

4. Statika hmotných objektů

4.1 Stupně volnosti

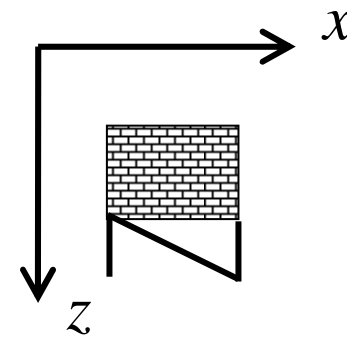
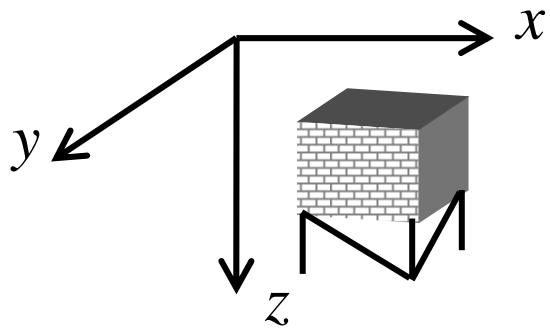
- konstrukci (jako celek nebo její části) idealizujeme jako hmotné body, tuhá tělesa nebo tuhé desky (viz 1. a 2. přednáška)



*foto: Godden Structural Engineering Slide Library
Courtesy National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley*

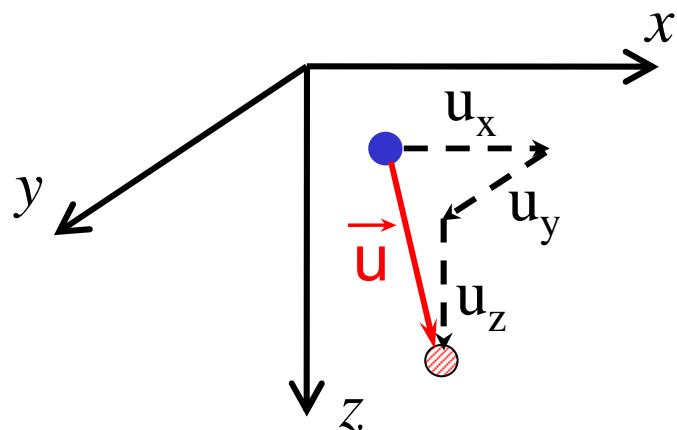
- k popisu možné změny polohy těchto objektů zavádíme kinematické veličiny, tzv. stupně volnosti (m)

Pozn. - souřadnicový systém volíme tak, že kladná poloosa z směřuje ve směru působení zemské tíže.



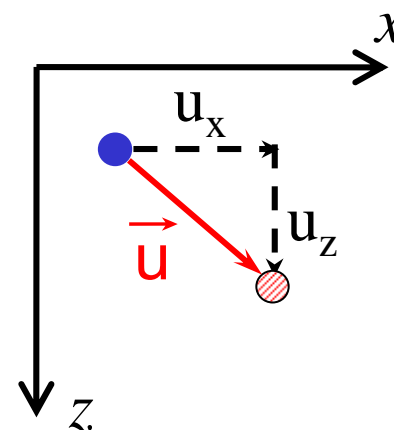
Stupně volnosti hmotného bodu

v prostoru



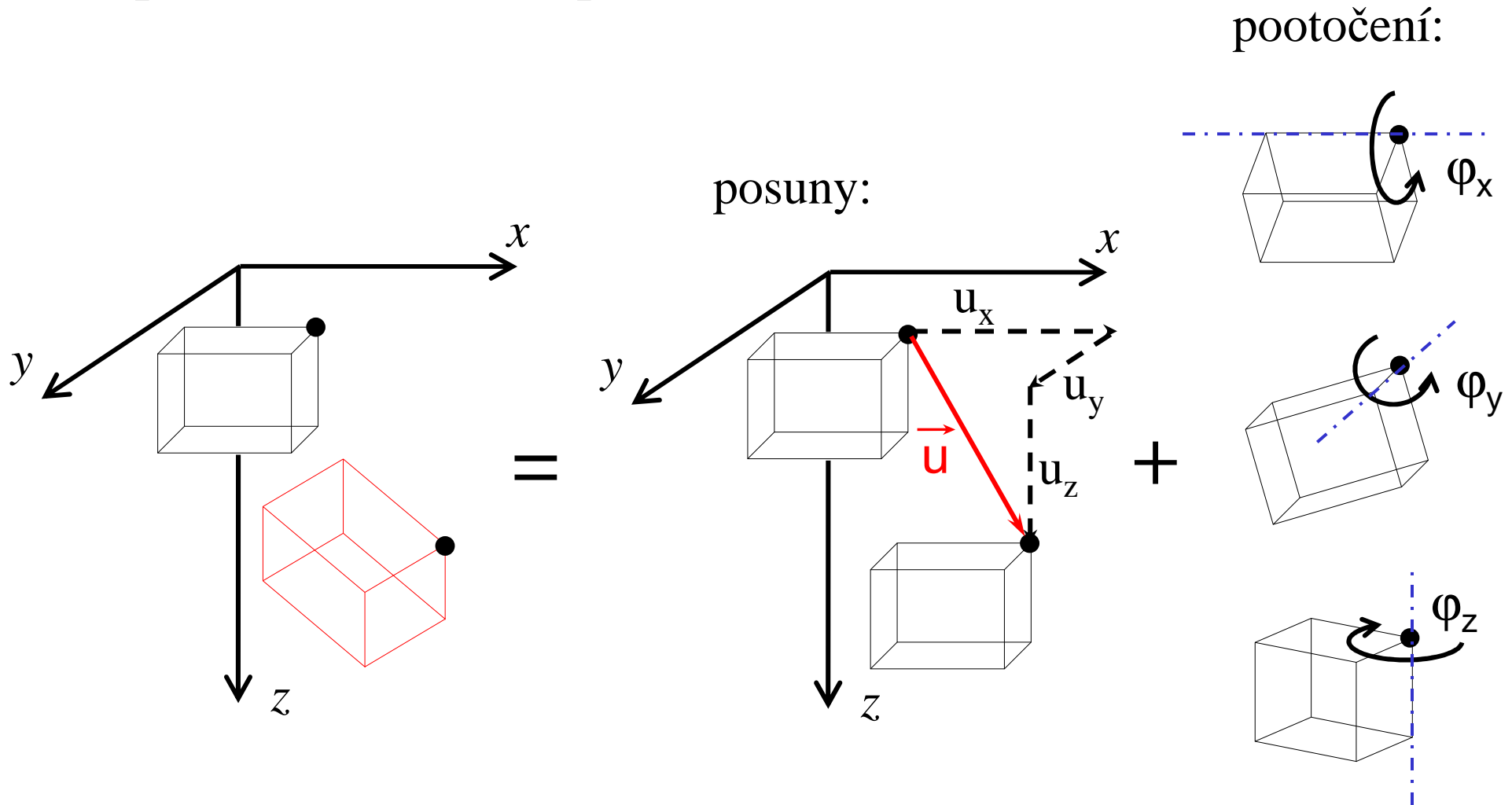
$m = 3$ (posuny u_x, u_y, u_z)

v rovině



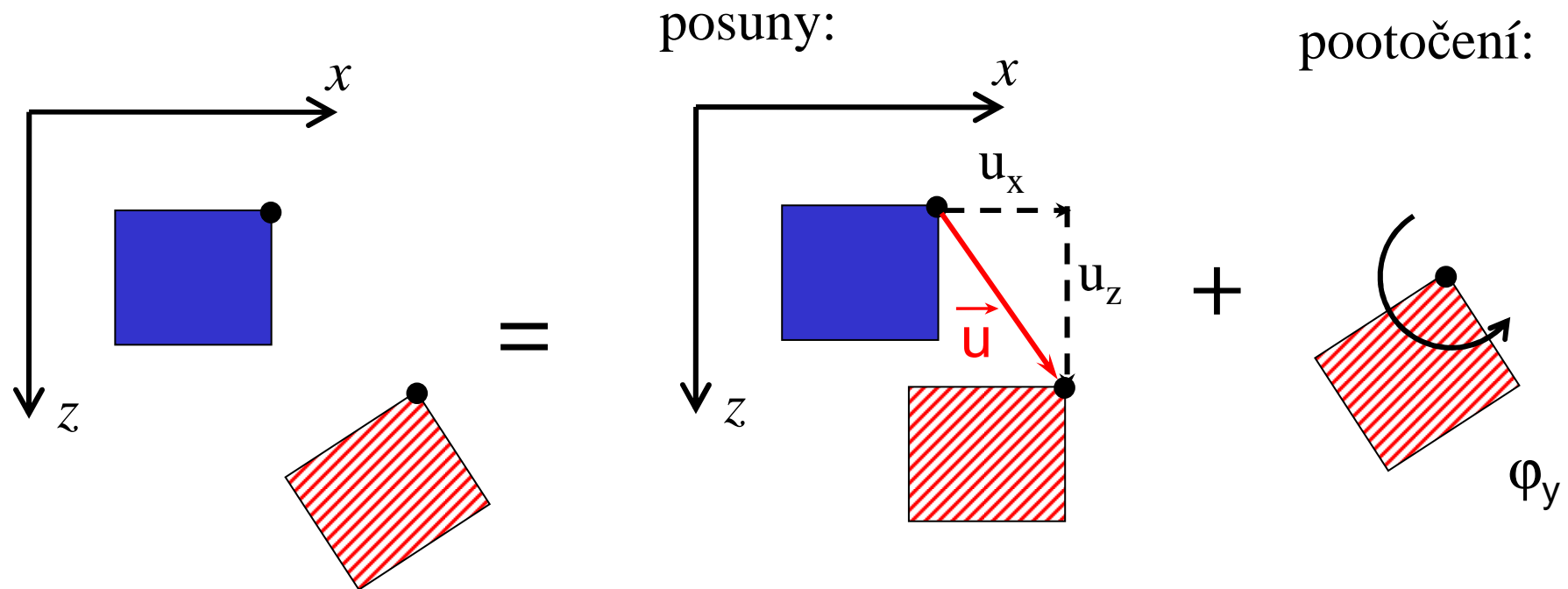
$m = 2$ (posuny u_x, u_z)

Stupně volnosti tělesa v prostoru



$$m = 6 \quad (3 \text{ posuny } u_x, u_y, u_z + 3 \text{ pootočení } \varphi_x, \varphi_y, \varphi_z)$$

Stupně volnosti desky v rovině



$$m = 3 \quad (2 \text{ posuny } u_x, u_z + 1 \text{ pootočení } \varphi_y)$$

4.2 Vazby

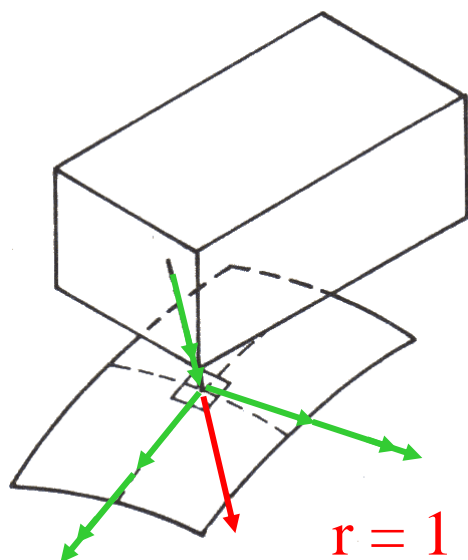
- zařízení, která spojují části konstrukce nebo ji připojují k podkladu
- zamezují volnému pohybu objektů, t.j. odebírají stupně volnosti (r)



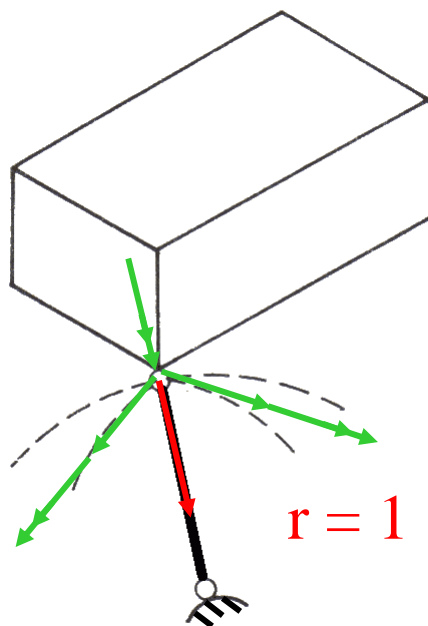
*foto: Godden Structural Engineering Slide Library
Courtesy National Information Service for Earthquake Engineering, University of California, Berkeley*

4.2.1 Vazby hmotného bodu a tuhého tělesa v prostoru

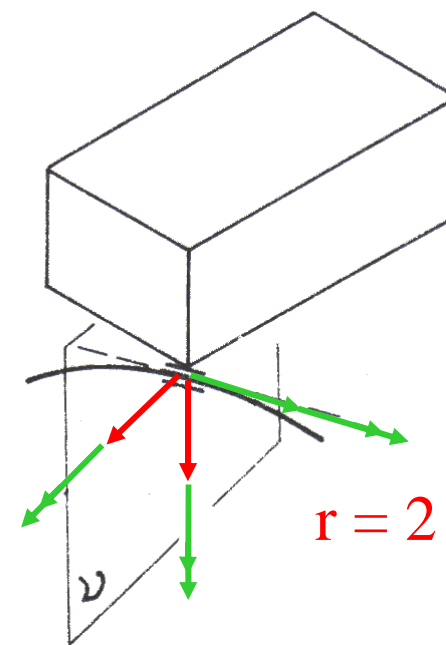
Vedení po ploše/rovině



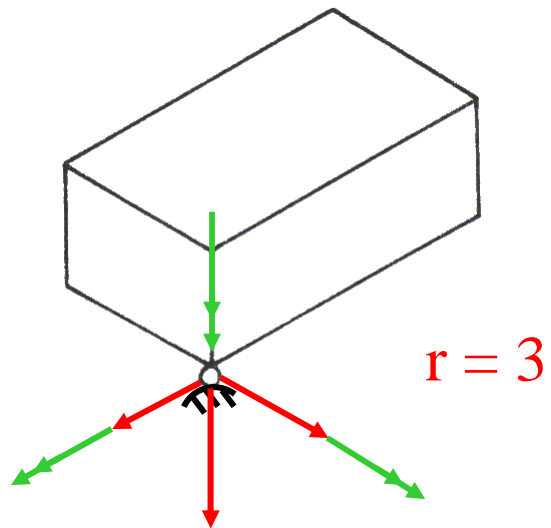
Kyvný prut



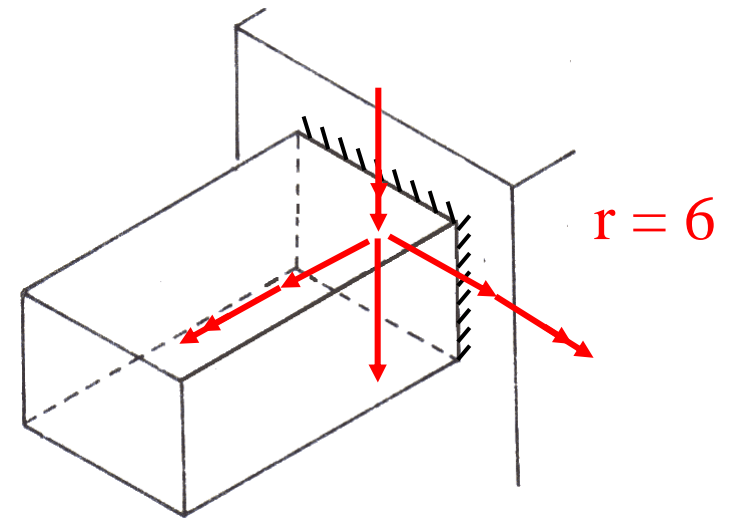
Vedení po křivce/přímce



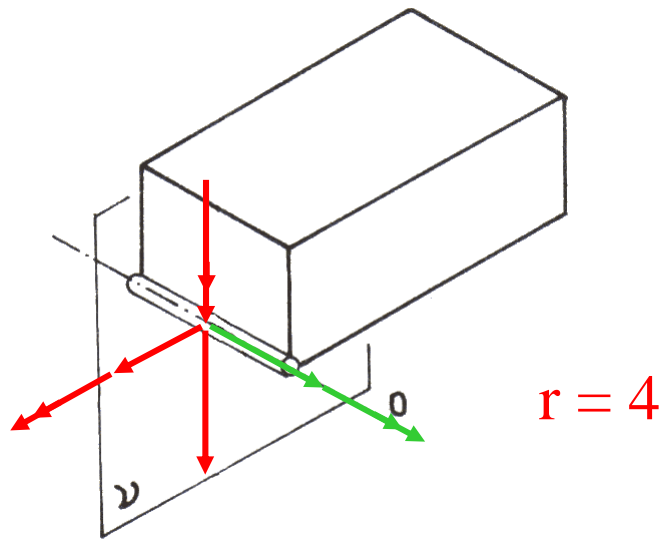
Kulový kloub



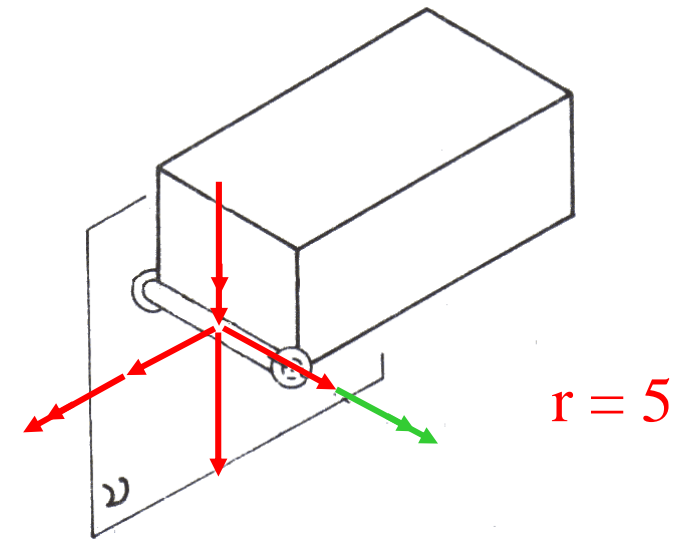
Vetknutí (nepouž. pro hm. bod)



Posuvný válcový kloub
(nepouž. pro hm. bod)

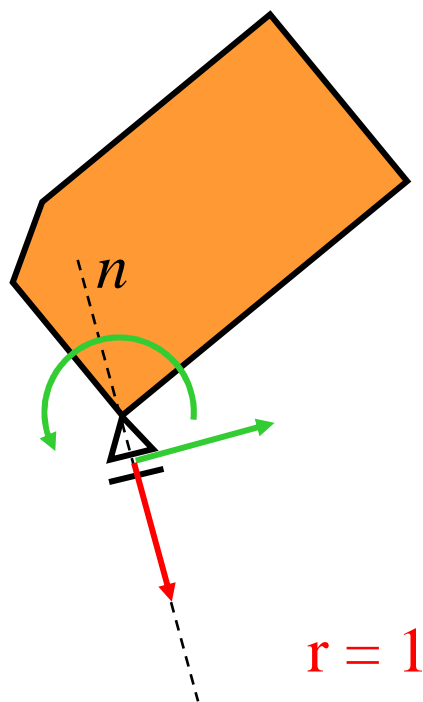
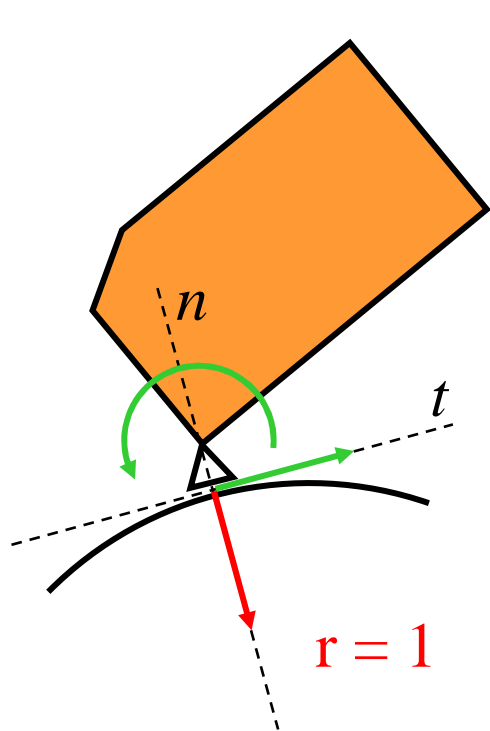


Neposuvný válcový kloub
(nepouž. pro hm. bod)

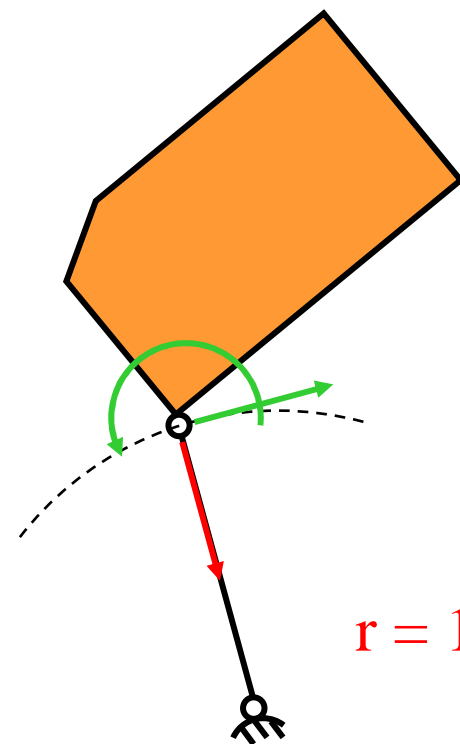


4.2.2 Vazby hmotného bodu a tuhého desky v rovině

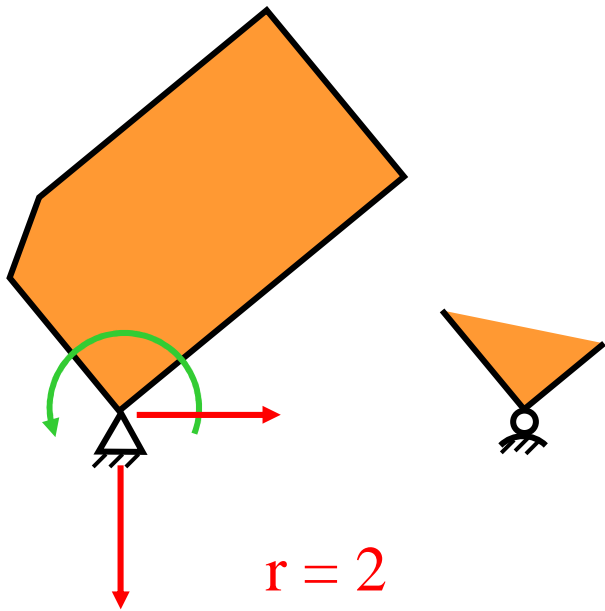
Vedení po křivce/přímce



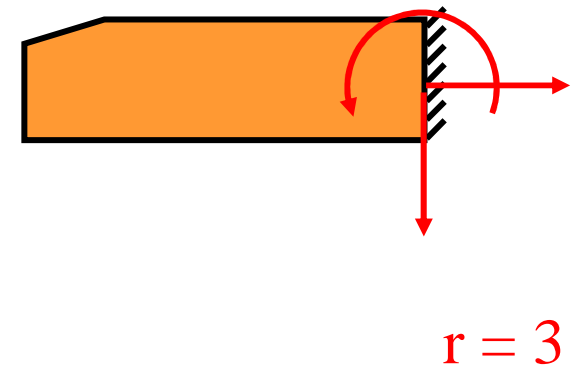
Kyvný prut



Kloub



Vetknutí (nepouž. pro hm. bod)



kyvný prut



hmotný bod

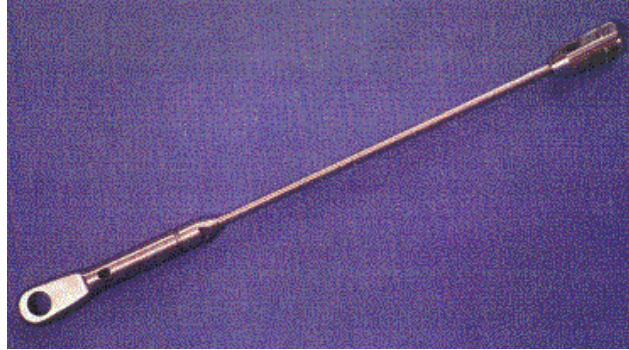


kloub

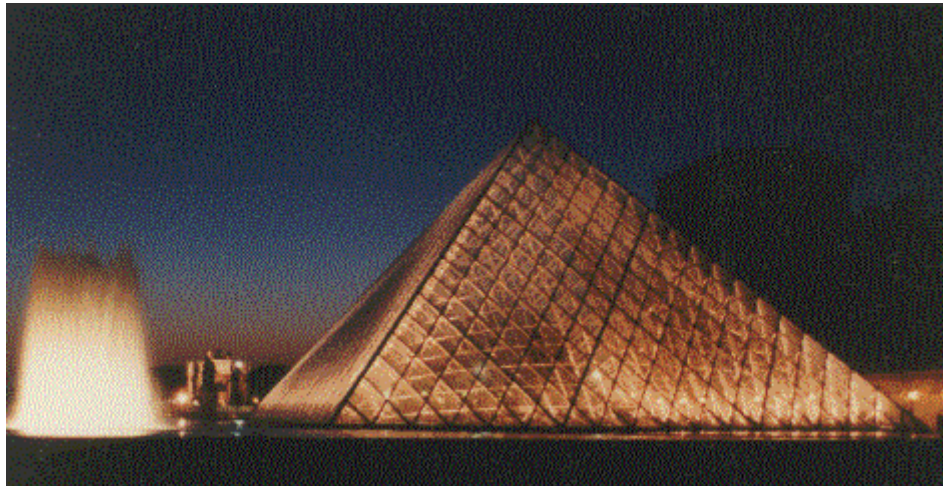


vetknutí

zdroj fotografií www.tri pyramid.com



kyvný prut



výsledná konstrukce
složená z kyvných prutů
(příhradová konstrukce)

zdroj fotografií www.tripyramid.com

Godden Structural Engineering Slide Library

<http://nisee.berkeley.edu/godden/>



Set A: Continuous beams: constant depth I-beams

Set A: Continuous beams: variable depth I-beams

Set A: Box girders: variable depth

Set B: Three-hinged arches: bridges

Set B: Two-hinged arches

Set B: Tied arches: bridges

Set B: Fixed arches: historic

Set B: Fixed arches: modern

Set D: Bridge trusses: Pin-jointed

Set F: Columns: Hinged at both ends

Set F: Columns: Hinged at one end, fixed at the other

4.3 Kinematická/statická určitost

Stupně volnosti	Podpěření staticky	Podpěření kinematically	Pozn.
$m = r$ a není výjimečný případ	určité	určité	kce. pevně podepřena
$m < r$ a není výjimečný případ	neurčité	přeurčité	kce. pevně podepřena
$m > r$ nebo výjimečný případ	přeurčité	neurčité	kce. může smovolně změnit polohu

Výjimečný případ podepření:

- Přestože počet vazeb je dostatečný k odebrání všech stupňů volnosti konstrukce ($m \leq r$), jejich nevhodné uspořádání nezabraňuje skutečným či nekonečně malým posunům/pootočením.



- Není možné najít takové reakce ve vazbách, které by uvedly zatížení konstrukce do rovnováhy.



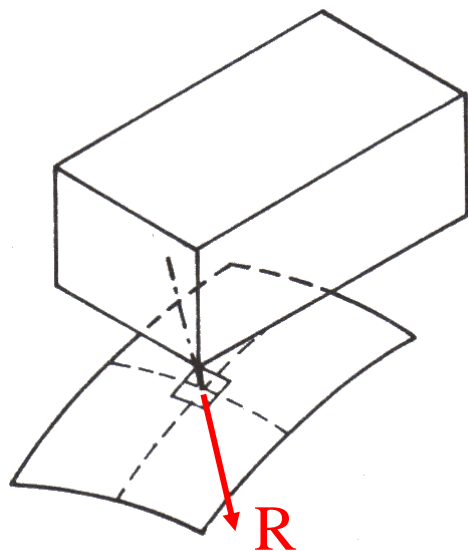
- Determinant soustavy podmínek rovnováhy je nulový.

4.4 Účinky vazeb

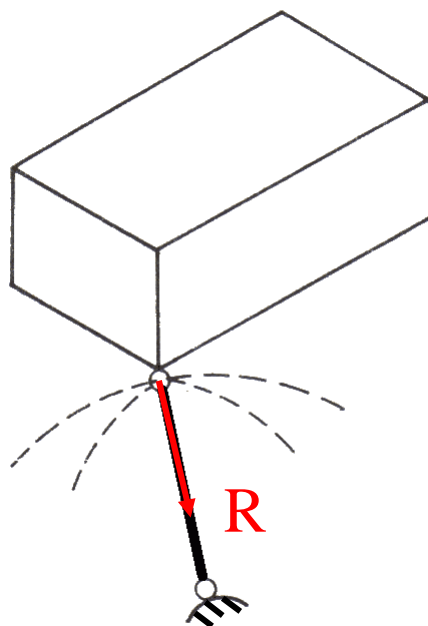
- účinky vazeb vyjadřujeme (nahrazujeme) silami a statickými momenty
-- *reakcemi*, které působí ve směru odebraných stupňů volnosti
- orientace reakcí (konvence):
 - kladná reakce způsobuje tah ve vazbě (je-li směr reakce vazbou dán)
 - kladné reakce jsou orientovány shodně s kladnými poloosami souřadnicového systému (není-li směr výsledné reakce dán)

4.4.1 Vazby hmotného bodu a tuhého tělesa v prostoru

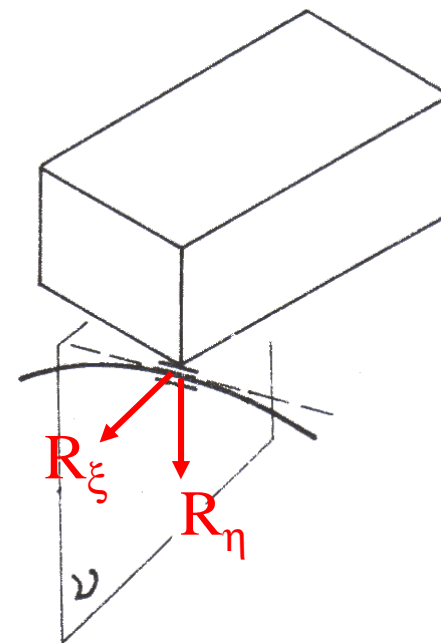
Vedení po ploše/rovině



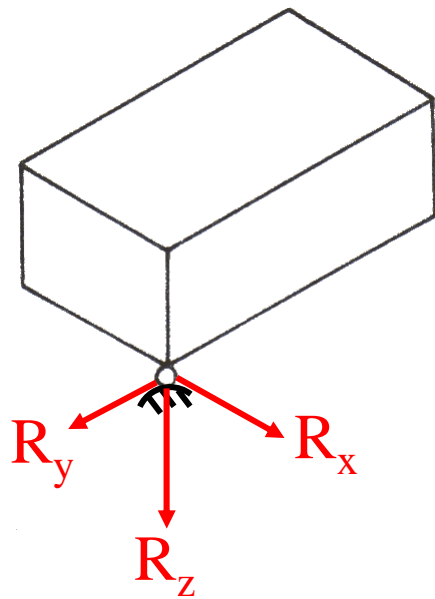
Kyvný prut



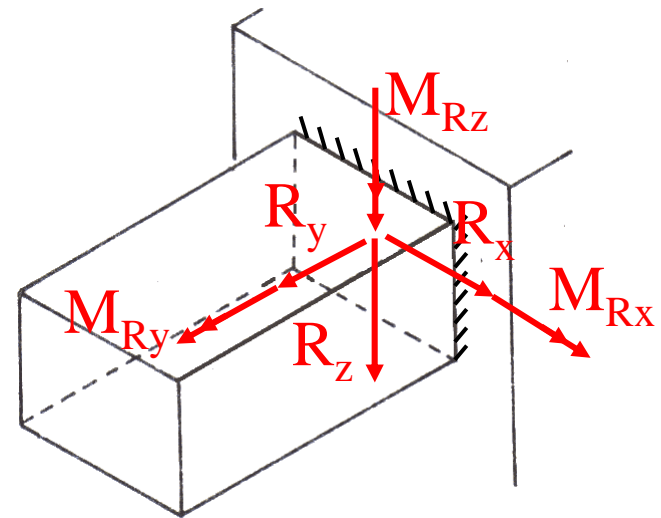
Vedení po křivce/přímce



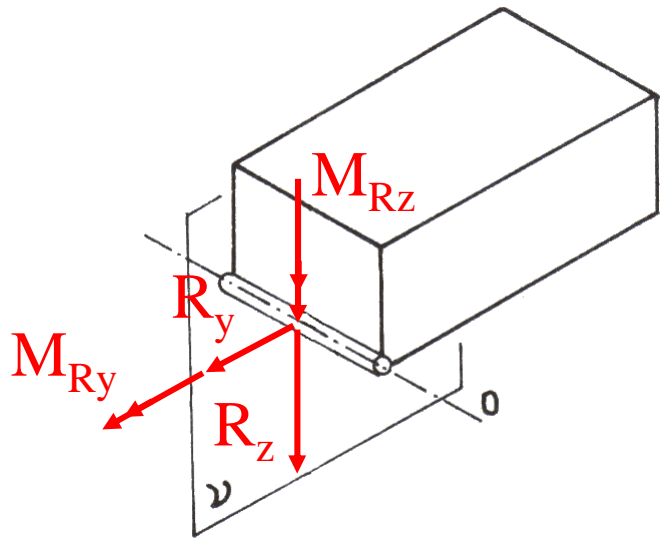
Kulový kloub



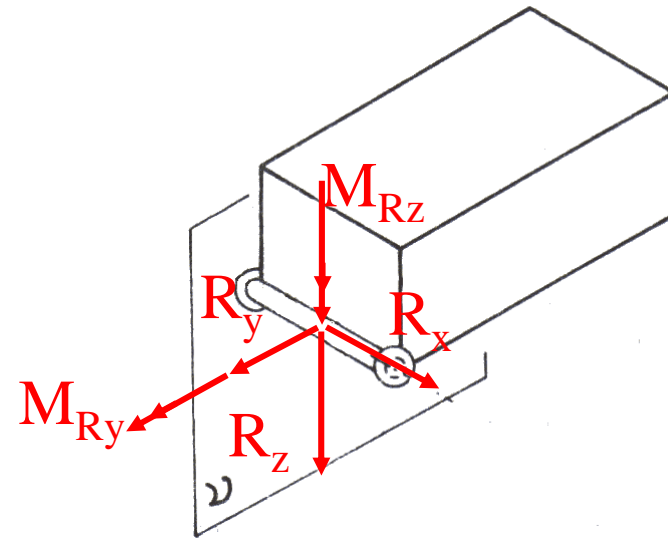
Vetknutí (nepouž. pro hm. bod)



Posuvný válcový kloub
(nepouž. pro hm. bod)

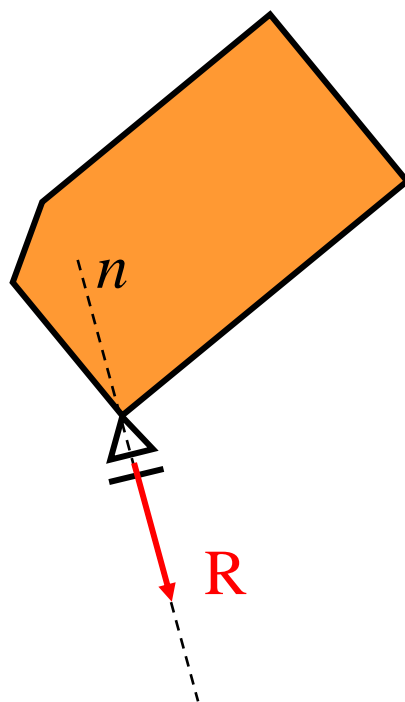
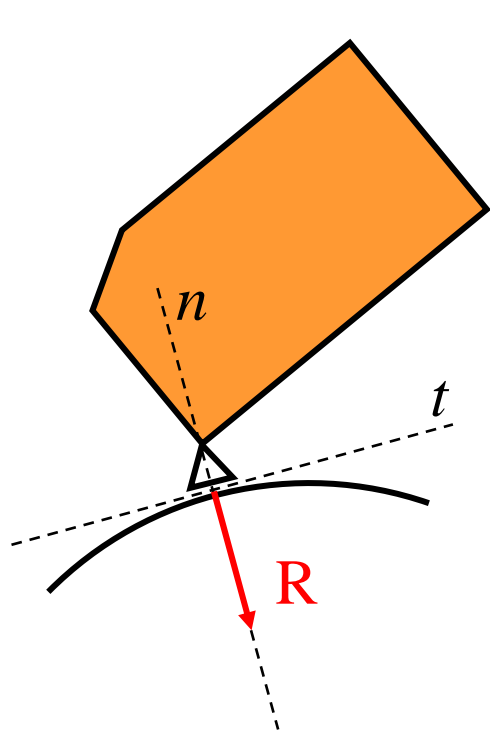


Neposuvný válcový kloub
(nepouž. pro hm. bod)

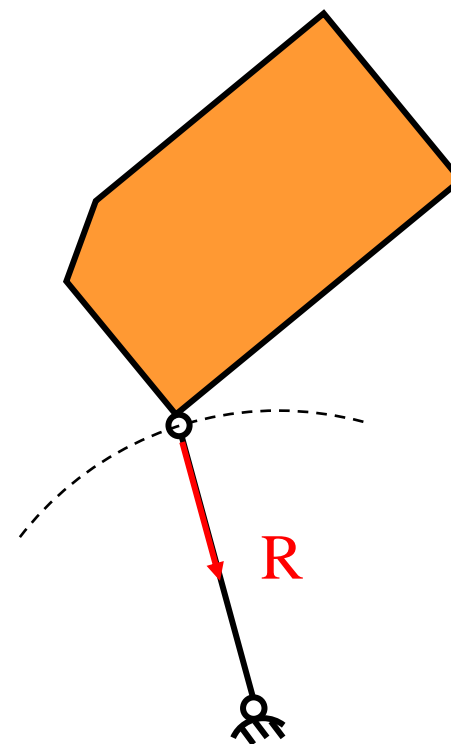


4.4.2 Vazby hmotného bodu a tuhé desky v rovině

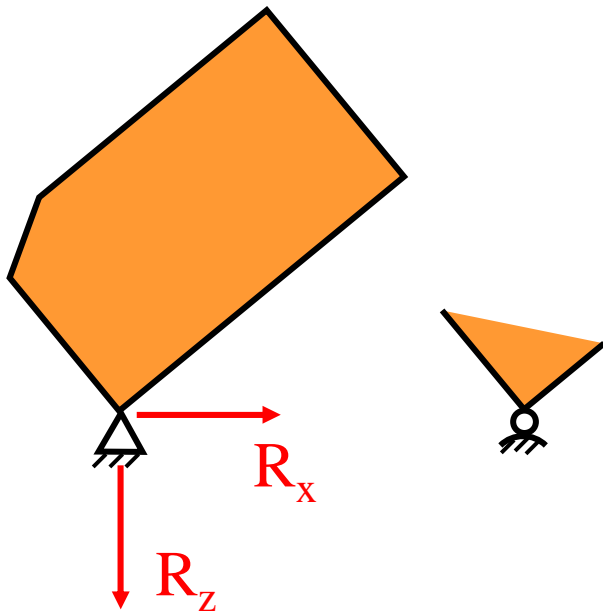
Vedení po křivce/přímce



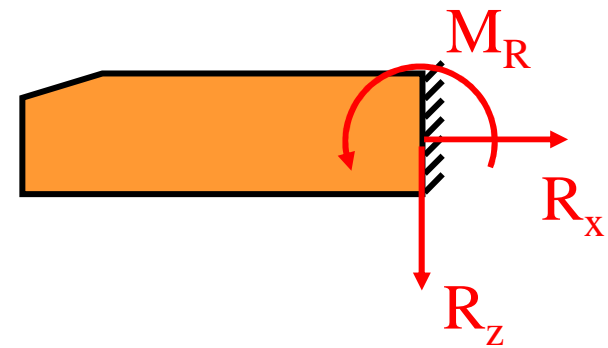
Kyvný prut



Kloub



Vetknutí (nepouž. pro hm. bod)



*Tento dokument je určen výhradně jako doplněk k přednáškám z předmětu
Stavební mechanika 1 pro studenty Stavební fakulty ČVUT v Praze.
Dokument je průběžně doplňován, opravován a aktualizován a i přes
veškerou snahu autora může obsahovat nepřesnosti a chyby.*

Datum poslední revize: 2.11.2005