

# Kinematické problémy mechanismů

- Mechanismus (vícetělesový systém) je popsán souřadnicemi  $\mathbf{s}$
- Některé z nich jsou vždy pohony nebo právě zadané - nezávislé souřadnice  $\mathbf{q}$
- Kinematické problémy mechanismů spočívají ve stanovení závislých souřadnic  $\mathbf{z}$
- Robotika zavádí terminologii:
- Robot má pohony s řízenými souřadnicemi a koncový efektor  $G$ , který je popsán souřadnicemi popisujícími jeho pohyb (podobně má mechanismus koncový člen a pohony, které jej pohání)
- Dopředná kinematická úloha - určete ze známých souřadnic pohonů neznámé souřadnice polohy koncového efektoru
- Inverzní kinematický problém - určete ze známé polohy koncového efektoru neznámé souřadnice pohonů

# Řešení kinematických problémů

- Dopředná kinematická úloha pro sériový řetězec - žádné smyčky, žádné vazby - použití relativních souřadnic a přímý výpočet

$$\mathbf{T}_{1G} = \mathbf{T}_{1G}(s), \quad s = q$$

- Dopředná kinematická úloha pro struktury se smyčkami - vazby vyřešeny jako první  $\mathbf{f}(s) = 0$  a následně další

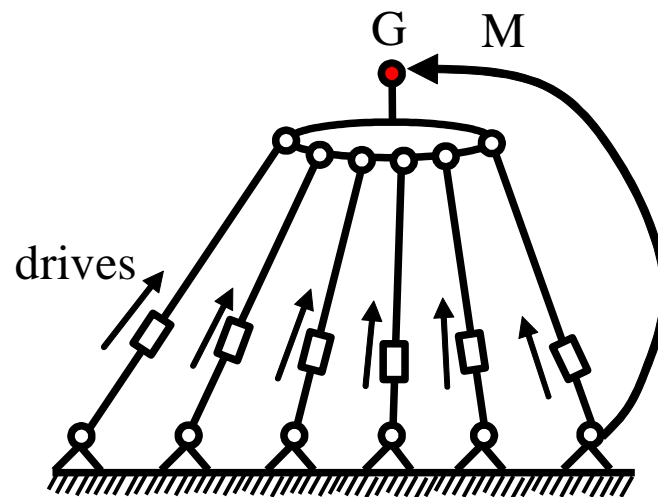
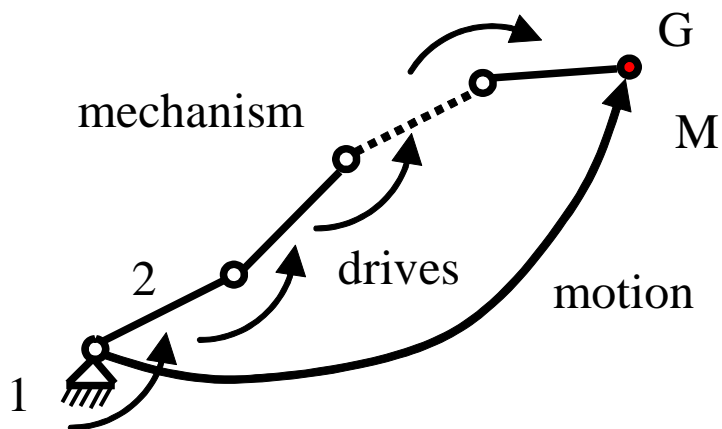
$$\mathbf{T}_{1G} = \mathbf{T}_{1G}(s)$$

- Inverzní kinematický problém - podmínka předepsaného pohybu je považována za vazby (jsou kombinovány s jinými vazbami)

$$\mathbf{T}_{1G}(s) = \mathbf{T}_{1M}(t)$$

$$\mathbf{T}_{1G}(s) - \mathbf{T}_{1M}(t) = 0$$

$$\mathbf{f}_{GM}(s) = 0$$



Některé kinematické problémy lze vyřešit analyticky.

Dopředný kinematický problém pro sériové roboty snadný.

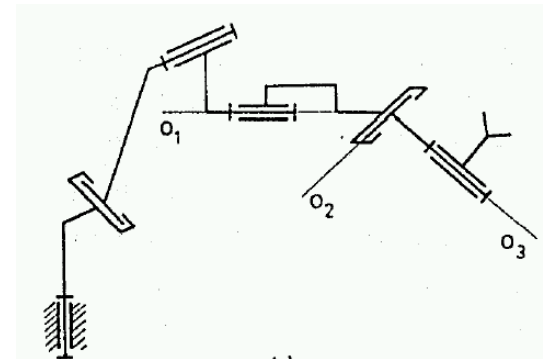
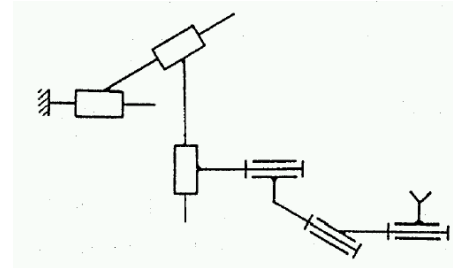
Inverzní kinematický problém pro sériové roboty obtížný.

Kinematický problém dopředný pro paralelní roboty obtížný.

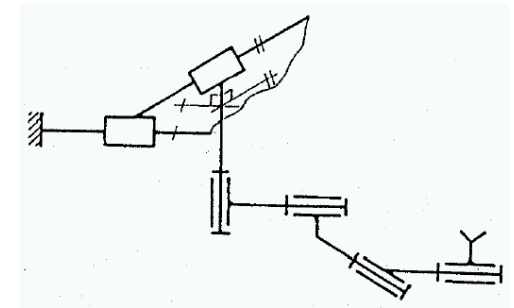
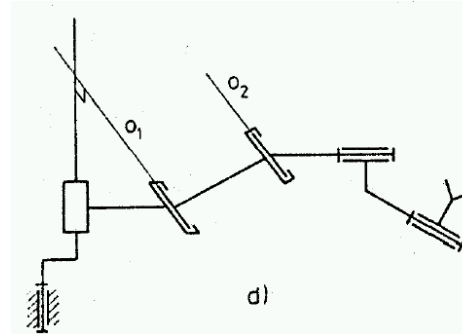
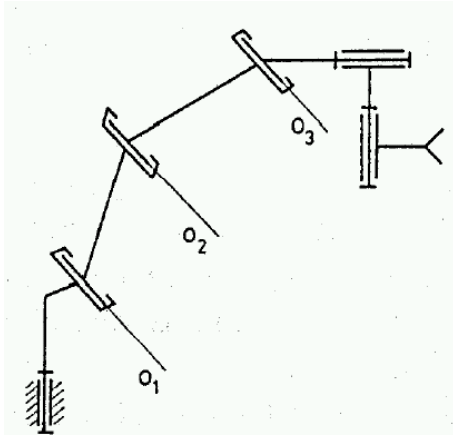
Inverzní kinematický problém u paralelních robotů snadný.

# Analytické řešení kinematiky

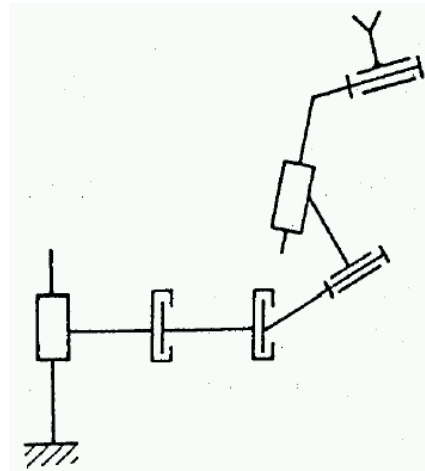
- Analytické řešení je možné, pokud lze rovnice rozdělit na dva systémy rovnic se třemi neznámými.
- To je možné v případech:
- 1) tří posuvů
- 2) tří protínajících se os otáčení (sférický kloub)



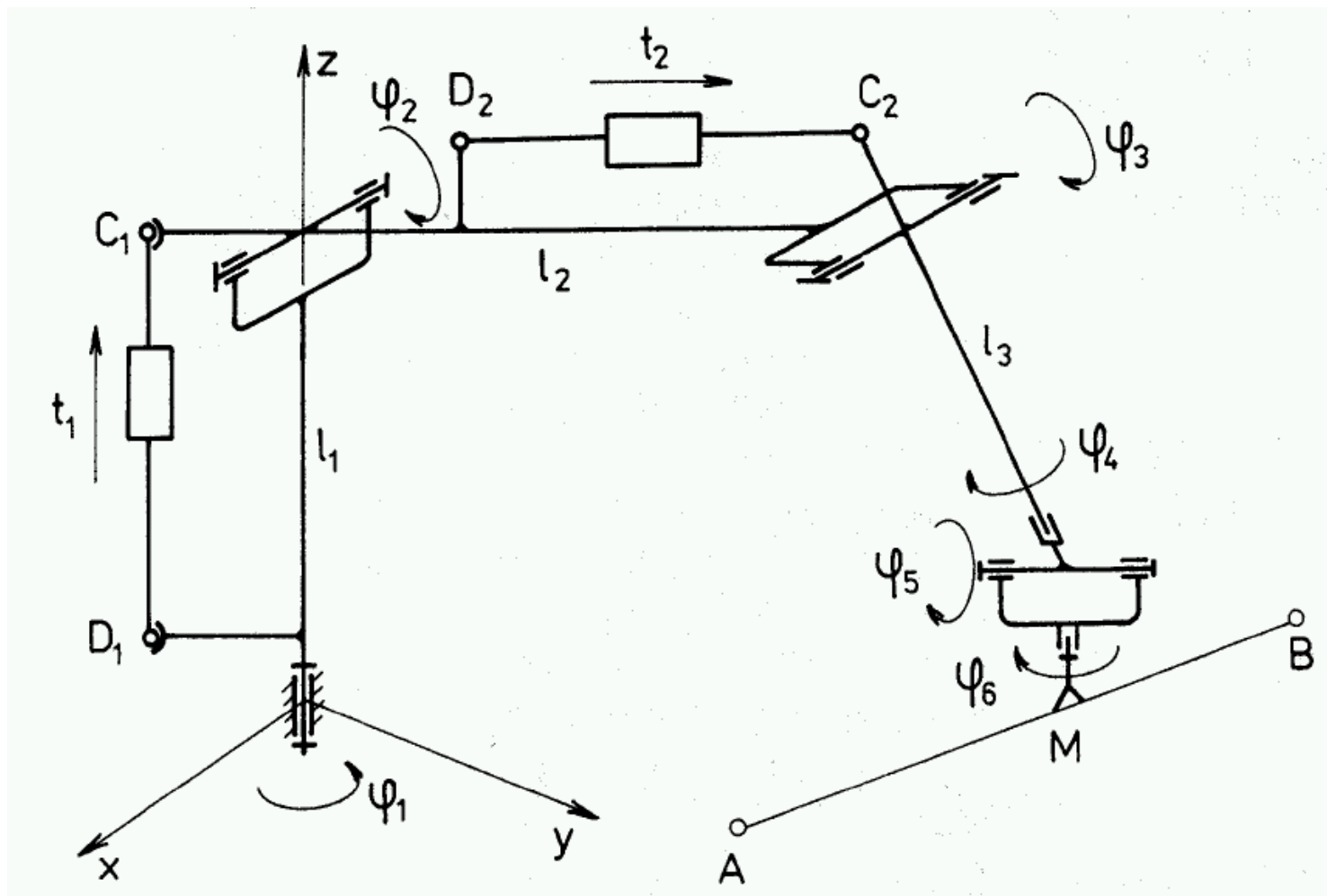
- 3) ekvivalentu k rovinnému kloubu (tři rovnoběžné osy otáčení, dvě rovnoběžné osy otáčení a ortogonální translační osa, dvě translační osy a ortogonální osa rotace)



- 4) dvou translačních os a dvou paralelních rotačních os



# Příklady robotů



## Inverse kinematics - example

Given: End-effector  
motion  $T_{17}$

dimensions:  $l_3, l_4, l_6$

Goal: Relative motions  
in joints + Matlab  
implementations

