



Czech Society for Mechanics
and Institute of Theoretical and Applied Mechanics, CAS

invite you to a lecture and discussion within
the lecture series **ITAM Seminar**

Geometrie konečných deformací a časová inkrementální analýza deformačních procesů

Geometry of finite deformations and time-incremental analysis of deformation processes

Zdeněk Fiala

Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky

V souvislosti se vznikem výpočtové mechaniky a následným rozvojem inkrementálních metod se v mechanice přetvárných těles znovu dostal do popředí problém jak v rámci konečných deformací správně linearizovat a integrovat deformační procesy v časové proměnné. Stručně a výstižně lze tento problém reprezentovat úlohou jak najít správnou časovou derivaci tenzoru napětí (stress rate), společně s dosavadními postupy řešení, které ji však nejsou s to jednoznačně určit.

Náš přístup je geometrický a vychází z formulace mechaniky přetvárných těles jako jednoduchého lagrangeovského systému nad konfiguračním prostorem deformačních tenzorů (tj. analytická mechanika), který je reprezentovaný prostorem symetrických pozitivně definitních reálných matic $\text{Sym}^+(3, \mathbb{R})$ (tj. geometrie). Deformační tenzory totiž jako základní veličiny popisující konečné deformace spojitého prostředí určují délky a úhly mezi vektory u deformovaného stavu, a jsou proto reprezentovány symetrickými pozitivně definitními maticemi. Oproti tomu, jejich aproximace pomocí tenzorů malých deformací (přesněji infinitezimálních) představují jen pouhou korekci výchozí konfigurace pomocí tenzorových polí, a jsou reprezentovány symetrickými maticemi $\text{sym}(3, \mathbb{R})$.

Ačkoliv se poloha i tvar deformovaného tělesa realizují v běžném 3dim euklidovském prostoru \mathbb{R}^3 , odpovídající časový průběh deformačního tenzoru sleduje trajektorii v $\text{Sym}^+(3, \mathbb{R})$, a zatímco prostor $\text{sym}(3, \mathbb{R})$ je vektorový prostor (tj. euklidovský), prostor $\text{Sym}^+(3, \mathbb{R})$ má neeuklidovskou geometrii nekladně zakřiveného (globálně) symetrického Riemannova prostoru, což technicky komplikuje analýzu časového průběhu deformace. Na druhé straně právě geometrie $\text{Sym}^+(3, \mathbb{R})$ umožňuje s úspěchem využít k analýze deformačních procesů nástrojů teorie Lieových grup a diferenciální geometrie.

Výsledkem je mimo jiné geometrická interpretace logaritmického tenzoru přetvoření, geometricky konzistentní linearizace deformačních procesů (včetně časové derivace napětí), jakož i identifikace evoluční rovnice Lieova typu pro konečné deformace umožňující geometricky konzistentní časovou integraci nelineárních konstitutivních vztahů v rámci konečných deformací. Toto vše platí obecně, bez ohledu na konkrétní materiálové konstitutivní vztahy.

Protože použitý matematický aparát je v běžné inženýrské praxi dosti nezvyklý, přednáška se spíše než na něj samotný soustředí na intuitivní uchopení problému společně s tím, jak právě geometrie $\text{Sym}^+(3, \mathbb{R})$ modifikuje obyčejnou časovou derivaci a tak i celý dosavadní přístup k časové analýze deformačních procesů.

**Přednáška koná ve čtvrtek 6. června 2019 v 10 hodin
v malé zasedací místnosti ÚTAM v Praze na Proseku, Prosecká 76.**