

Analýza utváření mazacího filmu v náhradách kyčelního kloubu

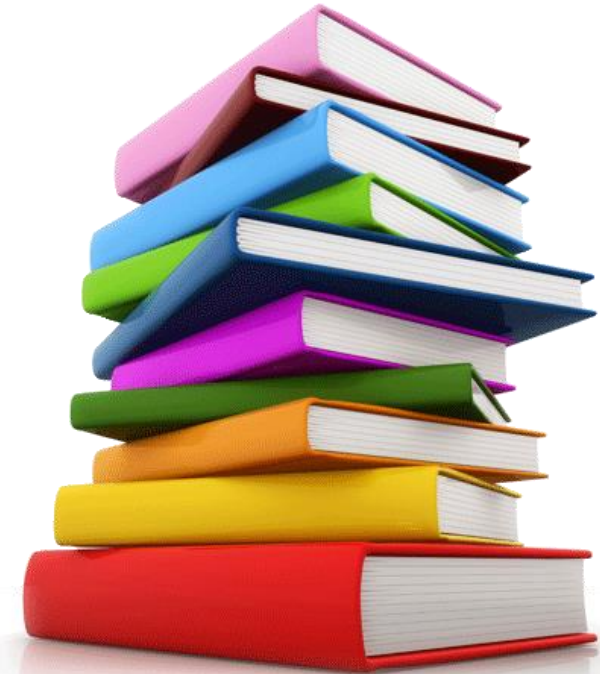
David Nečas

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.



ústav
konstruování

- Úvod do problematiky
- Fluorescenční metoda
- Shrnutí současného stavu poznání
- Analýza a zhodnocení poznatků na základě rešerše
- Vymezení cílů disertační práce
- Současný stav řešení disertační práce
- Závěr





1848

Počátky artroplastiky



1940

První CoCr náhrada



1962

Využití UHMWPE



1970

Zavedení keramických materiálů



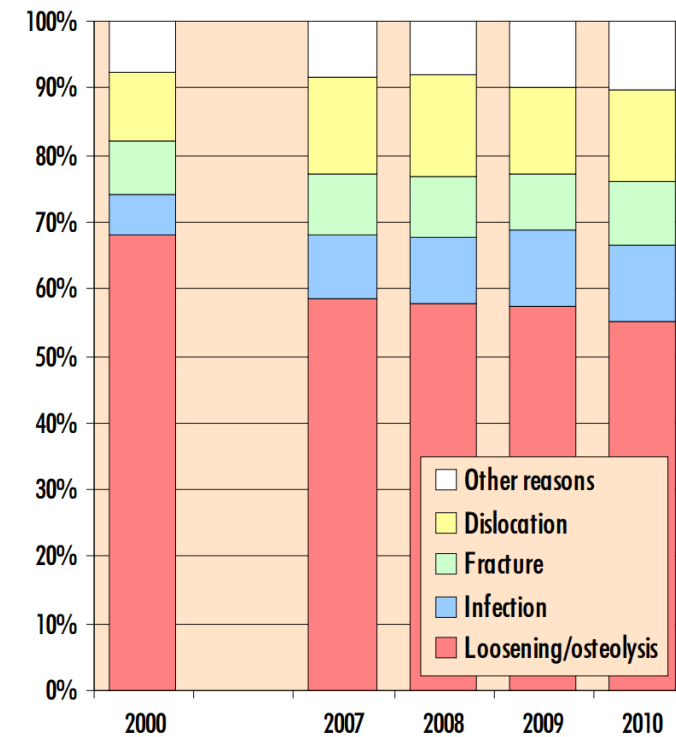
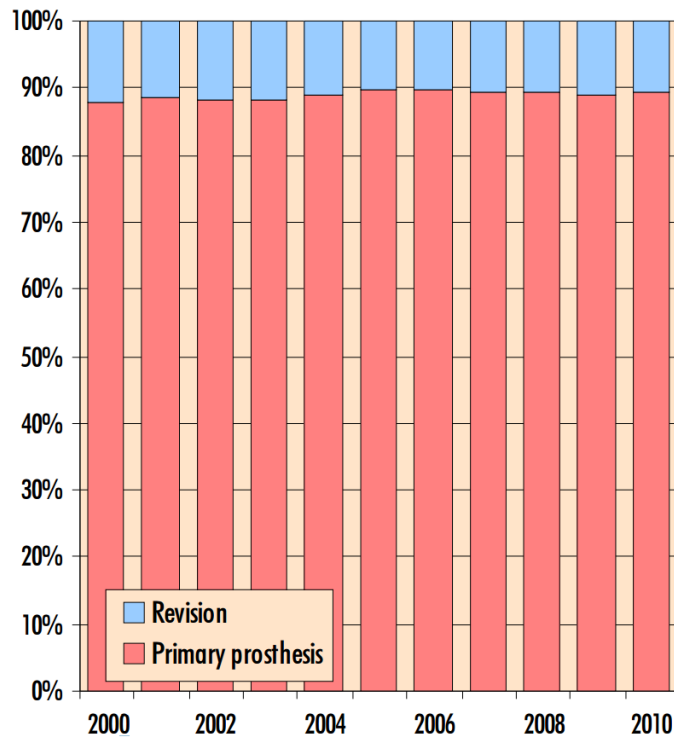
2000

DLC

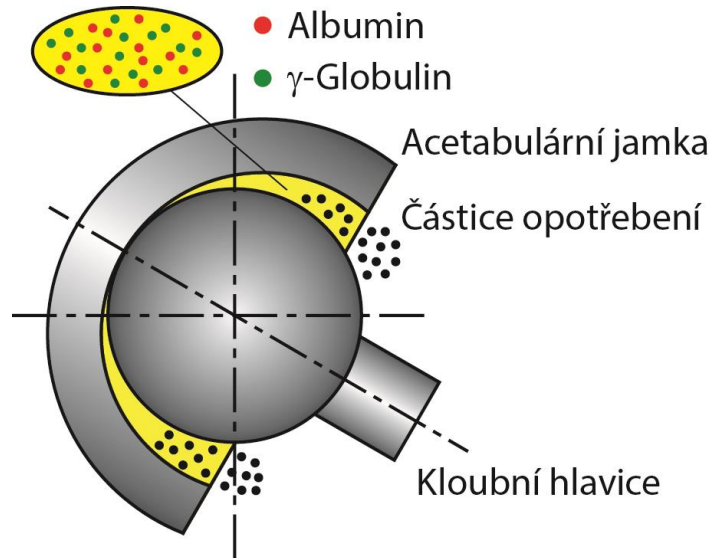
■ Současnost

- ~ 17 000 operací ročně v ČR
- ~ 6 – 8 milionů operací ročně celosvětově
- Nejčastější a nejúspěšnější ortopedický zákrok moderní medicíny

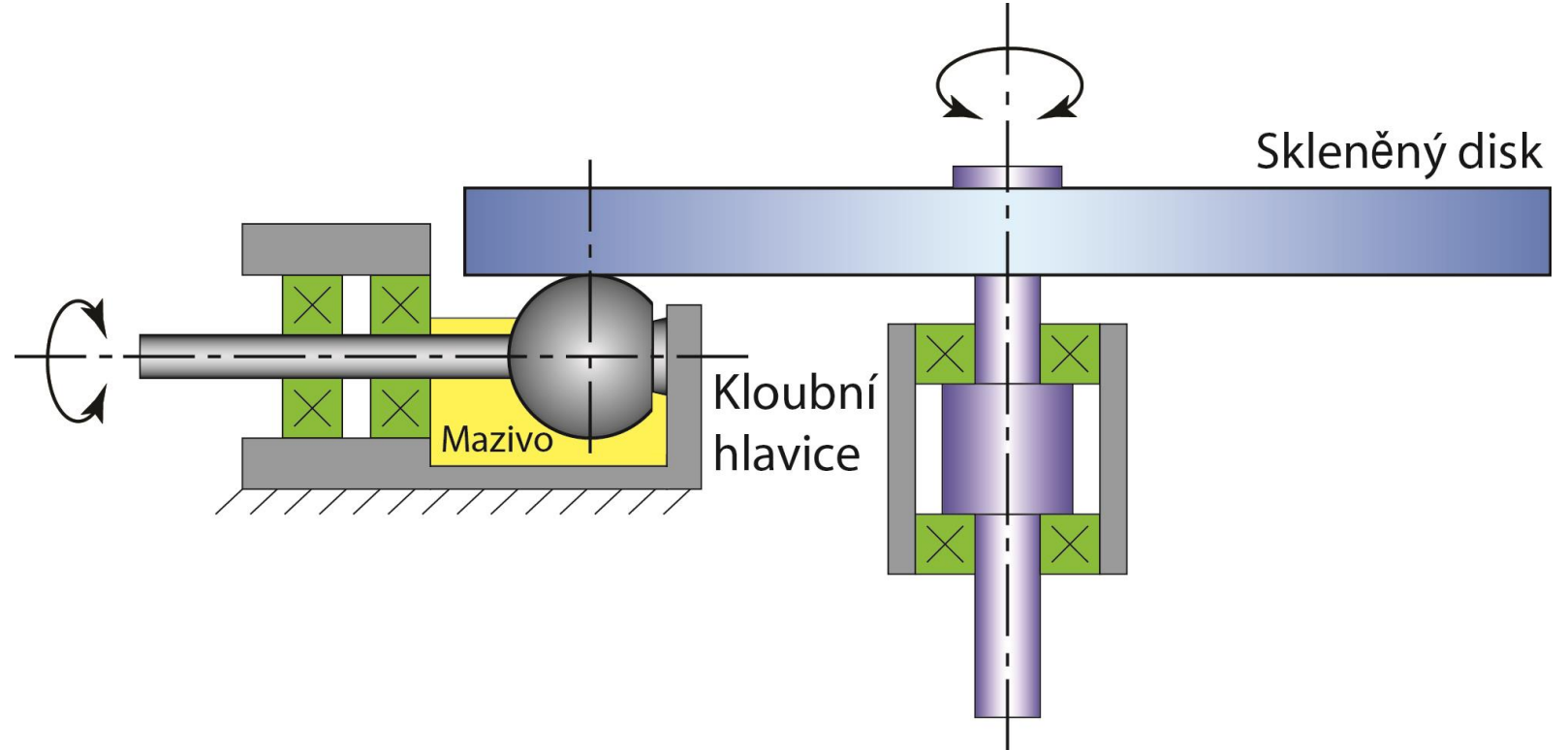
- Problematika životnosti náhrad a revizních operací
 - Odhadovaná životnost náhrady 15 – 20 let
 - U mladších pacientů razantní pokles životnosti
 - Nejčastější důvod selhání náhrady osteolýza + aseptické uvolnění



■ Reálná konfigurace



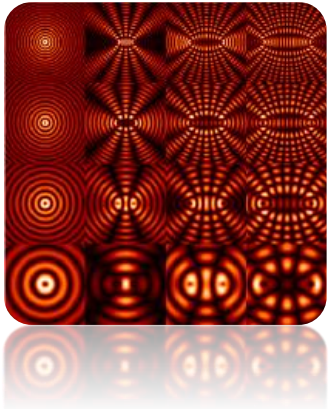
■ Modelová konfigurace



■ Analýzy v oblasti

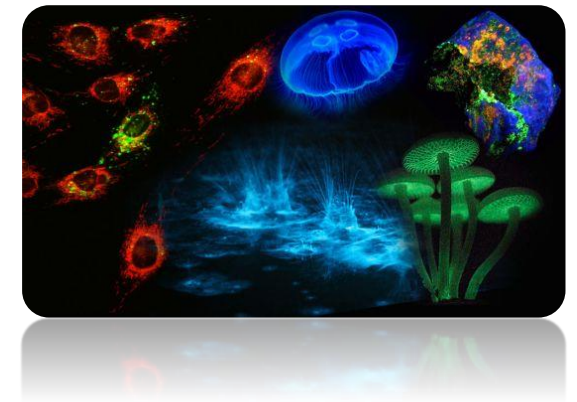
- Tloušťky mazacího filmu
- Pozorování adsorpce proteinů na třecích površích
- Separace komponent maziva

Optická interferometrie

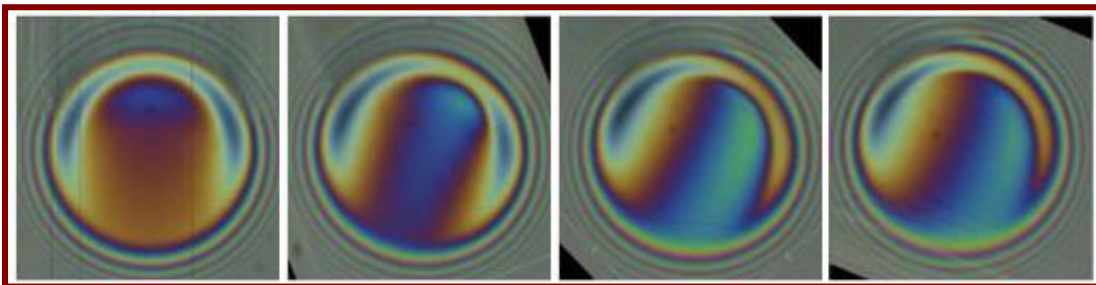


- + Kvantifikace tloušťky maziva
- + Vhled do kontaktu
- Analýza neodrazivých povrchů
- Separace komponent maziva

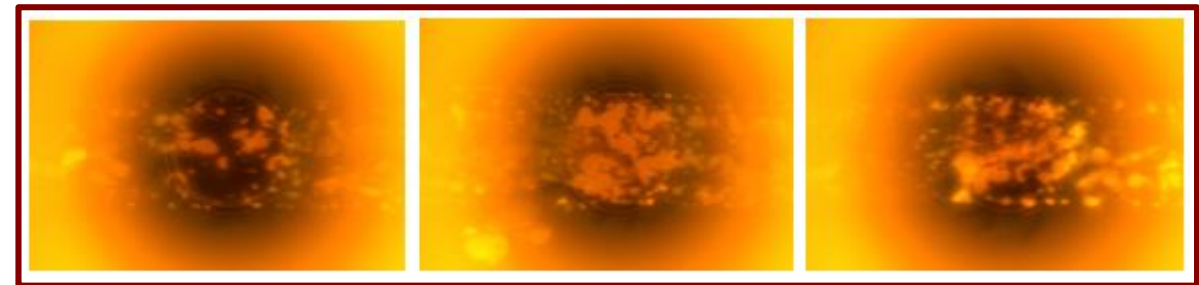
Fluorescenční mikroskopie



- +
- +
- +
- +

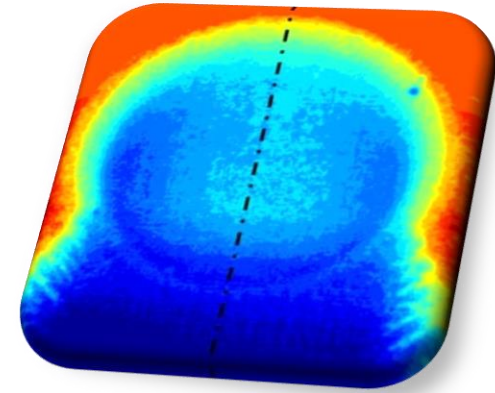


■ Výsledkem je velikost mezery mezi povrchy



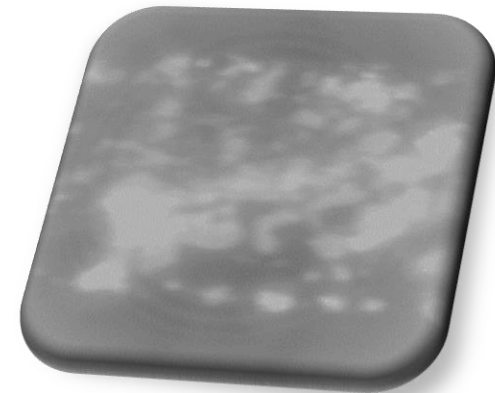
■ Výsledkem je intenzita emise barviva obsaženého v mazivu

1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu

3. Problematika adsorpce proteinů

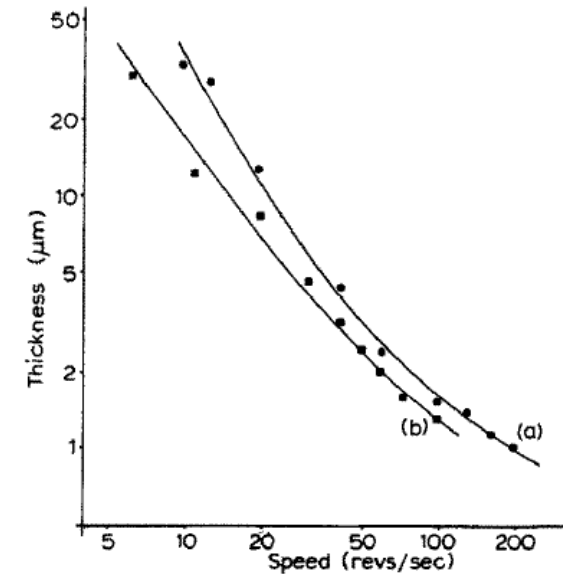


■ SMART and FORD, 1974. (29 citací dle WoK)

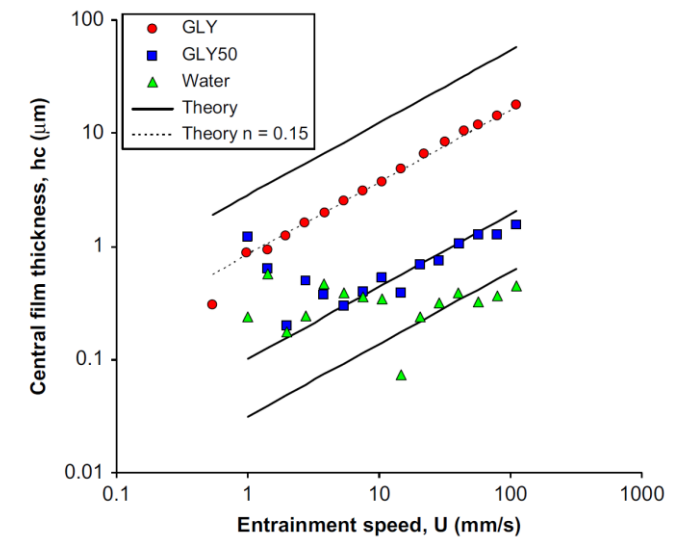
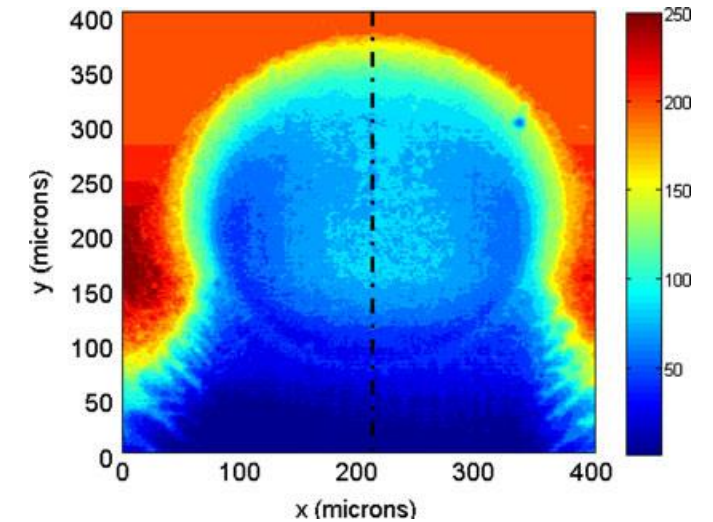
- Pilotní studie o možnostech využití metody
- Pozorování vrstvy maziva na rotujícím válci
- Měření tloušťky filmu v rozsahu 0,8 – 35 μm

■ HIDROVO and HART, 2001. (34 citací dle WoK)

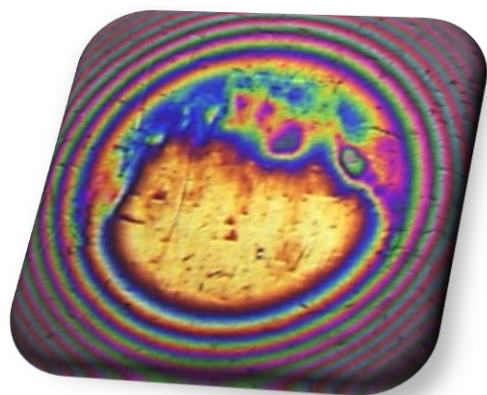
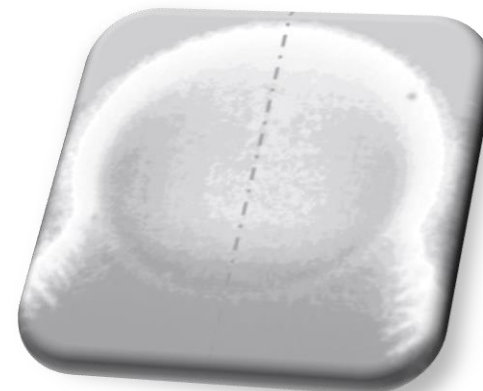
- Zavedení DELIF, ERLIF
- Významné zpřesnění metody
- Využití při mapování topografie povrchů



- REDDYHOFF et al., 2010. (6 citací dle WoK)
 - První využití při studiu formování mazacího filmu
 - Metoda verifikována pomocí optické interferometrie
- MYANT et al., 2010. (12 citací dle WoK)
 - Analýza tloušťky maziva v poddajném kontaktu
 - Diskuse z pohledu kalibrace
 - Diskuse termálních efektů a hygroskopie kapaliny

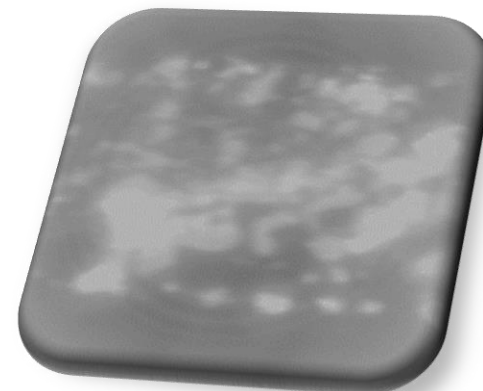


1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



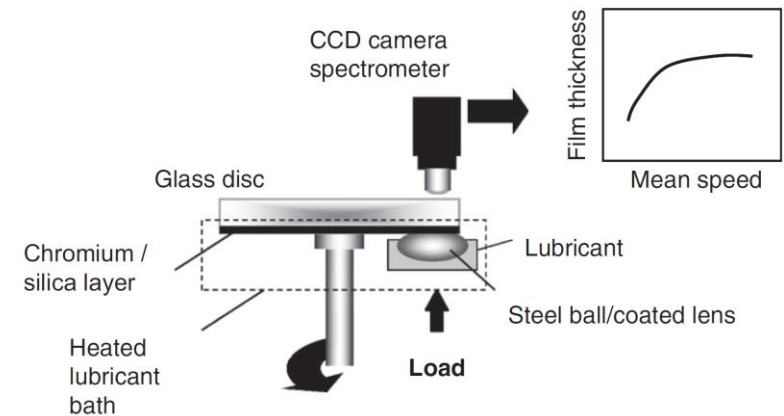
2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu

3. Problematika adsorpce proteinů



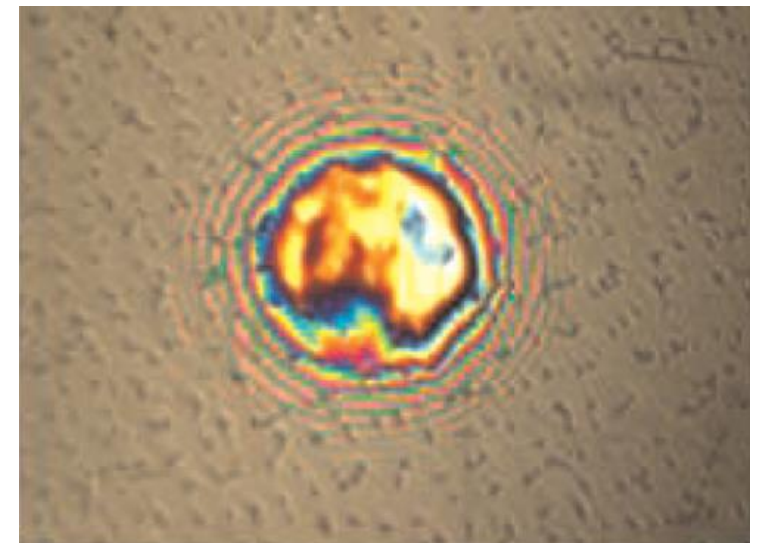
■ MAVRAKI and CANN, 2011. (13 citací dle WoK)

- Analýza tloušťky maziva při mazání hovězím sérem (interferometrie)
- Pozorován výrazný rozptyl naměřených hodnot (nenewtonské chování maziva)



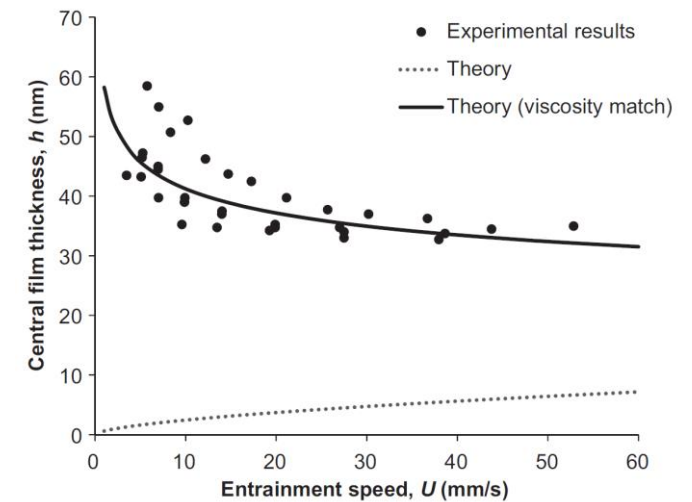
■ FAN et al., 2011. (16 citací dle WoK)

- Poprvé využita reálná kloubní hlavice
- Významný vliv složení maziva
- Výrazná odchylka od predikovaných hodnot



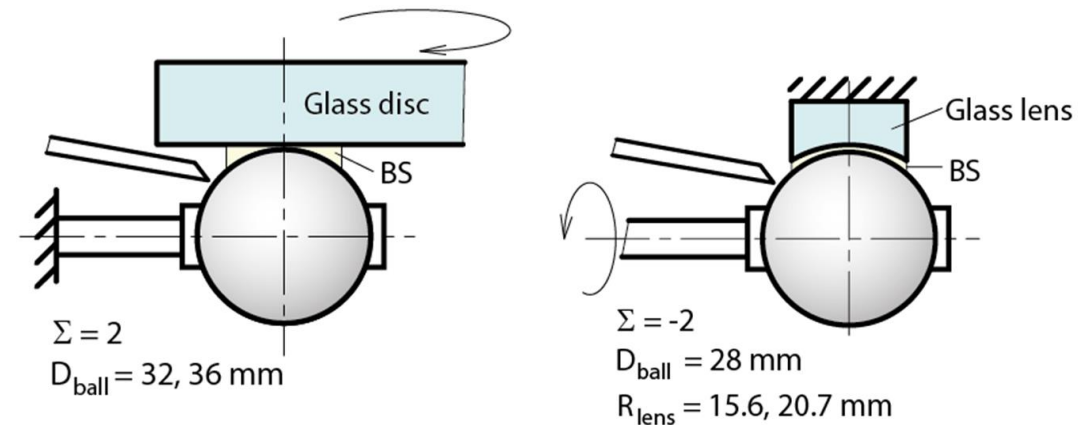
■ MYANT and CANN, 2013. (3 citace dle WoK)

- Zavedení a diskuse pojmu „inlet phase“
- Komparace výsledků s predikcí pro kapalinu respektující model smykového řídnutí

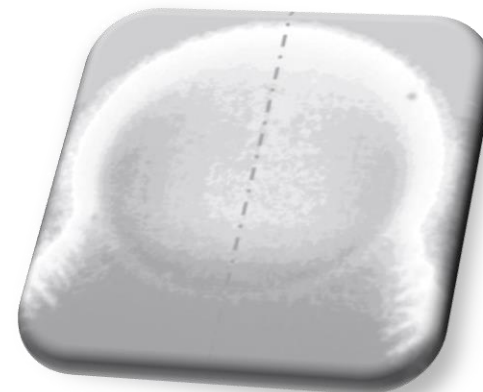


■ VRBKA et al., 2014.

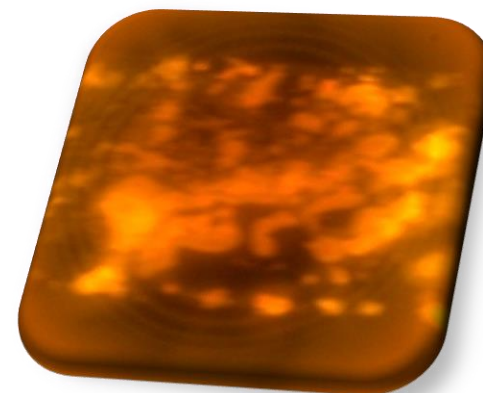
- Poprvé analyzována také keramická hlavice
- Studie vlivu charakteru povlakových vrstev
- Analýzy vlivu konformity povrchů



1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



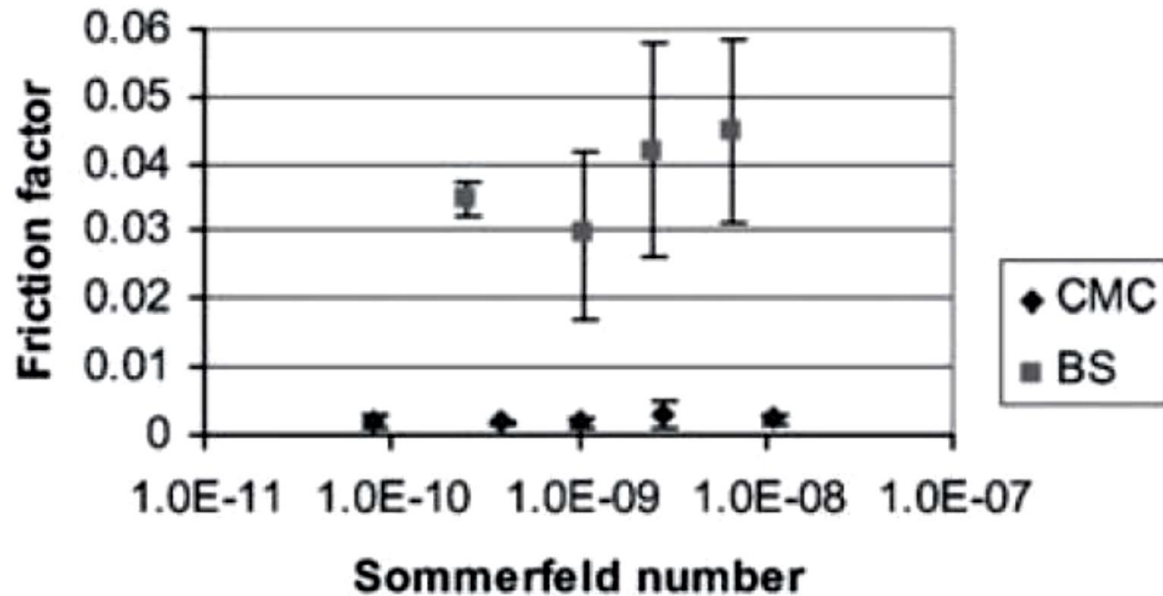
2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu



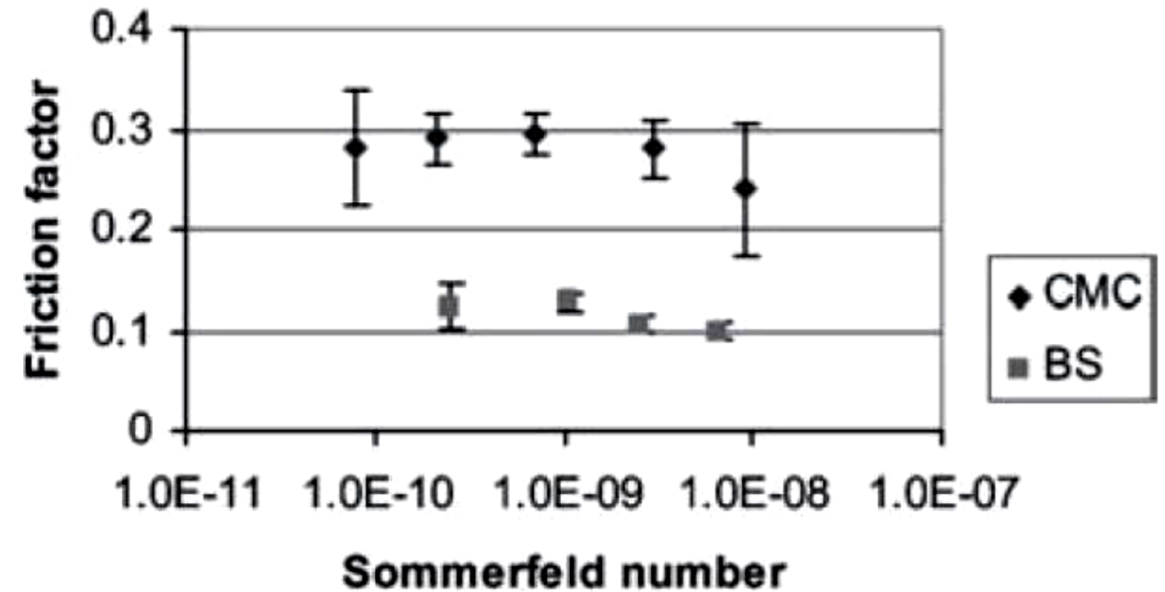
3. Problematika adsorpce proteinů

■ SCHOLES and UNSWORTH, 2006. (41 citací dle WoK)









- Prokázán pozitivní i negativní vliv adsorpce
- Provedena porovnávací měření se synoviální kapalinou



$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$



CoCrMo-CoCrMo

- Fluorescenční metoda je využitelná při studiu mazání kloubních náhrad
- Analýza tření v náhradách kyčelního kloubu
 - Modelová konfigurace 
 - Reálná konfigurace 
- Analýza tloušťky mazací vrstvy v náhradách kyčelního kloubu
 - Modelová konfigurace 
 - Reálná konfigurace  
- Formování mazacího filmu v náhradách kyčelního kloubu z hlediska vlivu složek maziva
 - Modelová konfigurace 
 - Reálná konfigurace 
- Problematika adsorpce z hlediska tribologie náhrad kyčelního kloubu 

Cíl práce

- Objasnit utváření mazacího filmu v náhradách kyčelního kloubu s využitím fluorescenční měřicí metody.
- Zaměřit se na roli jednotlivých složek maziva na utvářený film.

Dílčí cíle

- Odladit fluorescenční měřicí metodu.
- Vyhodnotit formování proteinového mazacího filmu.
- Analyzovat a zobecnit získané výsledky.

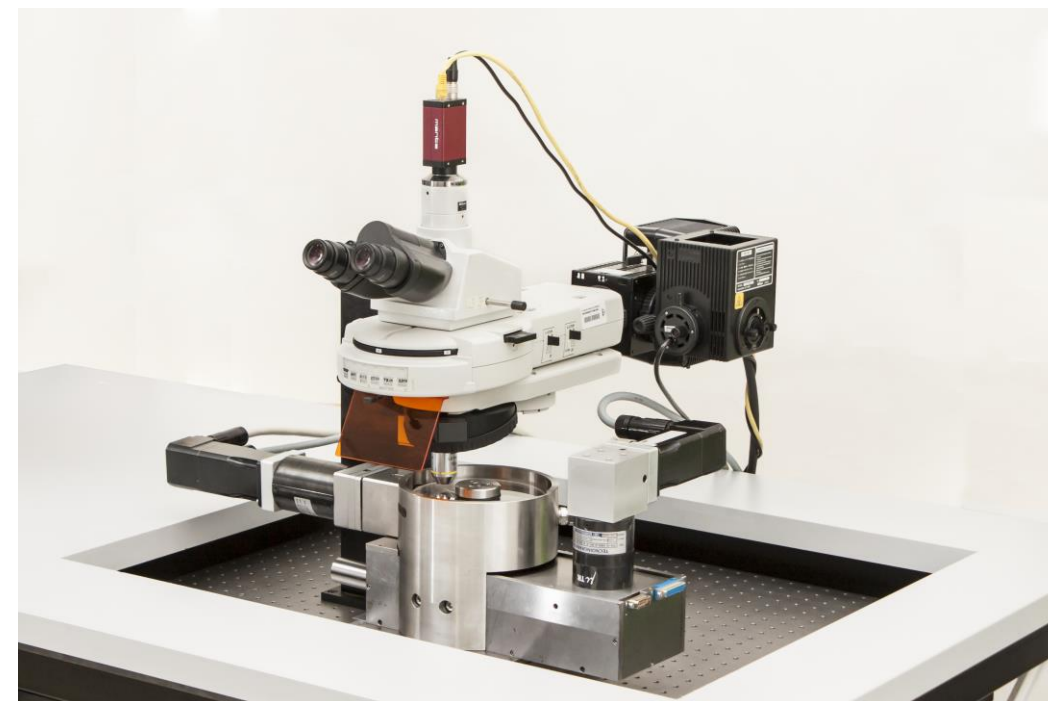
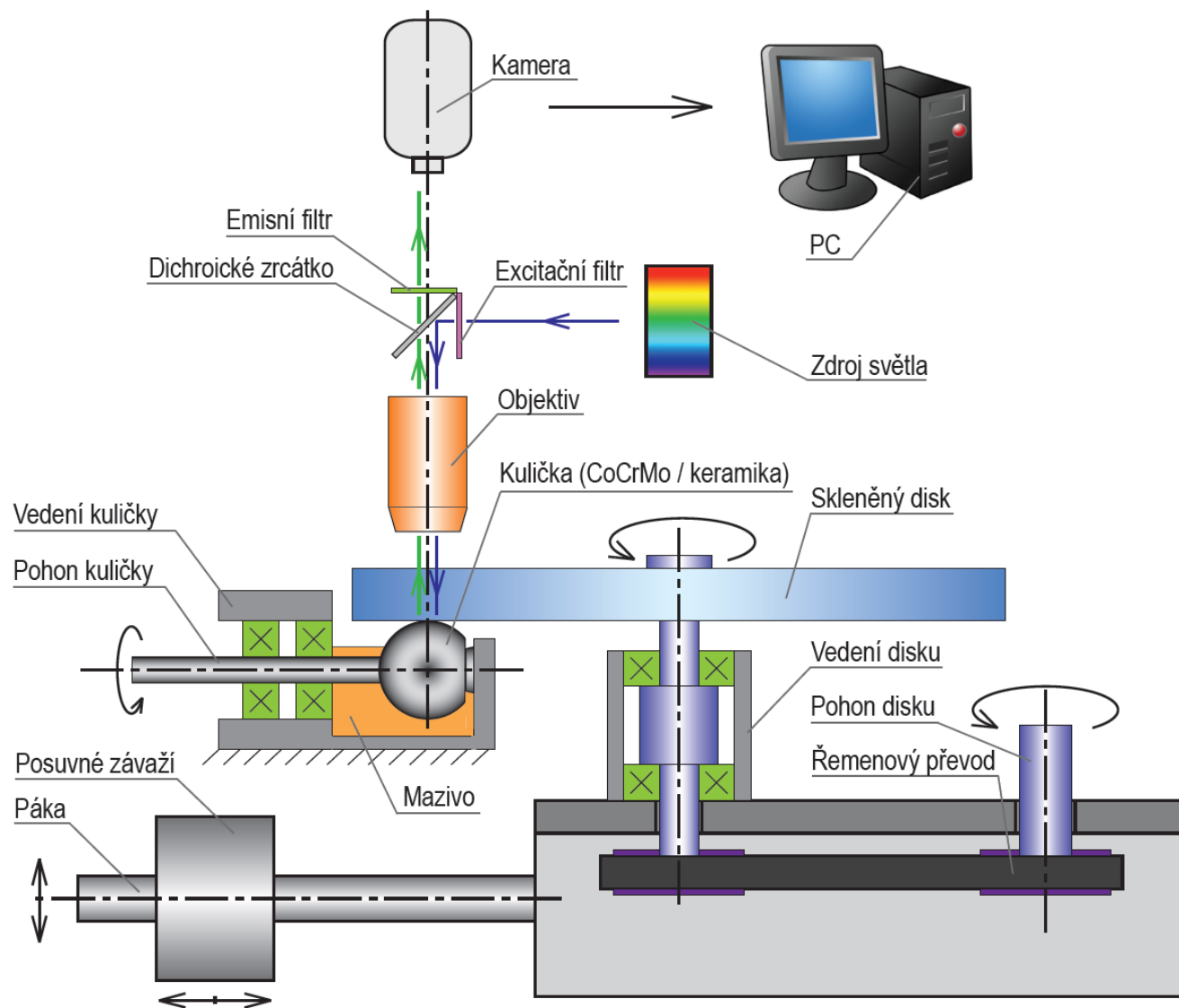


Vědecká otázka

- Jakým způsobem ovlivňují dílčí složky modelové kapaliny utváření mazacího filmu v náhradách kyčelního kloubu za různých kinematických, silových a teplotních podmínek?

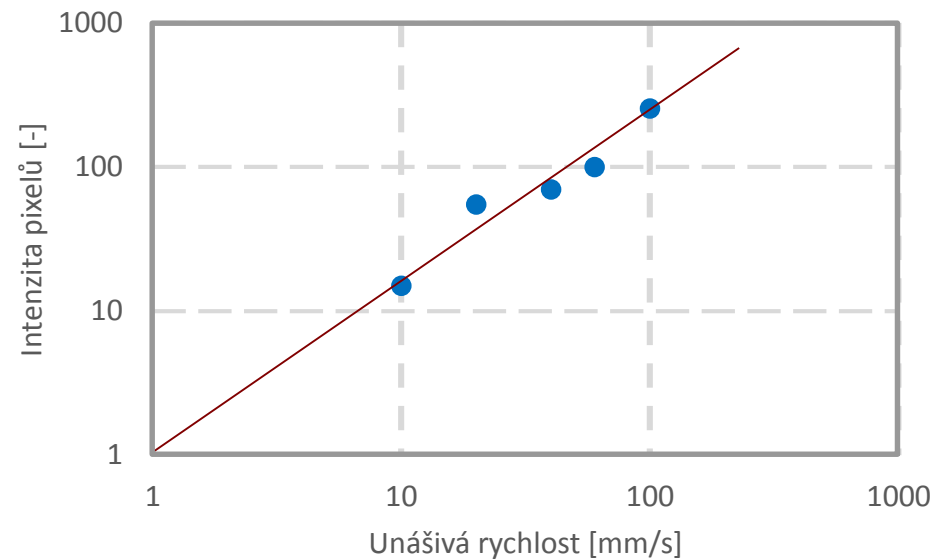
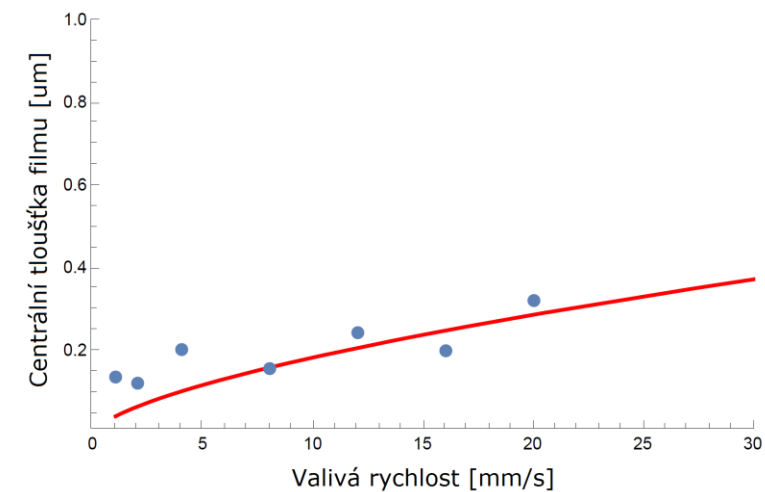
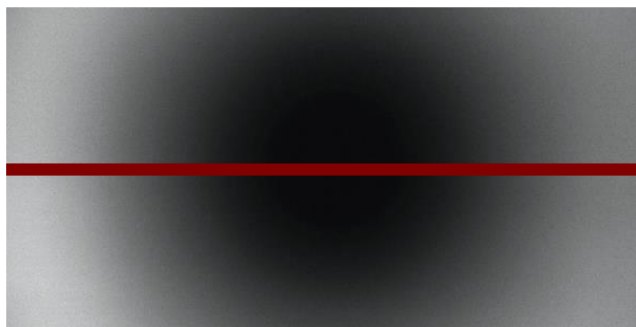
Pracovní hypotéza

- Nárůst koncentrace γ -G \longrightarrow Nárůst tloušťky filmu
- Mazivo obsahující pouze γ -G \longrightarrow Nárůst tloušťky s unášivou rychlostí
- Mazivo obsahující pouze A \longrightarrow Výrazný pokles tloušťky
- Změna teploty z 22 °C na 37 °C \longrightarrow Nevýrazný vliv na tloušťku maziva ???

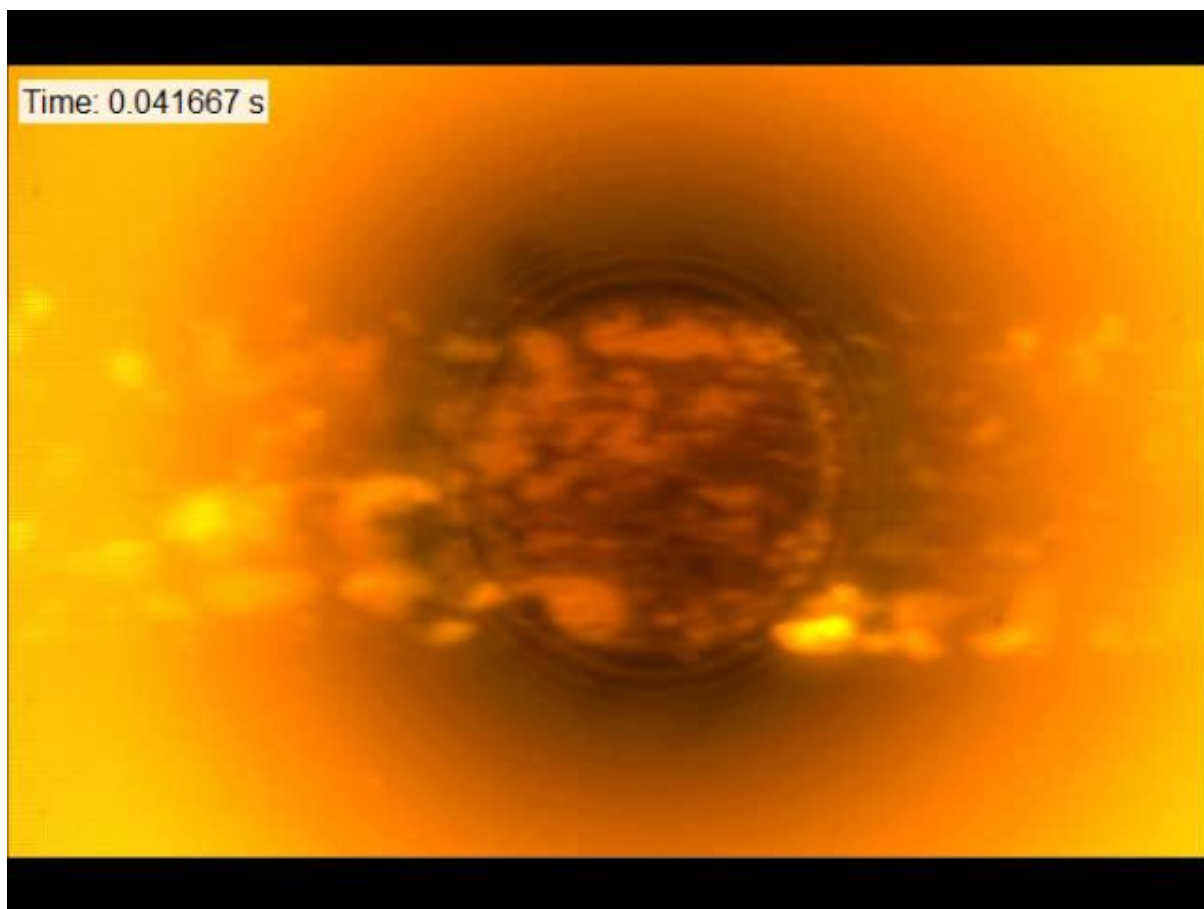


- Verifikace metody
- Výsledky prezentovány na KČMS 2013

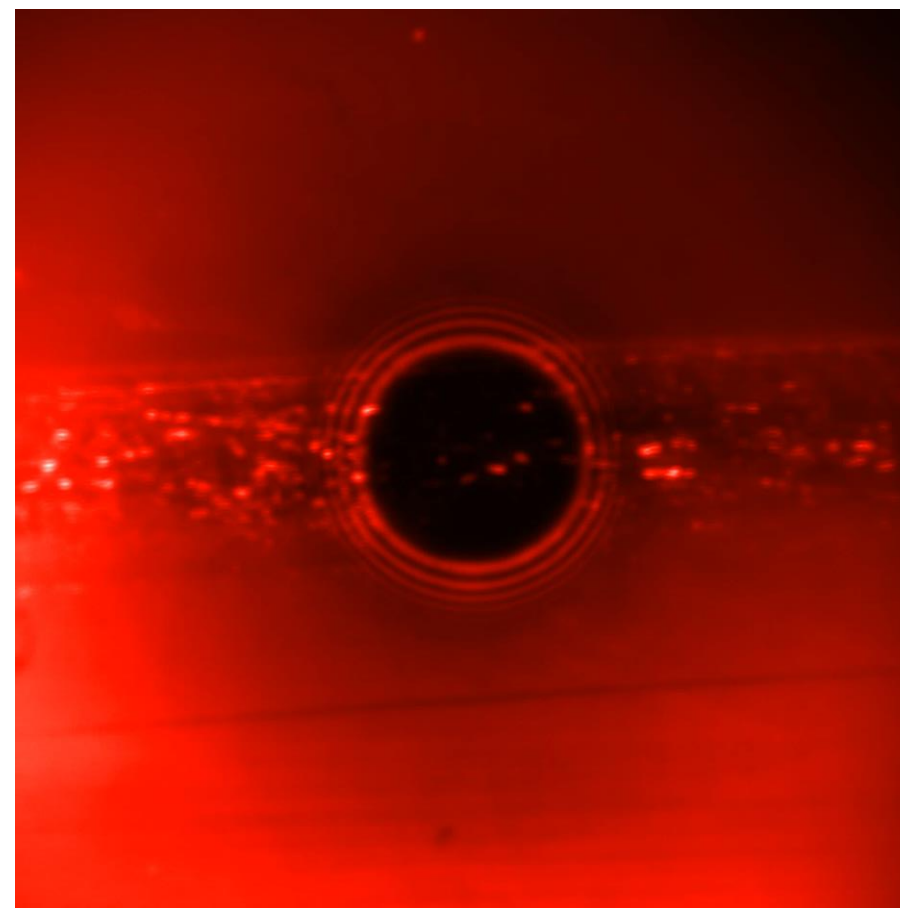
■ Tvorba kalibrační křivky



■ Albumin značený TMR barvivem

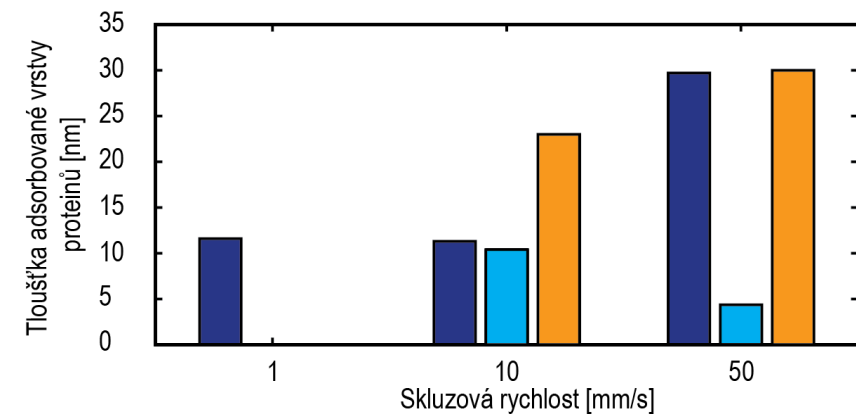
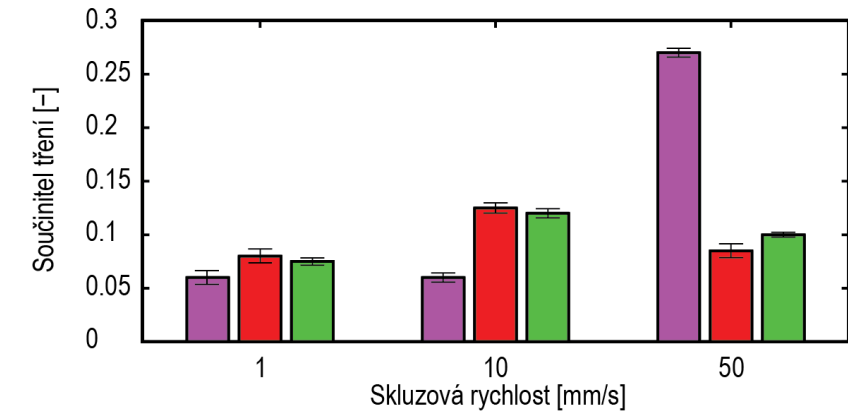
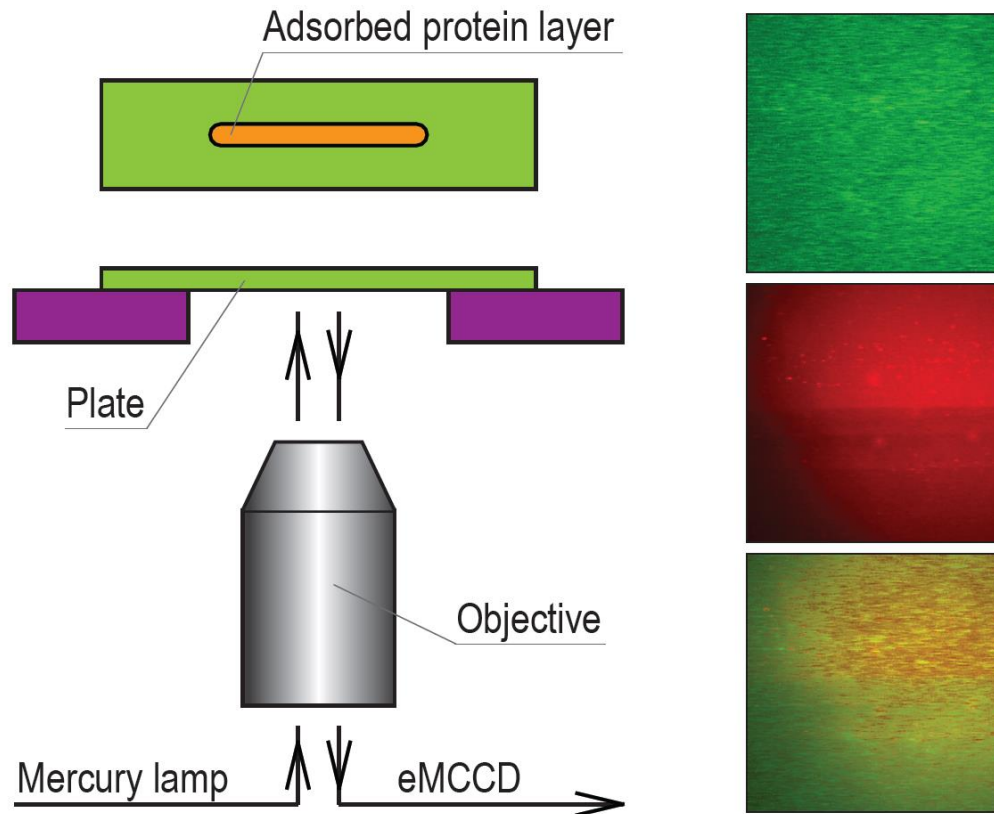


■ Problematika zhášení fluorescence – Cr



Kvalitativní a kvantitativní posouzení proteinového mazacího filmu

- Analýza vlivu složení modelové kapaliny na součinitel tření mezi povrchy a tloušťku adsorbované vrstvy proteinů
 - Výsledky prezentovány na ICoBT 2014, Toronto, Kanada



- ✓ Shrnutí současného stavu poznání
- ✓ Experimentální aparatura
- ✓ Měřicí metoda
- ✓ Metodika experimentů
- ✓ Realizace prvotních experimentů
- ✗ Realizace reprezentativního souboru experimentů
- ✗ Analýza a interpretace výsledků



Články v časopisech

VRBKA, M.; NEČAS, D.; HARTL, M.; KŘUPKA, I.; URBAN, F.; GALLO, J. Observation of thin films between artificial head and cup with respect to real geometry.

SUBMITTED – Proc. IMechE, Part H: J. Engineering in Medicine (IF = 1,144)

TKACHENKO, S.; NEČAS, D.; DATSKEVICH, O.; ČUPERA, J.; SPOTZ, Z.; VRBKA, M.; KULAK, L.; FORET, R. Microstructure and tribological behavior of hypoeutectic Ti-Si based alloys for potential biomedical applications.

SUBMITTED – Wear (IF = 1,862)

Články v konferenčních sbornících

NEČAS, D.; VRBKA, M.; ŠPERKA, P.; DRUCKMÜLLER, M.; SKLÁDAL, P.; ŠTARHA, P.; KŘUPKA, I.; HARTL, M. Qualitative Analysis of Film Thickness in Rolling EHD Contact by Fluorescence Technique. In Book of Proceedings of 54th International Conference of Machine Design Departments. Springer, 2013. s. 513-520. ISBN: 978-80-7372-986-8.

NEČAS, D.; VRBKA, M.; YARIMITSU, S.; NAKASHIMA, K.; SAWAE, Y.; ŠPERKA, P.; KŘUPKA, I.; HARTL, M. Frictional Properties of PVA Hydrogel. In 55th International Conference of Machine Design Departments. 2014. s. 147-152. ISBN: 978-80-01-05542-7.

TKACHENKO, S.; NEČAS, D.; DATSKEVICH, O.; ČUPERA, J.; SPOTZ, Z.; VRBKA, M.; KULAK, L.; FORET, R. Tribological behavior of Ti- Si based in situ composites under sliding. In Metal 2014. Ostrava: Tanger Ltd., 2014. s. 2704-2709. ISBN: 978-80-87294-52-9.

- Pojednání ke SDZ shrnuje poznatky v oblasti mazání náhrad kyčelního kloubu.
 - Je analyzována možnost využití fluorescenční měřicí metody.
 - Je podán přehled publikací zabývajících se analýzou tloušťky maziva a adsorpcí proteinů.
 - Je poukázáno na dosud neřešené aspekty výzkumu.
- Některé dílčí cíle již byly splněny.
- Je třeba se zaměřit na realizaci experimentů, analýzu a zobecnění výsledků.





Děkuji Vám za pozornost

David Nečas

**ústav
konstruování**

Ústav konstruování
Odbor Tribologie
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

Pojednání ke státní doktorské zkoušce
22. říjen, 2014, FSI VUT v Brně, Česká republika