

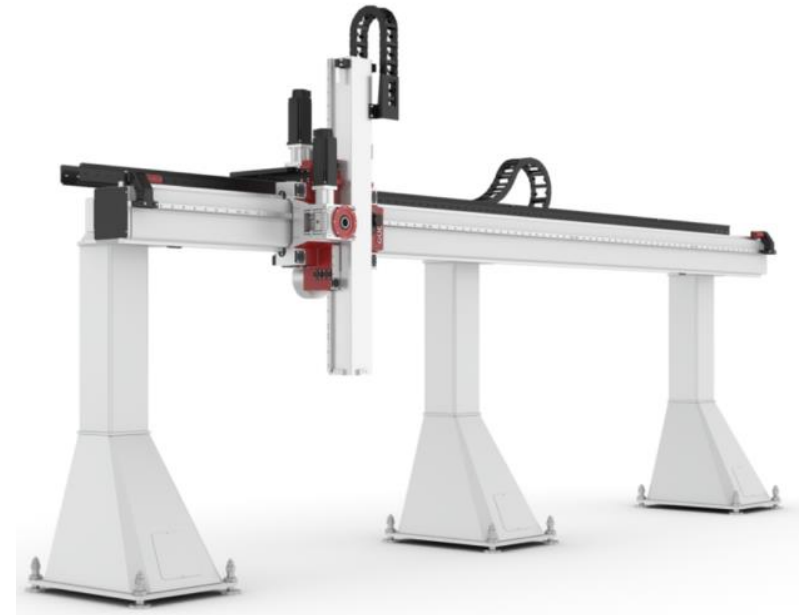
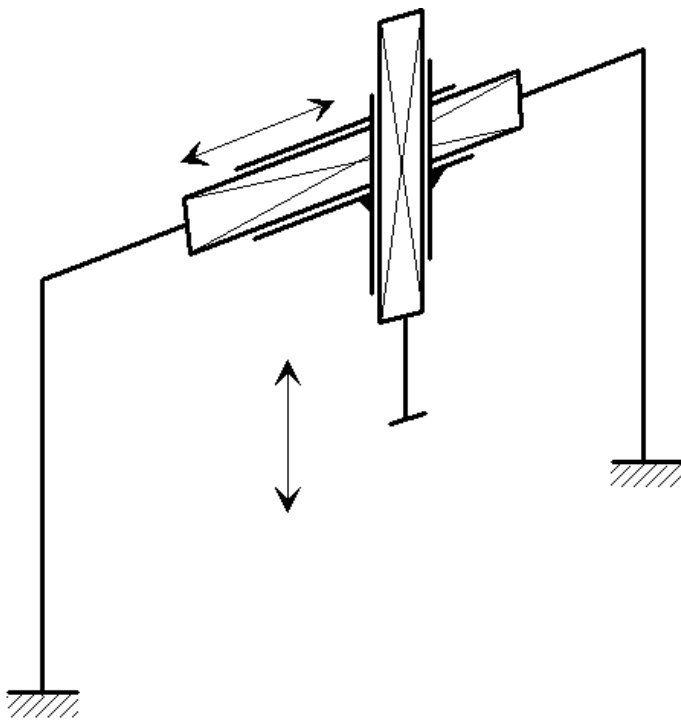
## Automatizace a robotizace ve strojírenství

***Manipulační prostor a manipulační  
možnosti***

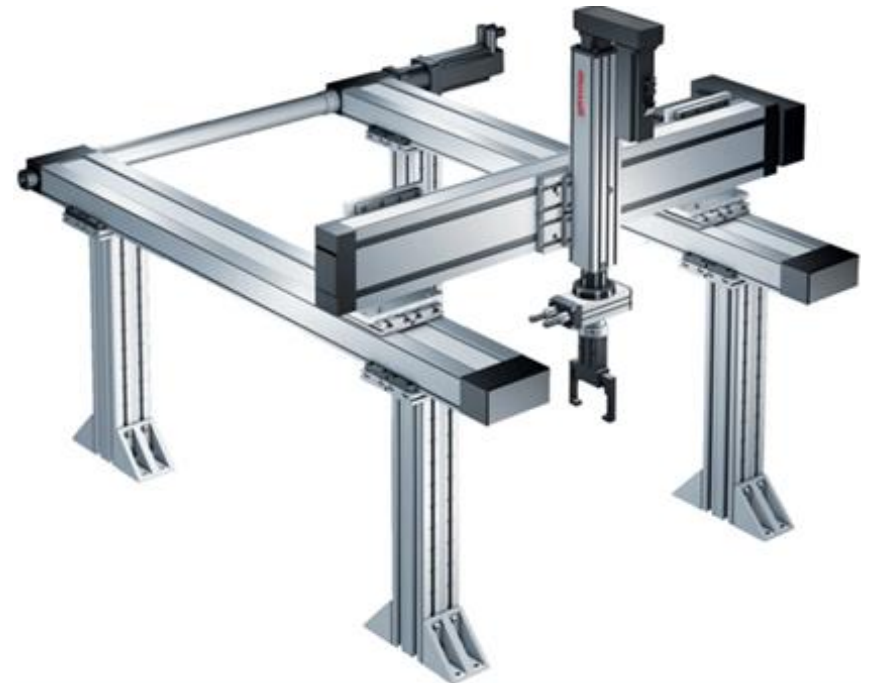
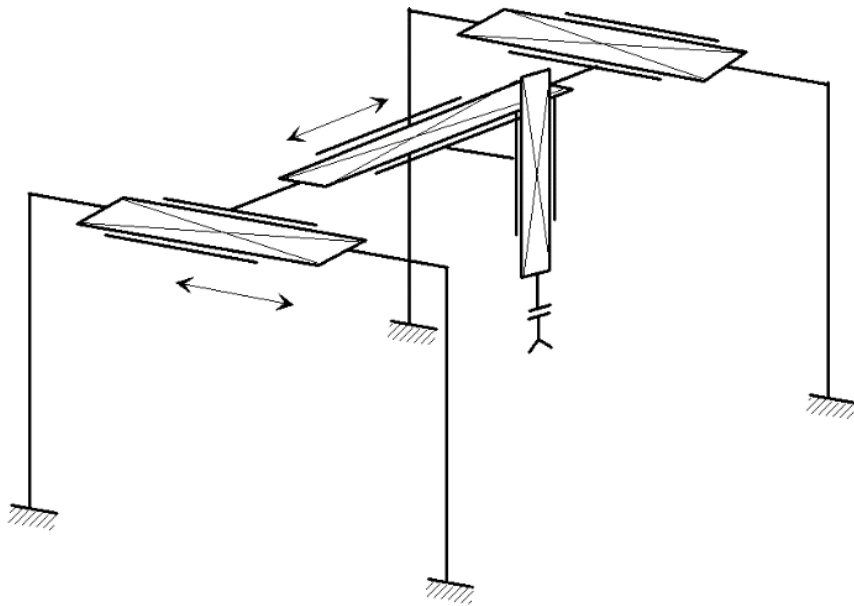
***Požadovaná přesnost polohování  
Orientace objektu***

Vlastimil Hotař, ZS 2021

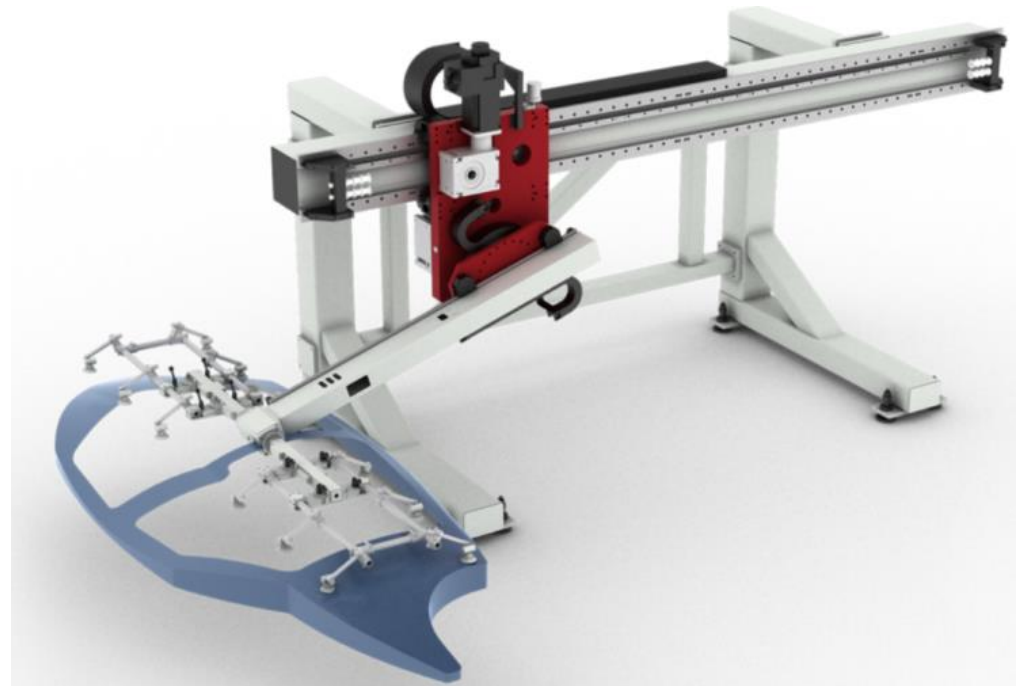
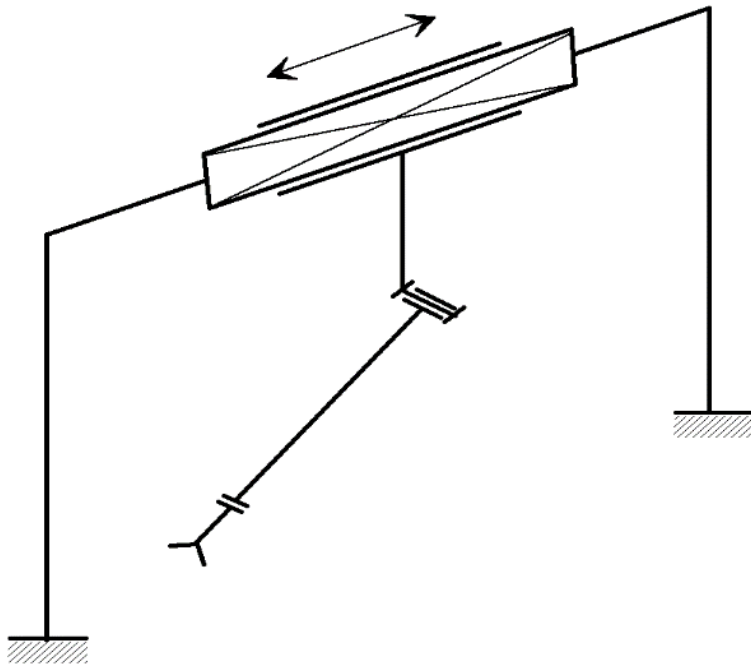
## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)



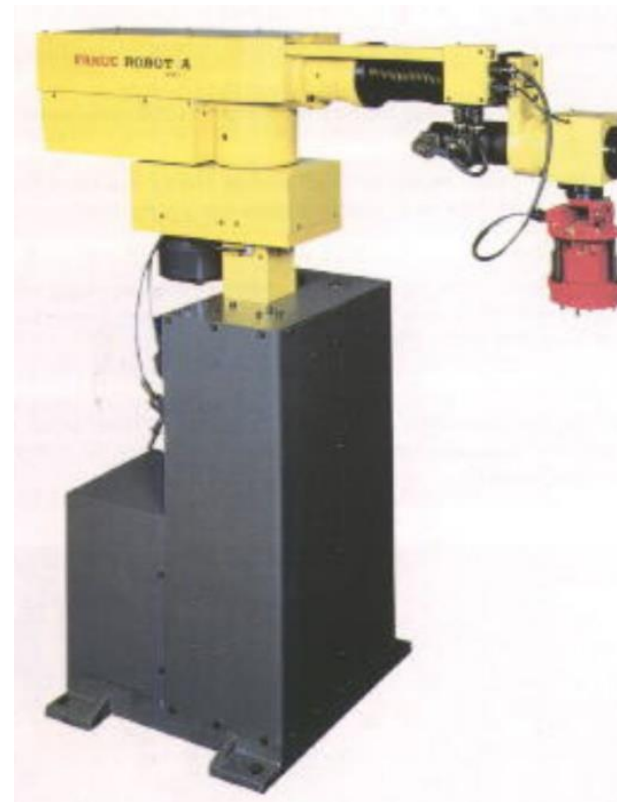
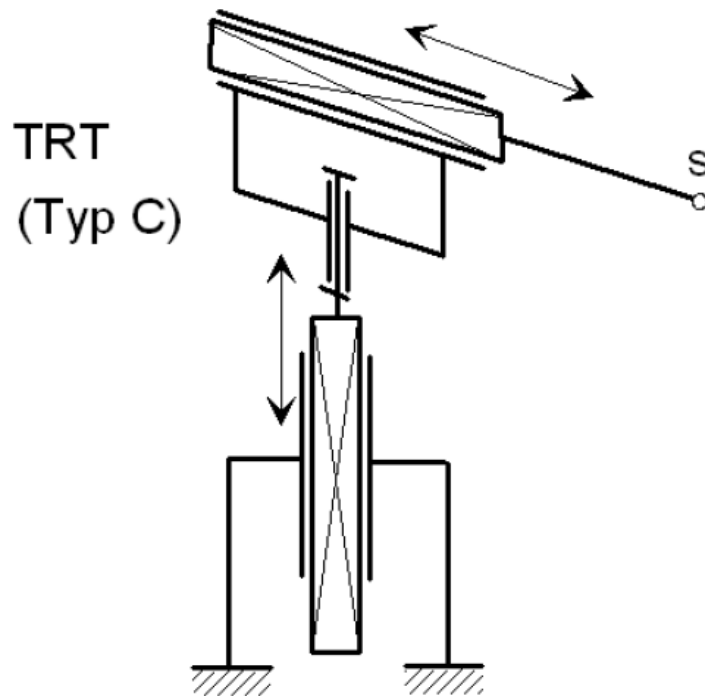
## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)



## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)

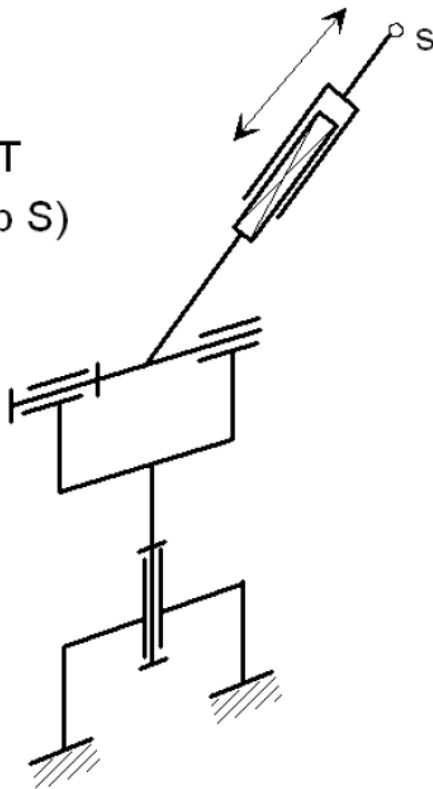


## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)

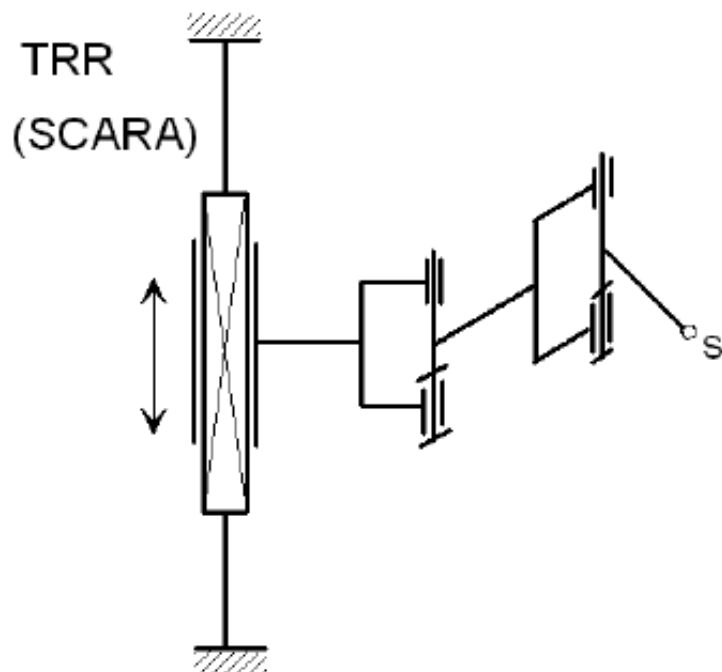


## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)

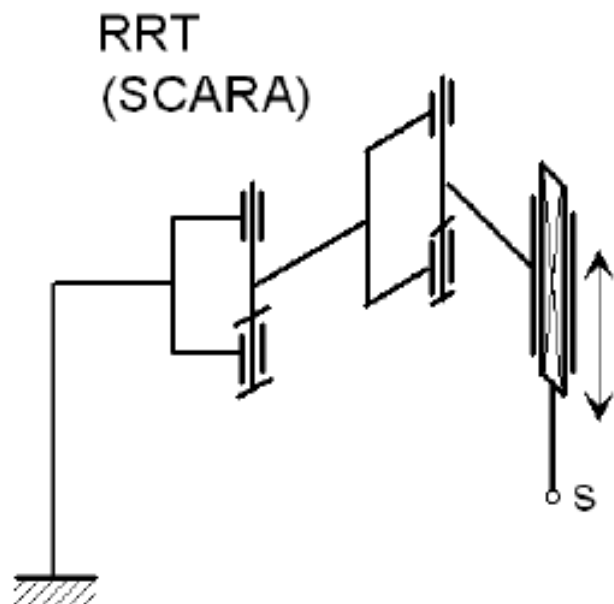
RRT  
(Typ S)



## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)



## Příklady robotů a jejich strukturálních schémat (opakování)





## Manipulační prostor a manipulační možnosti

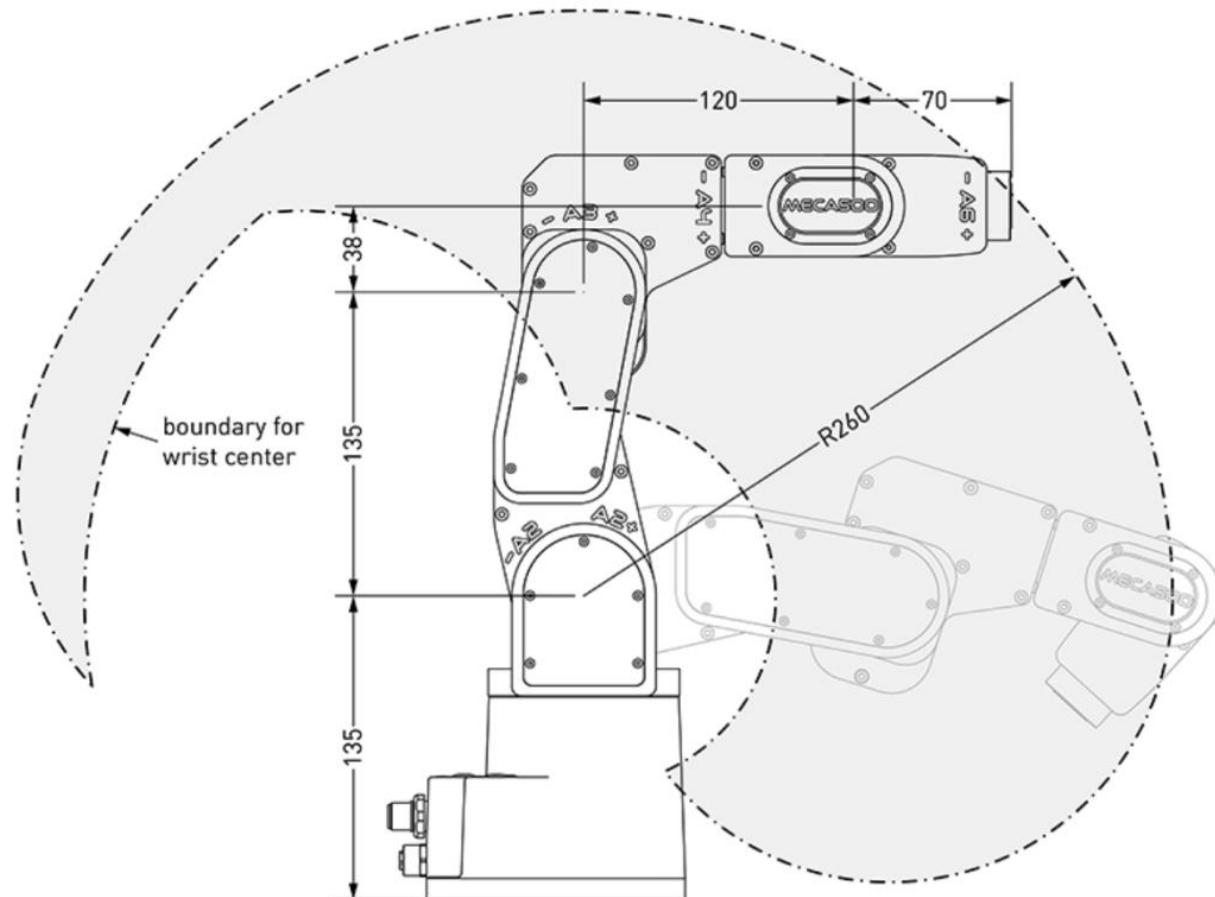
Základní popis manipulačních možností je dán pracovním/manipulačním/pohybovým prostorem, který charakterizuje **objem, v kterém lze plnit manipulační a technologické úkoly.**

Pracovní (manipulační, pohybový) prostor PR a manipulátorů je **prostor v nepohyblivém souřadném systému, který robot obsáhne svým koncovým členem podle definice výrobce.**

Tento prostor se poněkud zvětší připojením efektoru (chapadla) a uchopeným objektem.

## Manipulační prostor a manipulační možnosti

Příklad: řez pracovním prostorem robotu angulárního/antropomorfního typu



## *Manipulační prostor a manipulační možnosti*

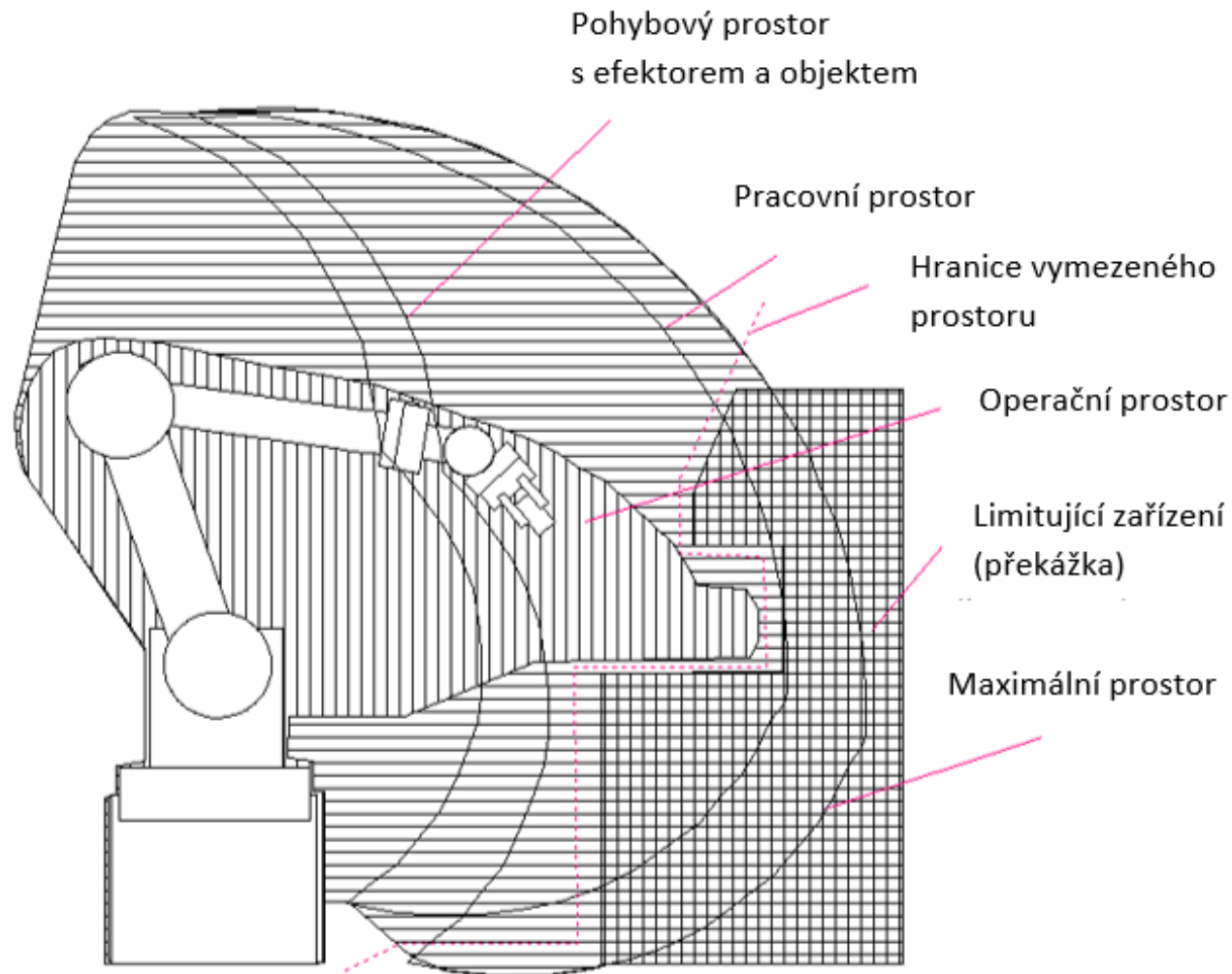
Samotný PR svou stavbou a pohybové části robotu aktivně zasahující mimo tento prostor mohou **způsobovat kolizi s dalšími zařízeními** v rámci robotizovaného technologického pracoviště (RTP) – kolizní prostor.

Maximální prostor je pak **sjednocením pracovního (pohybového) prostoru s efektem a objektem a kolizního prostoru**.

V rámci RTP je pak nutné tento prostor redukovat s ohledem na limitující zařízení, které tvoří **překážky v maximálním prostoru** tak, aby nedošlo ke kolizi – vymezený prostor.

Operační prostor je pak ta **část vymezeného prostoru skutečně využívaná** pro danou manipulační nebo technologickou úlohu při provozu PR.

# Manipulační prostor a manipulační možnosti



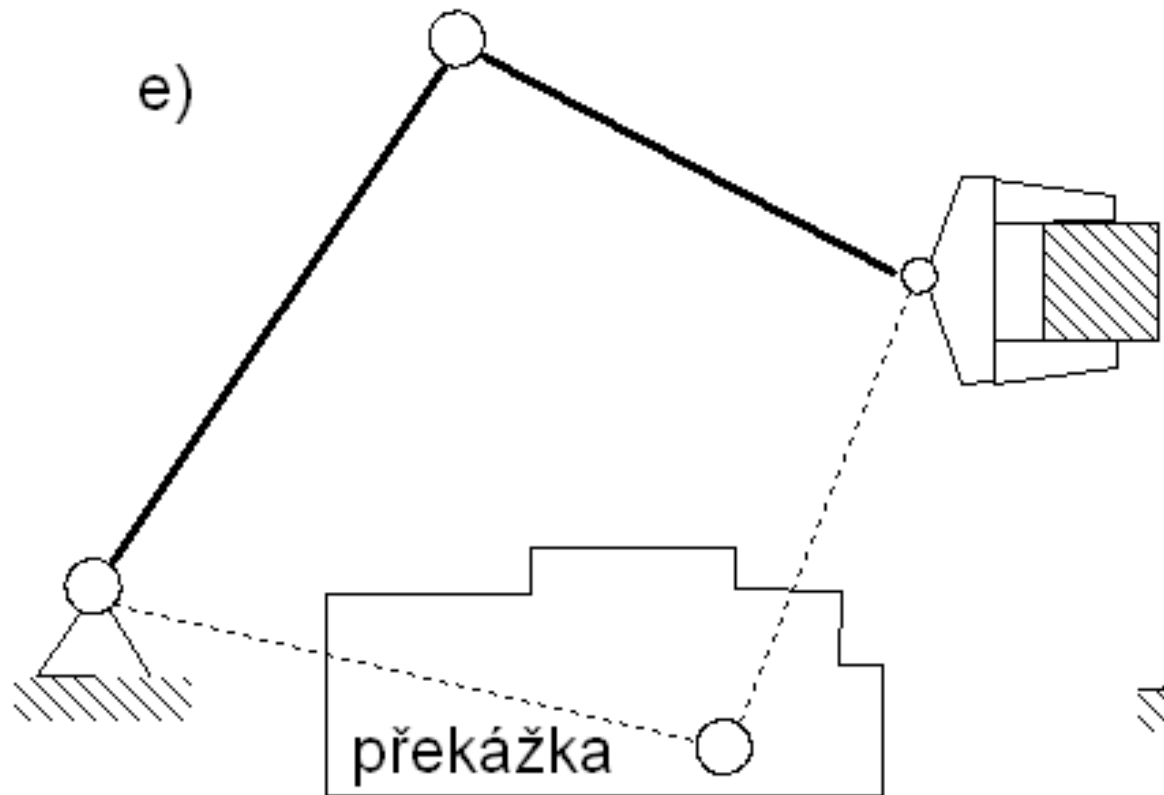
## *Manipulační prostor a manipulační možnosti*

Definovaný pracovní prostor není z hlediska manipulačních možností rovnocenný, proto je nutné provést jeho podrobnější popis.

Manipulační možnosti PR lze hodnotit:

- schopností "obcházet překážky" - tzv. **manévrovací schopnost**;
- schopností uchopovat objekt z různých směrů (lze popsat **četností dosažitelnosti, úhlem, resp. koeficientem obslužnosti**).

## Manévrovací schopnost



## Četnost dosažitelnosti

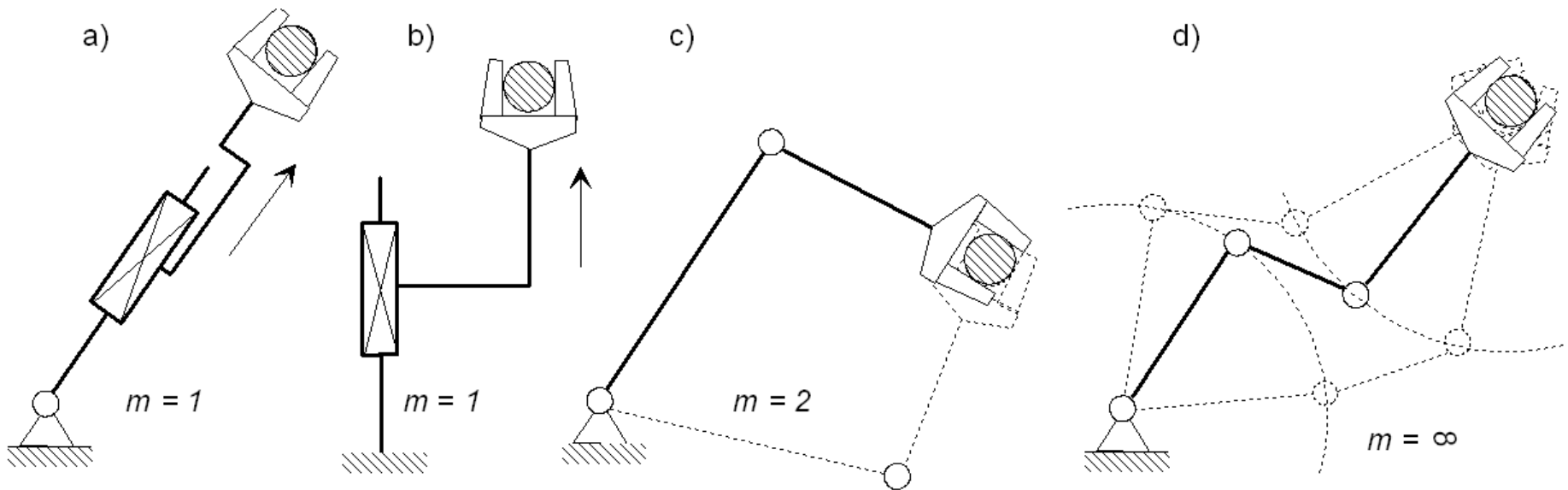
Četnost dosažitelnosti  $m_0$  je dána **počtem konfigurací** polohy, kterými lze dosáhnout zvoleného bodu a je podmíněna:

- zvolenou strukturou kinematického řetězce,
- souřadnicemi zvoleného bodu v pracovním prostoru.

Obecně lze říci, že **vnitřek pracovního prostoru** má lepší předpoklady pro **vyšší četnost dosažitelnosti** než okraje.

Zatímco u jednoduchých manipulátorů jsou s nižším počtem stupňů volnosti manipulační možnosti omezené, u robotů s úplným orientačním ústrojím a 4 až 6° volnosti se četnost obsluhy zvyšuje.

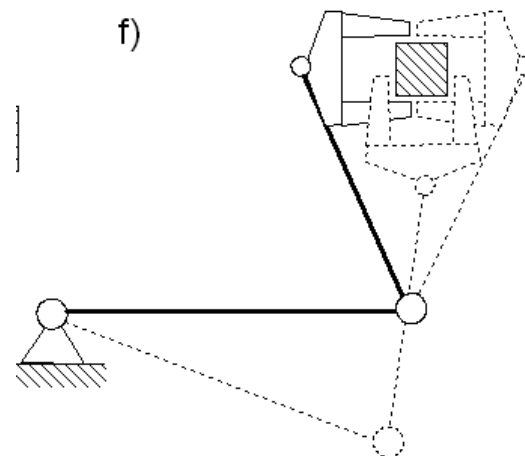
## Četnost dosažitelnosti





## Četnost dosažitelnosti

Uchopování objektů z různých směrů



## Četnost dosažitelnosti

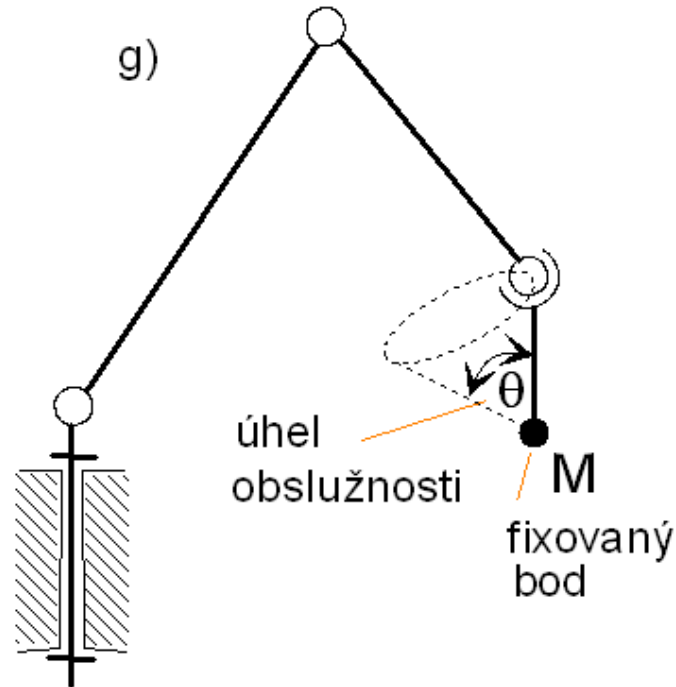
Pro zhodnocení manipulačních schopností PR se často využívá metoda **objemových studií**, kdy se pracovní prostor rozdělí vhodnými řezy na elementární objemy a uvnitř nich je kontrolována obslužnost.

Vhodným postupem je sestrojení kartogramu **obsluhovaných ploch** (řezy s konstantní vzdáleností rovnoběžnými rovinami kolmo na souřadné osy a sestrojenými plochami s konstantní četností dosažitelnosti).

Jinou možností je kvantifikace obslužnosti pomocí tzv. úhlu obslužnosti anebo koeficientu obslužnosti.

## Četnost dosažitelnosti

Úhel obslužnosti  $\Theta$  je prostorový úhel, který opisuje osa efektoru při pohybu kolem nehybného bodu M.



## Četnost dosažitelnosti

### Koeficient obslužnosti

$$K = \Theta / 4\pi$$

je relativní číselné vyjádření obslužnosti, které dovoluje výstižné porovnání různých míst pracovního prostoru PR.

Uvedené **charakteristiky závisejí na kinematické struktuře**, rozsahu pohyblivosti jednotlivých kinematických dvojic, konstrukčních parametrech PR a na poloze bodu M v pracovním prostoru.

Zhodnocením v jednotlivých elementárních objemech lze obdržet "**mapu**" **obslužnosti** pracovního prostoru a podle ní volit umístění pracovních operací v nejvýhodnější zóně obsluhy, kde:

$$\bar{K}_{\Theta} \Rightarrow \{ \max \}$$

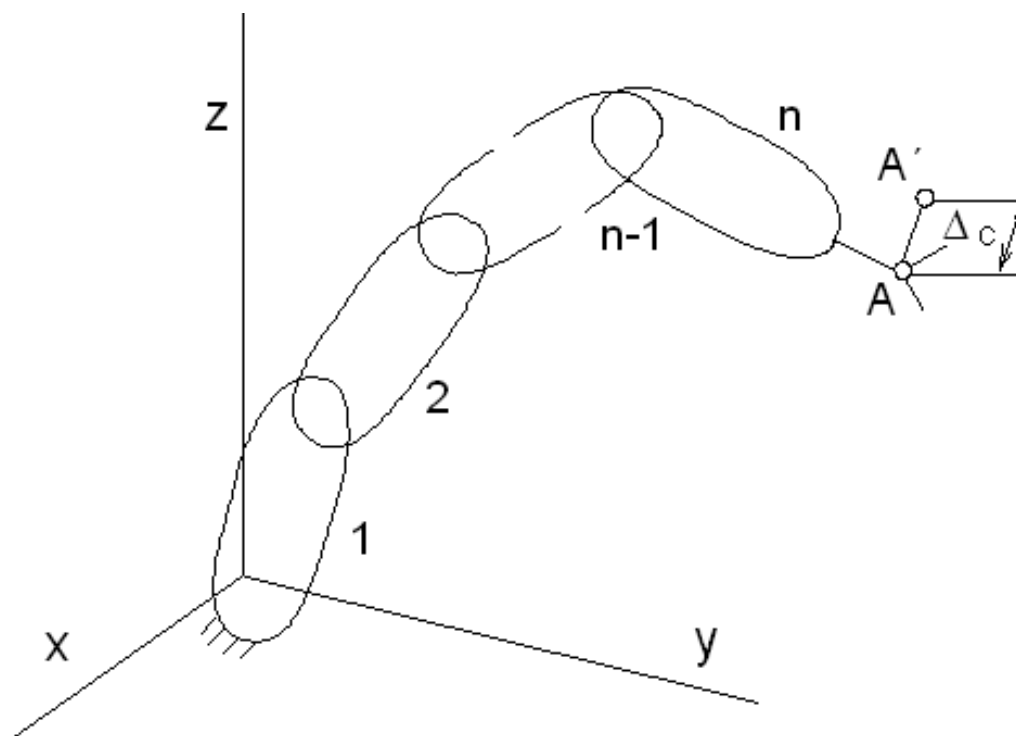
## *Požadovaná přesnost polohování*

Přesnost polohování PR a manipulátorů je ovlivněna řadou vlivů, zejména závisí na:

- strukturální konfiguraci kinematického řetězce PR;
- mechanické stavbě PR;
- druhu a uspořádání pohonu;
- způsobu a vlastnostech řízení.

## Požadovaná přesnost polohování

Celková chyba polohování je určena odchylkou skutečné (bod  $A'$ ) a žádané (bod  $A$ ) polohy zvoleného (nejčastěji koncového) bodu při polohování objektu  $\Delta_C = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$ .



## Požadovaná přesnost polohování

Velikost chyby polohování je obecně závislá na:

- rozměrových tolerancích a úchylných tvaru a polohy jednotlivých prvků mechanické stavby PR a
- skutečnými vůlemi v transformačních blocích (převodech) pohonů a v uložení (kinematických dvojicích), přičemž právě **tyto vůle jsou pro velikost polohové chyby většinou rozhodující.**

## *Orientace objektu*

Nároky na orientaci objektu v prostoru jsou dány příslušným aplikačním nasazením PR, např.:

- při manipulaci **vazbou na výrobní stroje a periferní prostředky**,
- při technologickém nasazení jsou požadavky na orientaci technologické výstupní hlavice podmíněny realizovanou **technologíí a uspořádáním** robotizovaného technologického pracoviště,
- obdobně při montáži jsou vysoké nároky na orientaci objektů dány **druhem a vlastnostmi spojovaných párů** a vnitřním uspořádáním montážní buňky.



## *Orientace objektu*

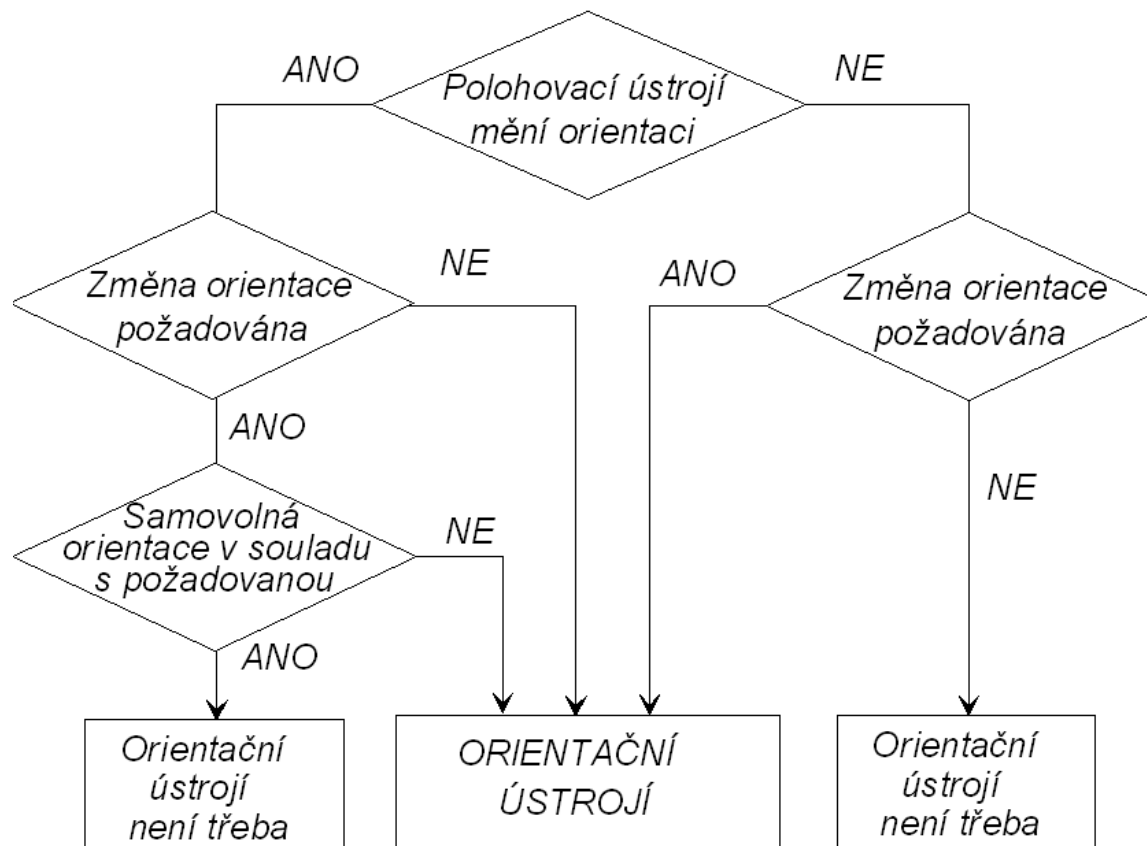
Náležitou orientaci objektu vůči nehybnému souřadnému systému zajišťuje v kinematickém řetězci PR tzv. orientační ústrojí.

Každá změna polohy těžiště objektu, která je prováděna polohovacím ústrojím s rotačními kinematickými jednotkami vede ke **změně orientace objektu v prostoru**.

Má-li vést orientační ústrojí ke změně orientace objektu, resp. zachovat výchozí orientaci, je nutnost a rozsah pohyblivosti orientačního ústrojí podmíněn **vlastnostmi polohovacího ústrojí**.

## Orientace objektu

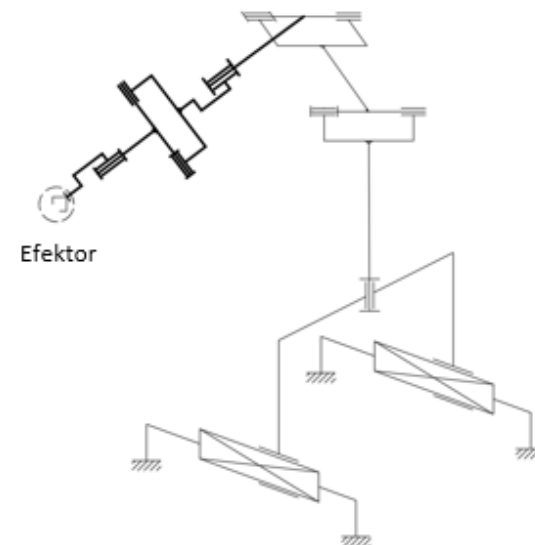
### Přehled požadavků realizace orientačního ústrojí



## Orientace objektu

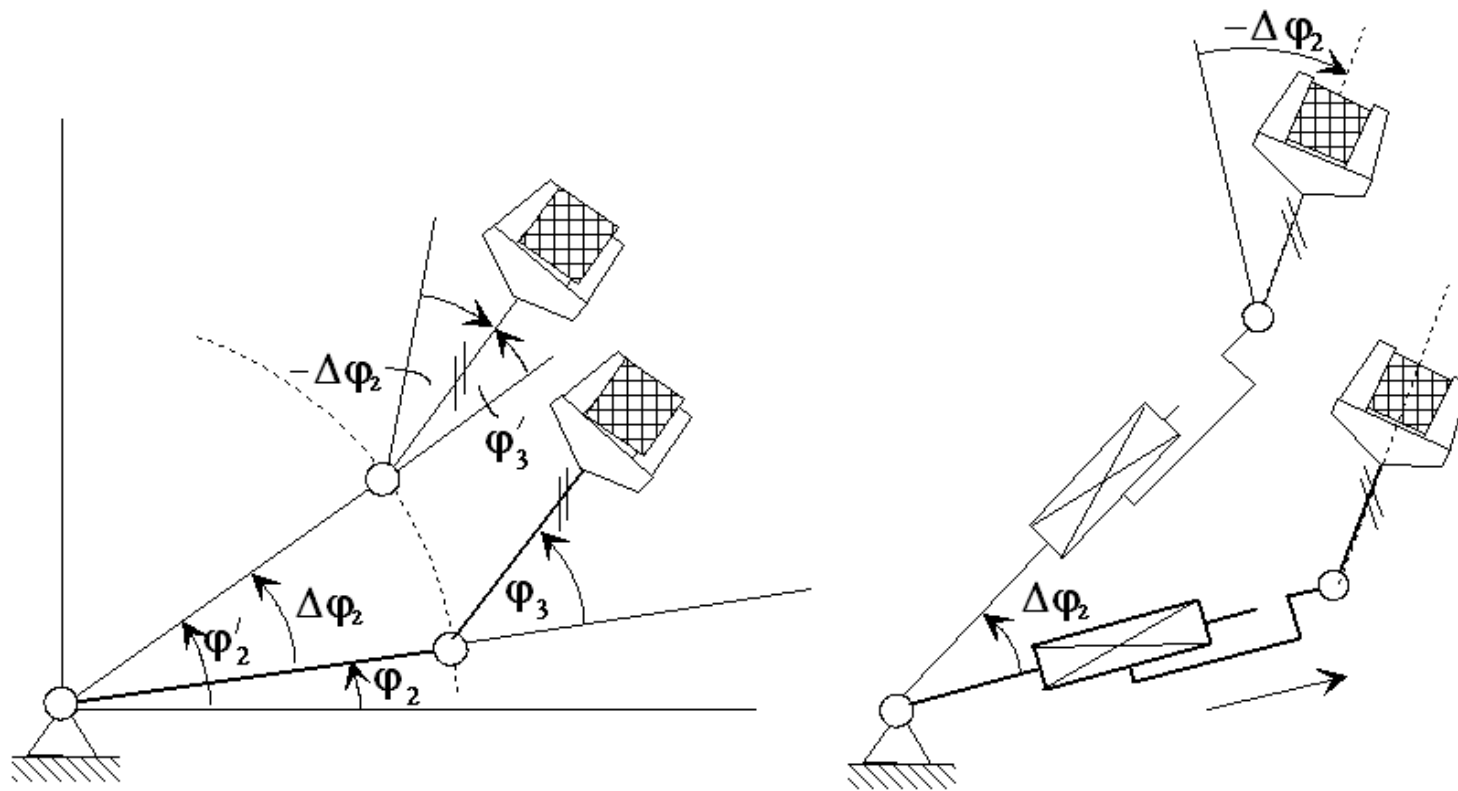
Jestliže má orientační ústrojí plně kompenzovat samovolnou změnu orientace, musí obsahovat **stejný počet** rotačních kinematických dvojic, které jsou obsaženy v polohovacím ústrojí.

Kompenzační úhel natočení orientační rotační jednotky je pro tento případ stejně velký jako úhel natočení příslušné rotační pohybové jednotky polohovacího ústrojí, avšak **v opačném smyslu**.



## Orientace objektu

Příklady kompenzace samovolné změny orientace



## *Orientace objektu*

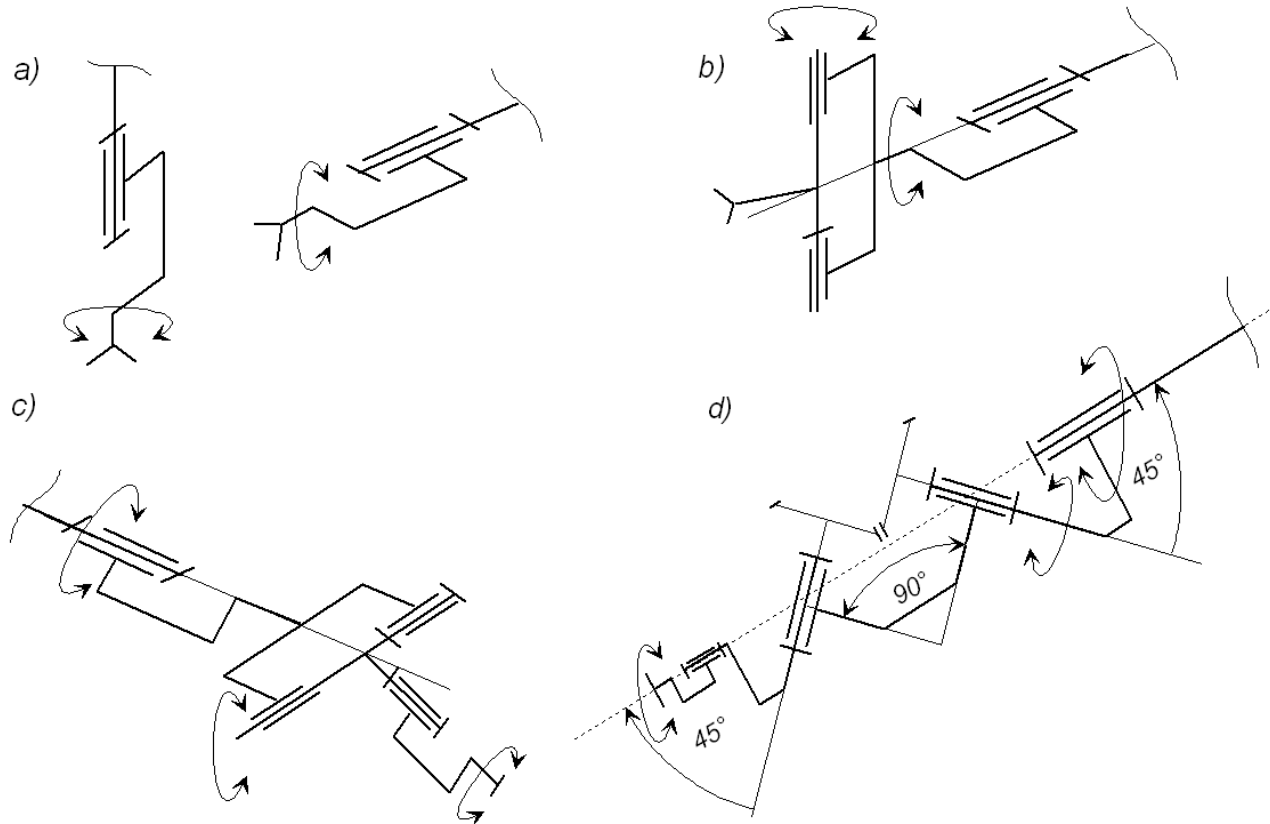
Podle specifických požadavků dané aplikace může být **orientační ústrojí**:

- částečné,
- úplné anebo
- rozšířené, tj. takové, které kromě tří rotačních kinematických dvojic obsahuje navíc také posuvové jednotky pro realizaci mikroposuvů.

Tyto rozšiřující jednotky mohou být komponovány jako rozšíření efektoru.

## Orientace objektu

Kinematické struktury orientačního ústrojí: a – 1° volnosti; b – 2° volnosti; c – 3° volnosti, osy rotačních jednotek kolmé; d – 3° volnosti, osy rotačních jednotek speciální konstrukce



# Příště: Pneumotory