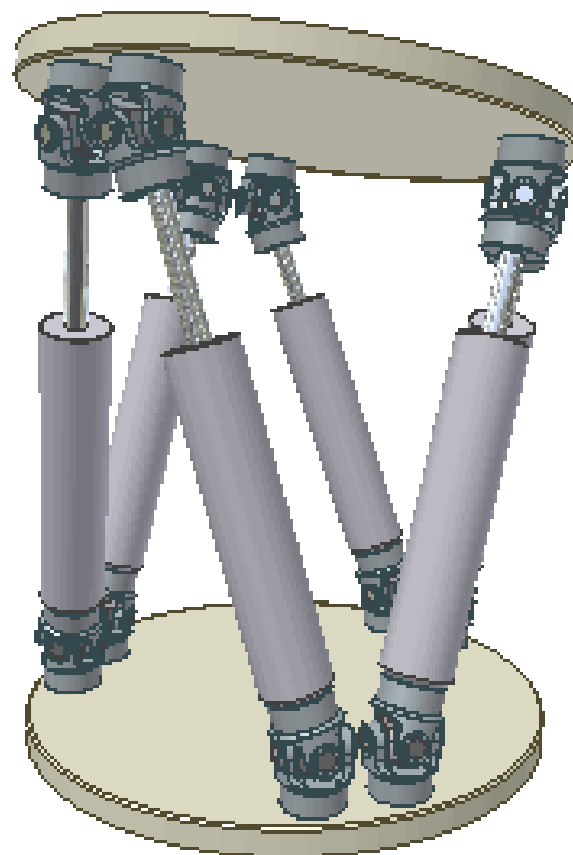


<https://www.youtube.com/watch?v=v9oeOYMRvuQ>

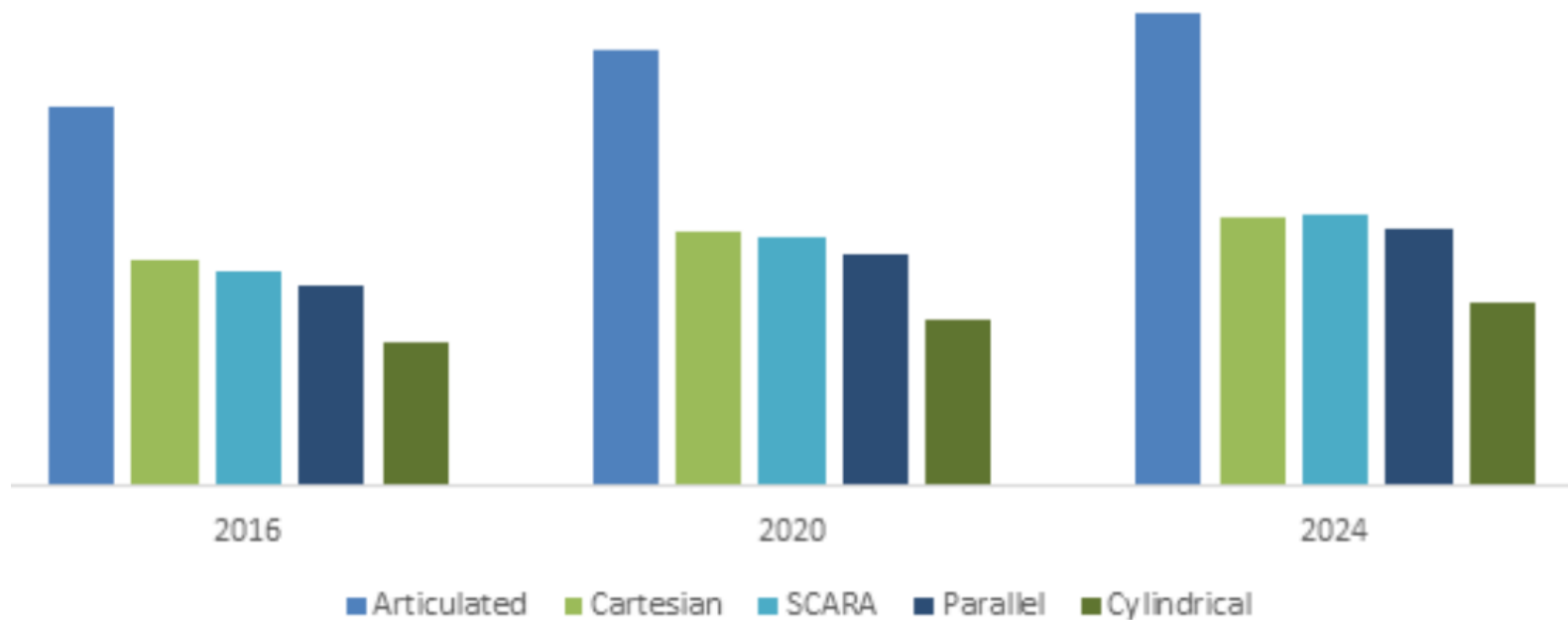
## 6. Paralelní struktury robotů



## 6. Paralelní struktury robotů



## Přehled počtu nasazených robotů jednotlivých typů



## *Průmyslové roboty a manipulátory*

*Koncepce strukturálního uspořádání kinematického řetězce účelových manipulátorů bývá ve větší míře podřízena konkrétní aplikaci. V současné době jsou též široce aplikovány modulární manipulátory, které mají širokou variabilitu v koncepci kinematického řetězce a v konstrukčním provedení jednotlivých pohybových jednotek.*

*Cílem této kapitoly bylo ukázat souvislost mezi kinematickým řetězcem robotů, jejich vlastnostmi, aplikačními možnostmi a vhodností pro použití příslušného typu pohonu. Je požadována orientace v této problematice a schopnost na první pohled umět rozpoznat základní typy struktury průmyslových robotů.*



# Příště: Manipulační prostor a manipulační možnosti