

# Problematika disertační práce a současný stav řešení

Milan Omasta

*Diplomová práce je jako šachová partie:  
máme možnost velkého množství různých tahů,  
od samého počátku bychom však měli být schopni předvídat  
své pohyby tak, abychom dokázali dát protivníkovi šach  
a být úspěšní.*

Umberto Eco

Tato prezentace je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem  
a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**OBSAH PREZENTACE:**

- Téma disertační práce
- Charakteristika hypoidního ozubení
- Současný stav poznání
- Konstrukce simulátoru kontaktu
- Účast na projektech
- Plánované aktivity



[www.mergeleftmarketing.com](http://www.mergeleftmarketing.com)

*Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu  
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování  
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",  
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **TÉMA DISERTAČNÍ PRÁCE:**

- Elastohydrodynamické mazání hypoidních převodů

### **ŠKOLITEL:**

- prof. Ing. Ivan Křupka, PhD.

### **SPECIFIKACE:**

- experimentální analýza EHD mazacího filmu mezi boky zubů za nestacionárních podmínek
- řešení tématu disertační práce zahrnuje konstrukci nového experimentálního zařízení, realizaci experimentů a zobecnění získaných výsledků
- práce by měla objasnit vliv skluzu , ke kterému dochází při záběru boků zubů, na rozložení tloušťky mazacího filmu



[www.bilingualism.co.uk](http://www.bilingualism.co.uk)

### CHARAKTERISTIKA HYPOIDNÍHO OZUBENÍ:

- vychází z kuželového ozubení se spirálními zuby
- posunutý pastorek -> mimoběžné osy

### VÝHODY (oproti kuželovému soukolí):



- vyšší únosnost
- plynulejší chod -> nižší hlučnost
- vyšší převodový poměr

### NEVÝHODY:



- skluz v podélném směru zubu  
-> nižší mechanická účinnost (92-96%)  
větší produkované teplo



[www.shute-eng.com.au](http://www.shute-eng.com.au)



## POUŽITÍ HYPOIDNÍCH PŘEVODŮ:

- rozvodovky automobilů (osobní, nákladní)
- převodovky hlavního rotoru helikoptér



<http://en.wikipedia.org>

*Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu  
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování  
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",  
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228*



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

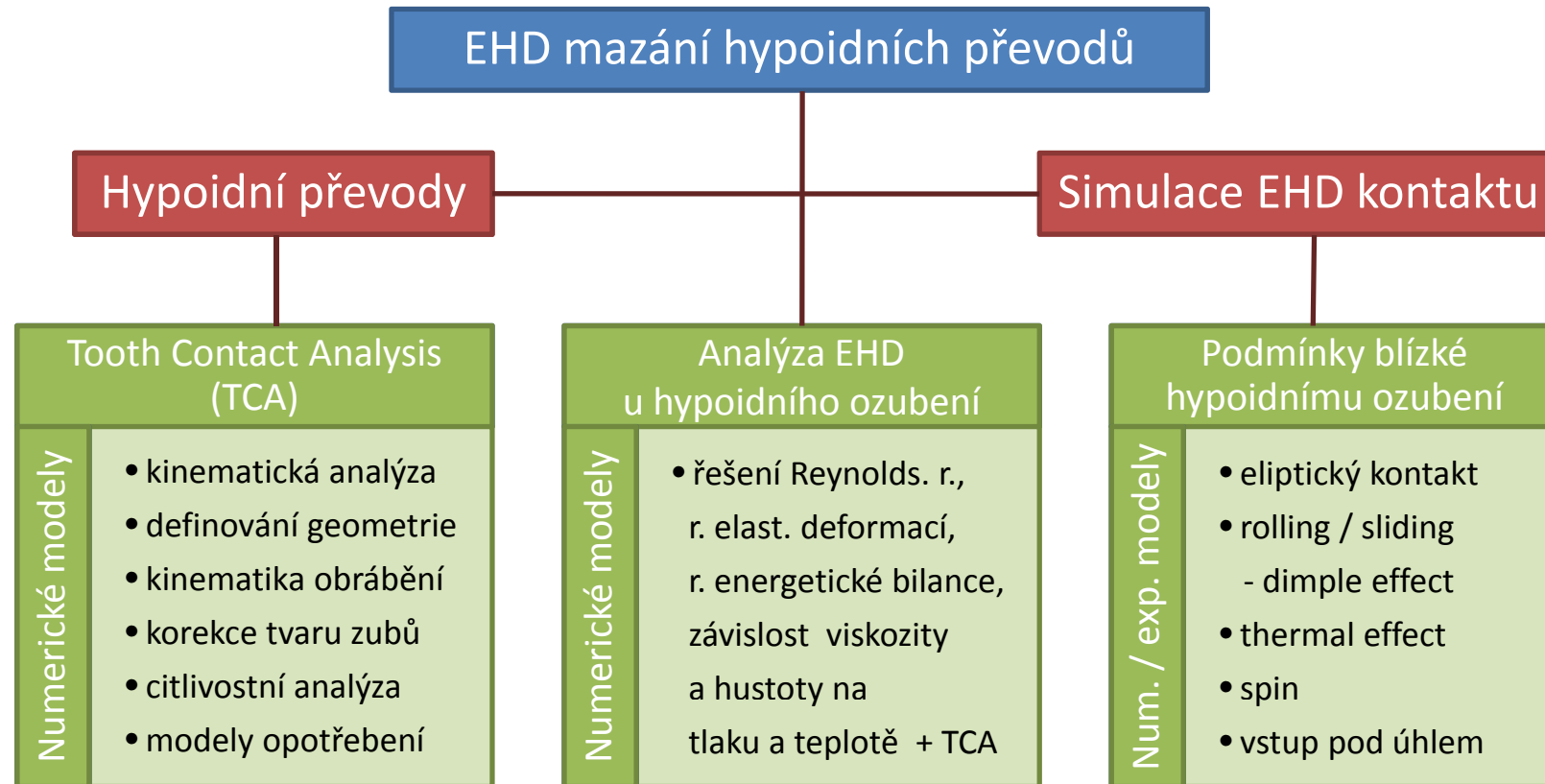


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## PŘEHLED PUBLIKOVANÝCH ČLÁNKŮ:



- Coleman - *Contact pressure and Sliding Velocities on hypoid gear teeth*, 1963
- Simon - *Load distribution on hypoid gears*, 2000
- Achtmann, Bar - *Optimized bearing ellipses of hypoid gears*, 2003
- Simon - *Optimal tooth modifications in hypoid gears*, 2005
- Kovalind, Kahraman - *A load distribution model for hypoid gears using ease-off topography and shell theory*, 2009
- Park, Kahraman - *A surface wear model for hypoid gears*, 2009

## Tooth Contact Analysis (TCA)

Numerické modely

- kinematická analýza
- definování geometrie
- kinematika obrábění
- korekce tvaru zubů
- citlivostní analýza
- modely opotřebení

## Analýza EHD u hypoidního ozubení

Numerické modely

- řešení Reynolds. r., r. elast. deformací, r. energetické bilance, závislost viskozity a hustoty na tlaku a teplotě + TCA

## Podmínky blízké hypoidnímu ozubení

Num. / exp. modely

- eliptický kontakt
- rolling / sliding - dimple effect
- thermal effect
- spin
- vstup pod úhlem

- Simon - *Elastohydrodynamic lubrication of hypoid gears*, 1981
- Jia, Guo - *Multilevel solution of elastohydrodynamically lubricated hypoid gears*, 1994
- Yi, Chenwen - *The effects of geometry and cutting parameters upon lubrication performance of hypoid gears and analysis of the contact geometry and sliding velocities during meshing of hypoid gears*, 1996
- Simon - *Influence of lubricant and operating characteristics on EHD lubrication in hypoid gears*, 2008
- Simon - *Influence of machine tool setting parameters on EHD lubrication in hypoid gears*, 2009

### Tooth Contact Analysis (TCA)

Numerické modely

- kinematická analýza
- definování geometrie
- kinematika obrábění
- korekce tvaru zubů
- citlivostní analýza
- modely opotřebení

### Analýza EHD u hypoidního ozubení

Numerické modely

- řešení Reynolds. r., r. elast. deformací, r. energetické bilance, závislost viskozity a hustoty na tlaku a teplotě + TCA

### Podmínky blízké hypoidnímu ozubení

Num. / exp. modely

- eliptický kontakt
- rolling / sliding - dimple effect
- thermal effect
- spin
- vstup pod úhlem



- Wang, Yang, Kaneta - *On the surface dimple phenomena in elliptical TEHL contacts with arbitrary entrainment*, 2003
- Yagi, Kyogoku, Nakahara - *Mechanism of dimple formation under elastohydrodynamic conditions*, 2003
- Jubault, Molimard - *In situ pressure and film thickness measurement in rolling/sliding lubricated point contacts*, 2003
- Yang, Cui - *The influence of spinning on the performance of EHL in elliptical contacts*, 2006
- Carli, Sharif – *Thermal point contact EHL analysis of rolling/sliding contact with experimental comparison showing anomalous film shape*, 2009

### Tooth Contact Analysis (TCA)

Numerické modely

- kinematická analýza
- definování geometrie
- kinematika obrábění
- korekce tvaru zubů
- citlivostní analýza
- modely opotřebení

### Analýza EHD u hypoidního ozubení

Numerické modely

- řešení Reynolds. r., r. elast. deformací, r. energetické bilance, závislost viskozity a hustoty na tlaku a teplotě + TCA

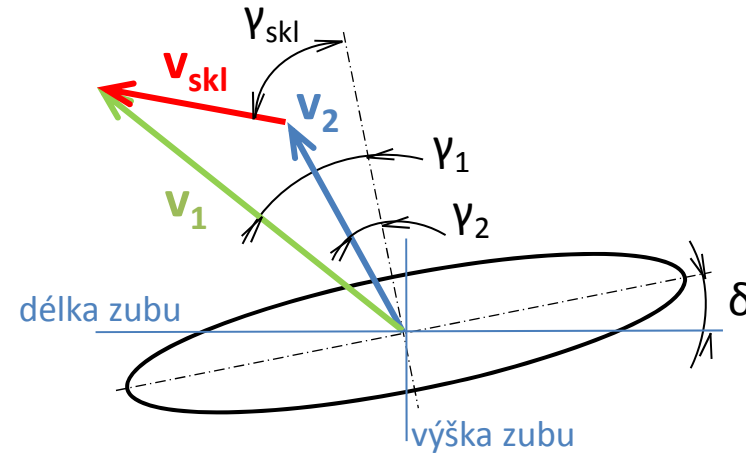
### Podmínky blízké hypoidnímu ozubení

Num. / exp. modely

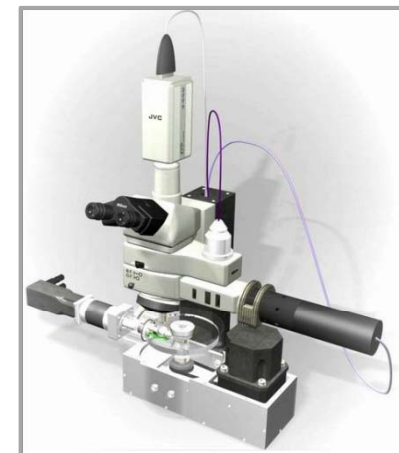
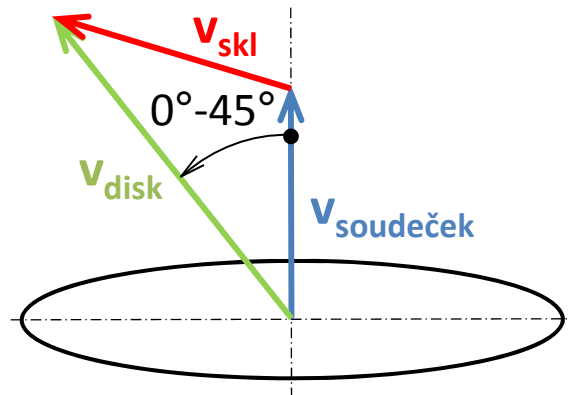
- eliptický kontakt
- rolling / sliding - dimple effect
- thermal effect
- spin
- vstup pod úhlem

KINEMATICKÉ POMĚRY HYPOIDNÍHO OZUBENÍ:

	poloha				
	1	2	3	4	5
$\nu_1$ [deg]	28	29	31	34	44
$\nu_2$ [deg]	34	33	29	22	15
$\nu_{skl}$ [deg]	23	25	33	47	89
e [-]	16	17	19	22	30
$\delta$ [deg]	18	17	16	15	13



NAVRHOVANÁ SIMULACE  
PODMÍNEK V KONTAKTU  
DISK - SOUDEČEK:



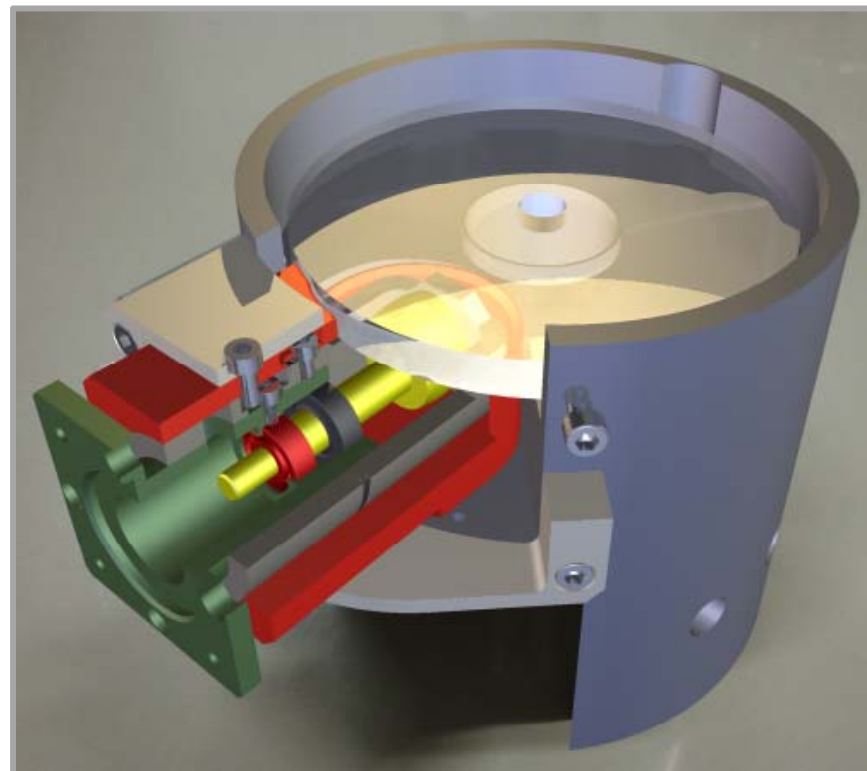
<http://uk.fme.vutbr.cz>

Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu  
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování  
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",  
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## KONSTRUKCE SIMULÁTORU MAZANÉHO KONTAKTU V HYPOIDNÍM OZUBENÍ:



*Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu  
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování  
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",  
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228*



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### ÚČAST NA ŘEŠENÝCH PROJEKTECH:

- **Projekt GAČR (101/09/J003) – 2009-2011**  
bilaterální - Technische Universität München  
*Experimentální studium elastohydrodynamického a smíšeného mazání hypoidních převodů.*

### ÚČAST NA NAVRHOVANÝCH PROJEKTECH:

- **Projekt FSI – standardní (FSI-S-10-28)**  
*Vliv cílené modifikace topografie třecích povrchů na utváření mazacích filmů.*
- **Projekt FSI – juniorský (FSI-J-10-34)**  
*Studium tenkých mazacích filmu s využitím 3D optické profilometrie.*
- **Projekt FRVŠ (2663/2011)**  
*Simulace podmínek mazání v kontaktu zubů ozubených převodů.*

## PLÁNOVANÉ AKTIVITY:

- **Studium předmětů doktorského studia**
- **Práce na kritické rešerši**
- **Zprovoznění experimentálního zařízení**
- **Provedení a vyhodnocení úvodních experimentů**
- **Příspěvek ke konferenci KČMS 2010**  
Simulace mazaného kontaktu mezi boky zubů hypoidních převodů.
- **Dokončení a publikování článku v impakt. časopise:**  
Finite element structural analysis of trans-tibial prosthesis.  
*Medical Engineering and Physics (35b.)*  
*Journal of Rehabilitation Research and Development (21b.)*  
*Medical and Biological Engineering and Computing (33b.)*



[www.kdubiq.org](http://www.kdubiq.org)



**... děkuji za pozornost.**

*Tato prezentace byla vytvořena jako součást projektu  
"Komplexní systém pro získávání, vzdělávání a trvalé zapojování  
talentů do výzkumných a vývojových center AV ČR a FSI VUT v Brně",  
reg. č. CZ.1.07/2.3.00/09.0228*



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ