

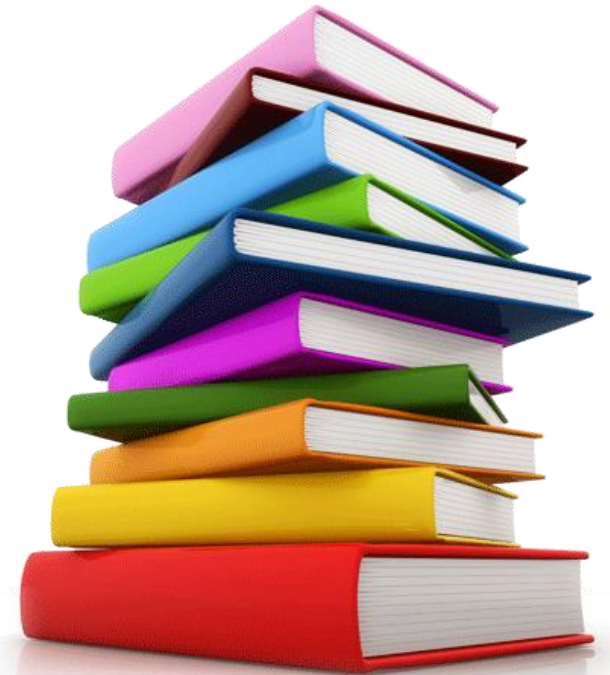
Analýza utváření mazacího filmu v náhradách kyčelního kloubu

David Nečas

 ústav
konstruování

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.

- 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



Úvod do problematiky



1848

Počátky artroplastiky



1940

První CoCr náhrada



1962

Využití UHMWPE



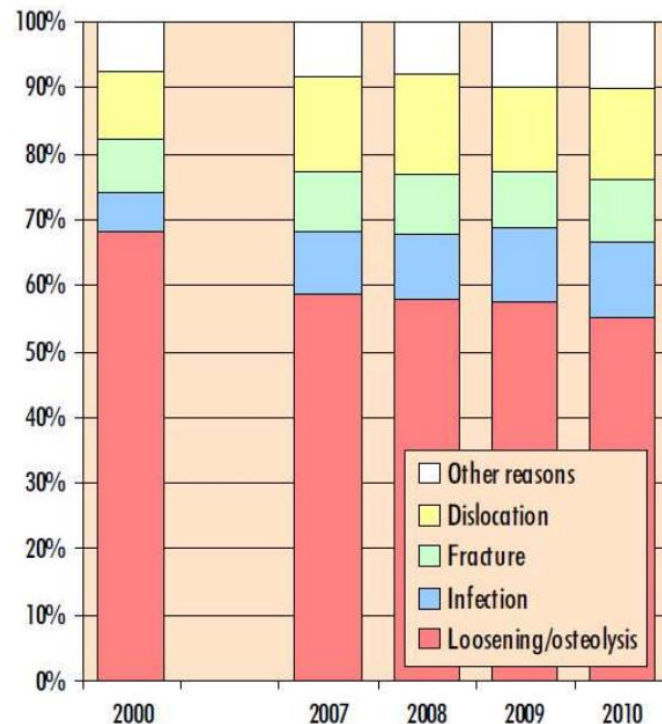
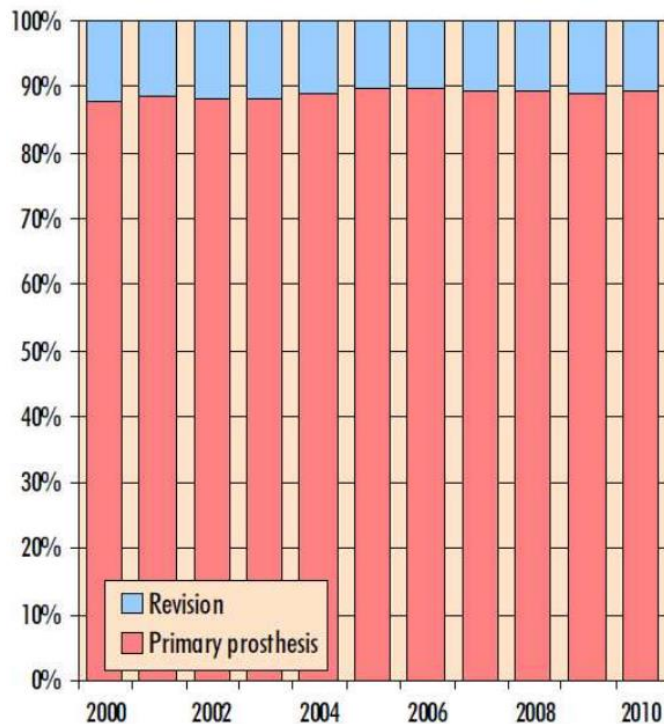
1970

Zavedení keramických materiálů

■ Současnost

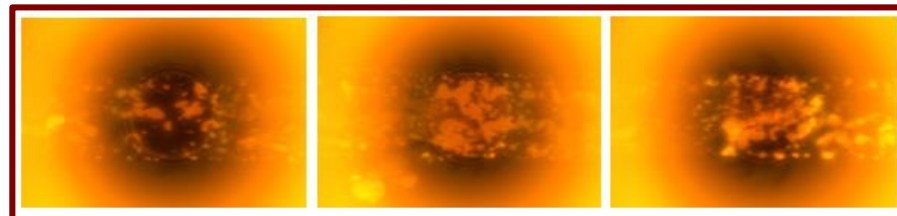
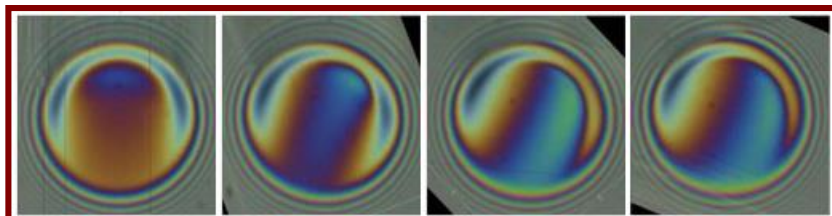
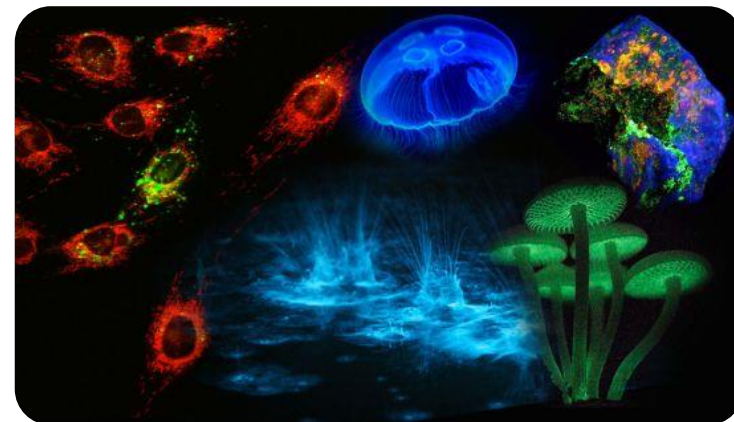
- ~ 17 000 operací ročně v ČR
- ~ 6 – 8 milionů operací ročně celosvětově
- Nejčastější a nejúspěšnější ortopedický zákrok moderní medicíny

- 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

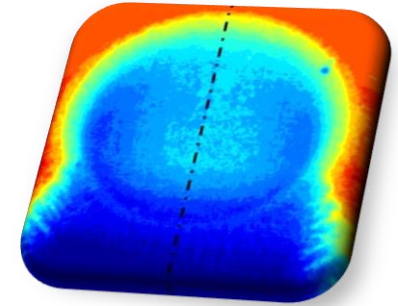


Fluorescenční mikroskopie

- + Kvantifikace tloušťky maziva
- + Vhled do kontaktu
- + Povrchy nemusí být odrazivé
- + Umožňuje separaci složek maziva
- Náročná z hlediska odladění
- Komplikace spojené s fluorescenčními barvivy

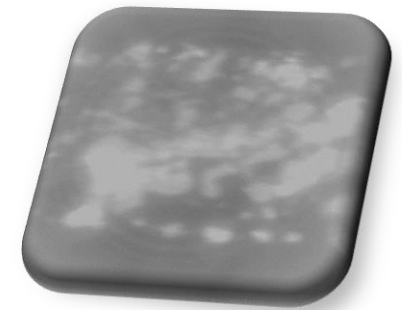


1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu

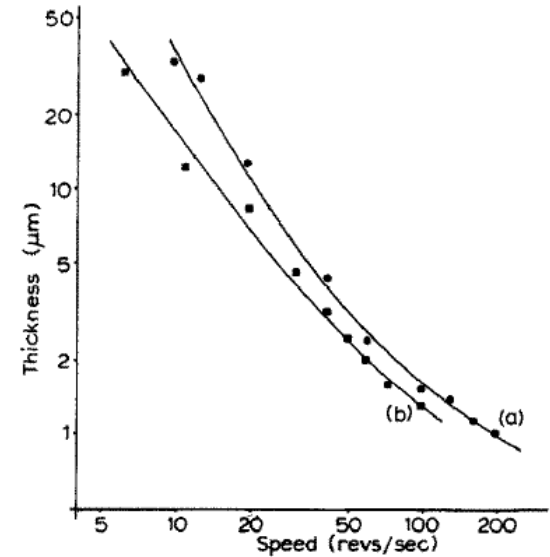
3. Problematika adsorpce proteinů



Shrnutí současného stavu poznání

■ 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



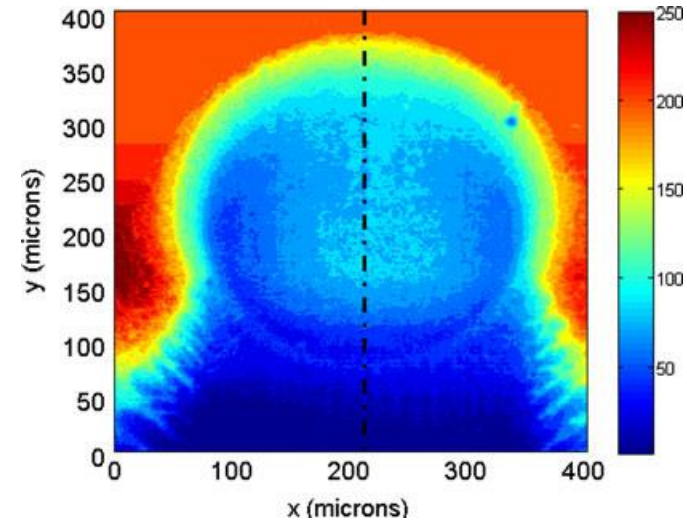
■ HIDROVO and HART, 2001. (34 citací dle WoK)

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



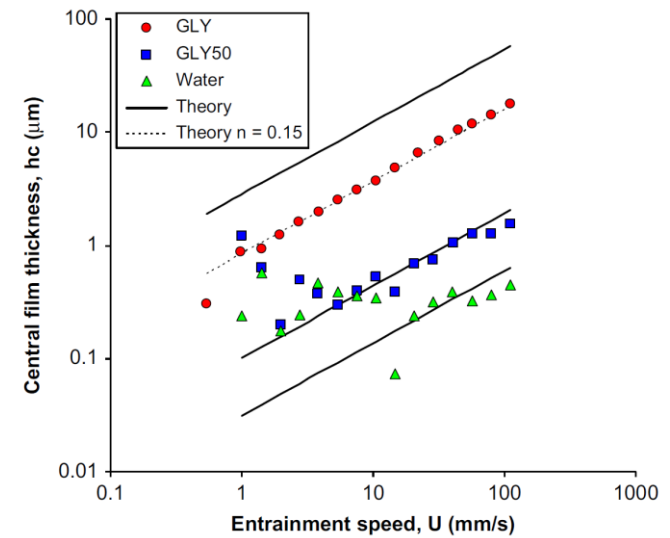
■ REDDYHOFF et al., 2010. (6 citací dle WoK)

- První využití při studiu formování mazacího filmu
- Metoda verifikována pomocí optické interferometrie

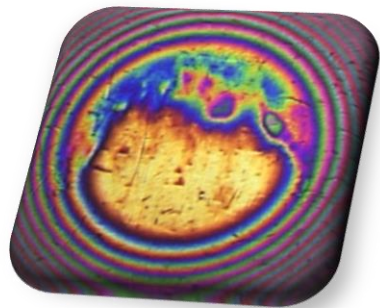
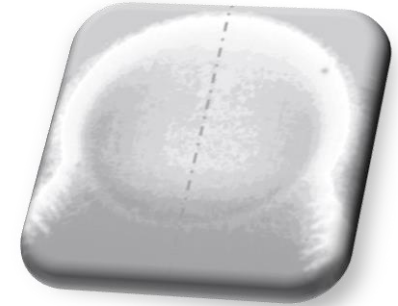


■ MYANT et al., 2010. (12 citací dle WoK)

- Analýza tloušťky maziva v poddajném kontaktu
- Diskuse z pohledu kalibrace
- Diskuse termálních efektů a hygroskopie kapaliny

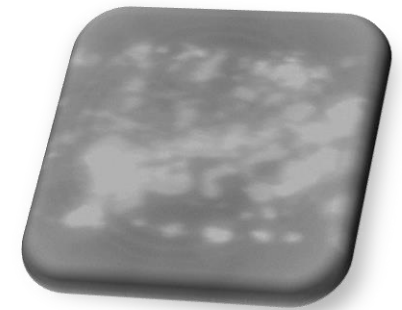


1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



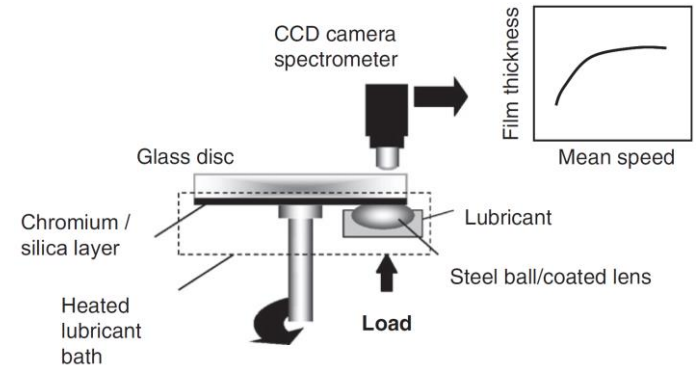
2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu

3. Problematika adsorpce proteinů



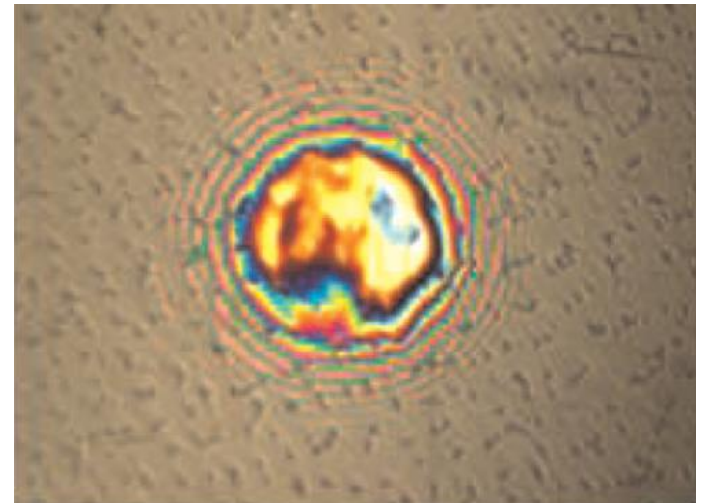
■ MAVRAKI and CANN, 2011. (13 citací dle WoK)

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



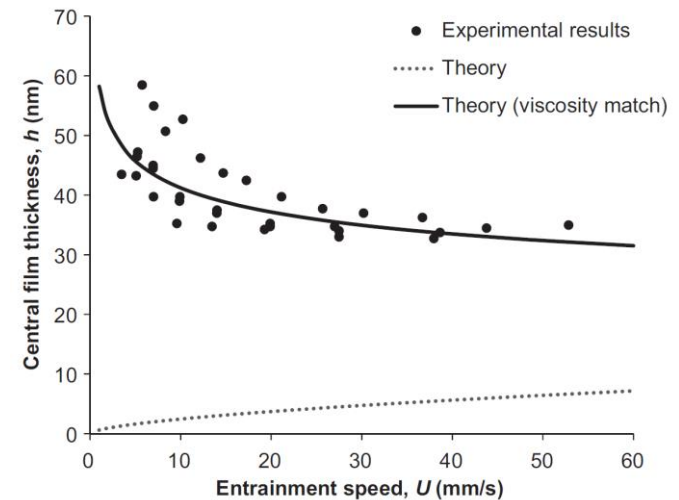
■ FAN et al., 2011. (16 citací dle WoK)

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



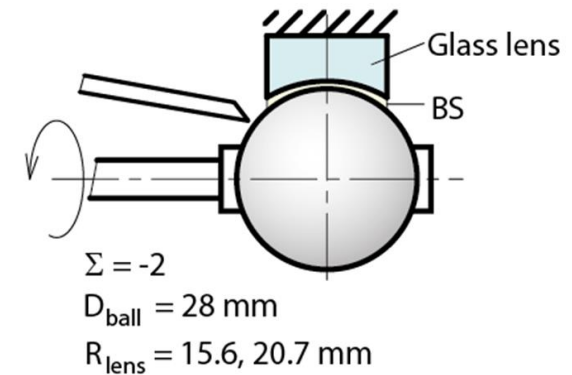
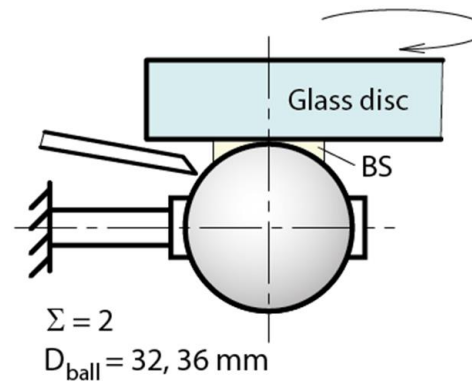
■ MYANT and CANN, 2013. (3 citace dle WoK)

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

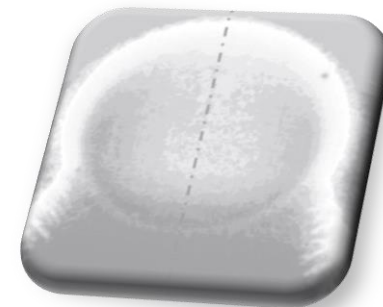


■ VRBKA et al., 2014.

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

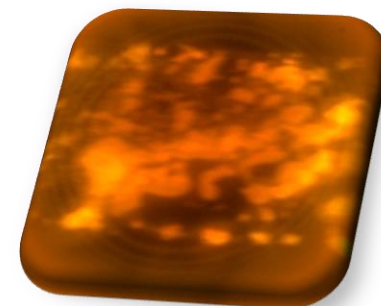


1. Fluorescenční mikroskopie v tribologii



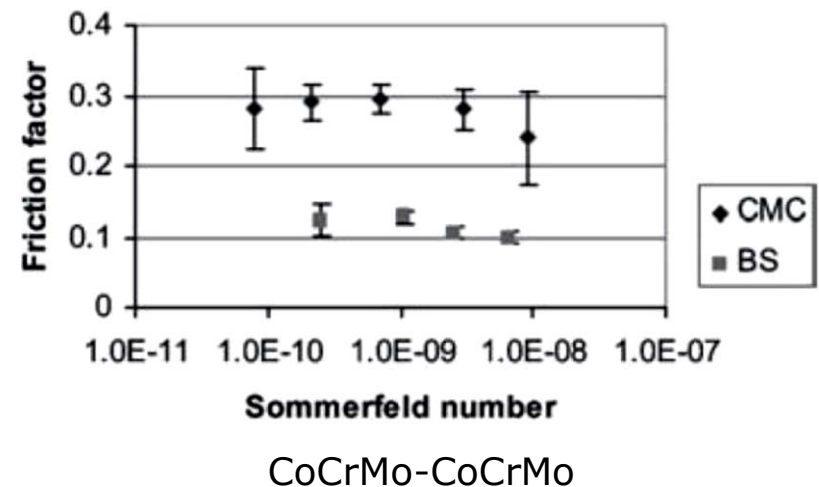
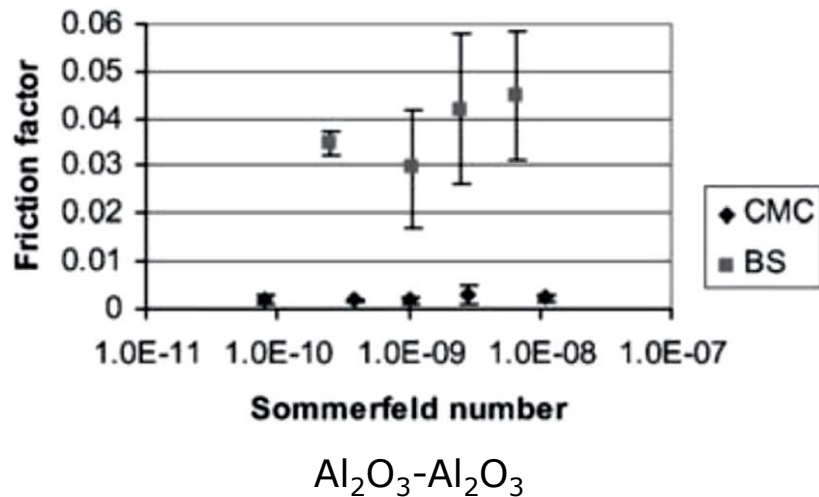
2. Analýzy tloušťky maziva v náhradách kyčelního kloubu









3. Problematika adsorpce proteinů



Shrnutí současného stavu poznání

- SCHOLES and UNSWORTH, 2006. (41 citací dle WoK)
 - Prokázán pozitivní i negativní vliv adsorpce
 - Provedena porovnávací měření se synoviální kapalinou



- 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

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

Dílčí cíle

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

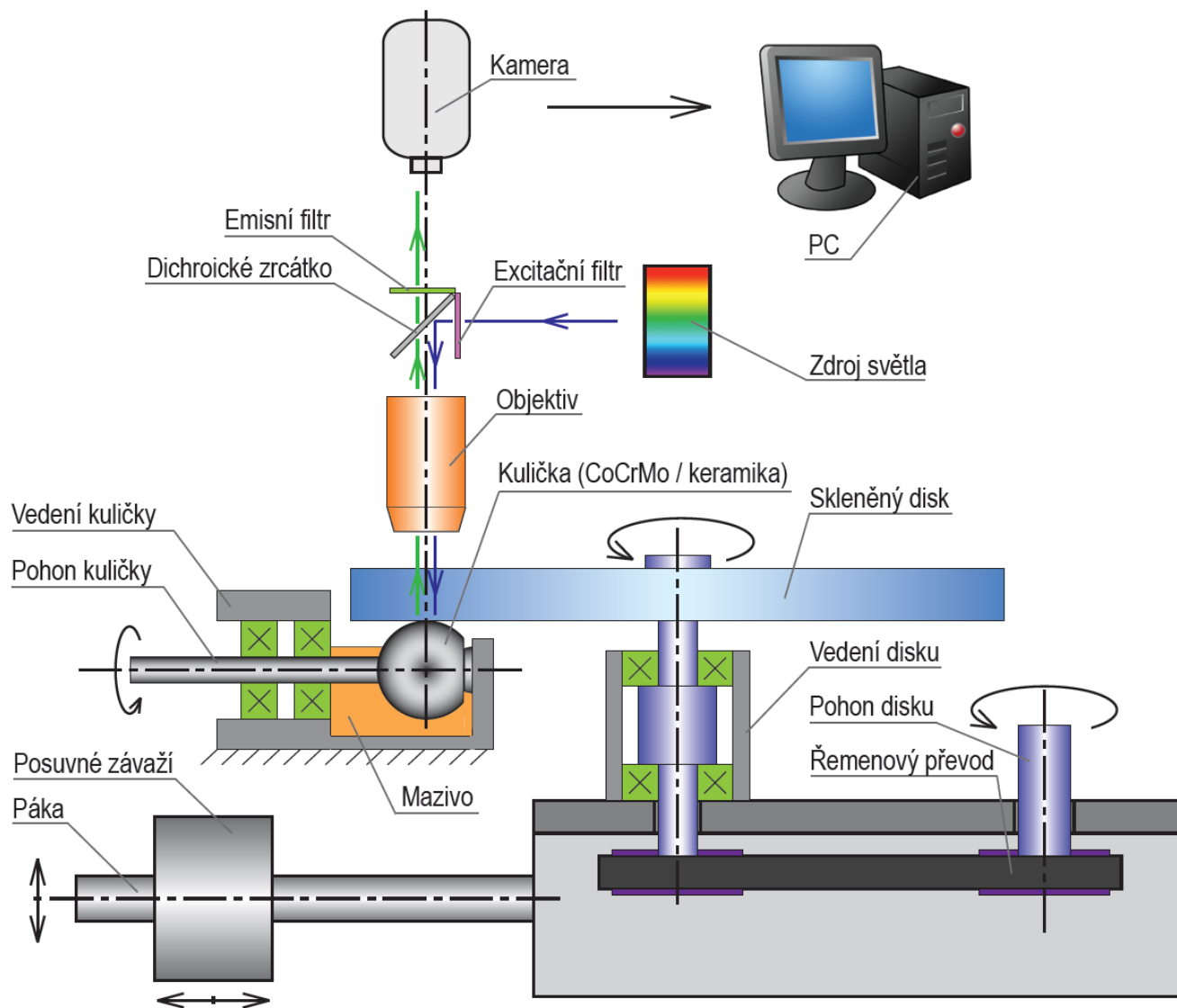


Vědecká otázka

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

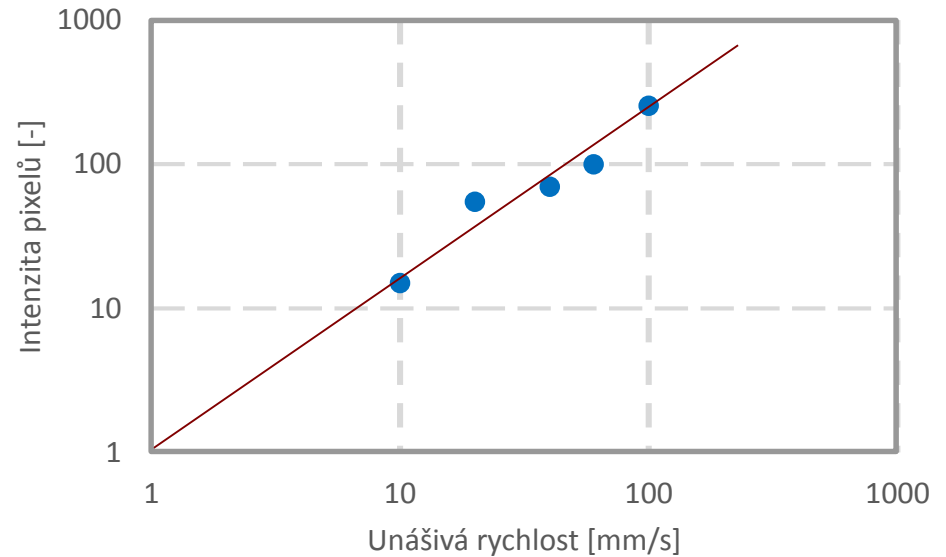
Pracovní hypotéza

- 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 Zanedbatelný vliv na tloušťku ???

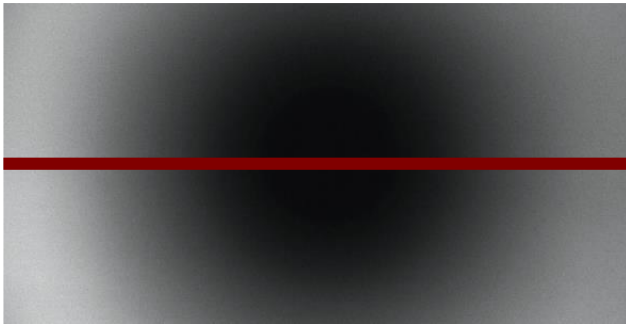


Kvalitativní posouzení centrální tloušťky filmu v kontaktu

- Verifikace metody
- Výsledky prezentovány na KČMS 2013

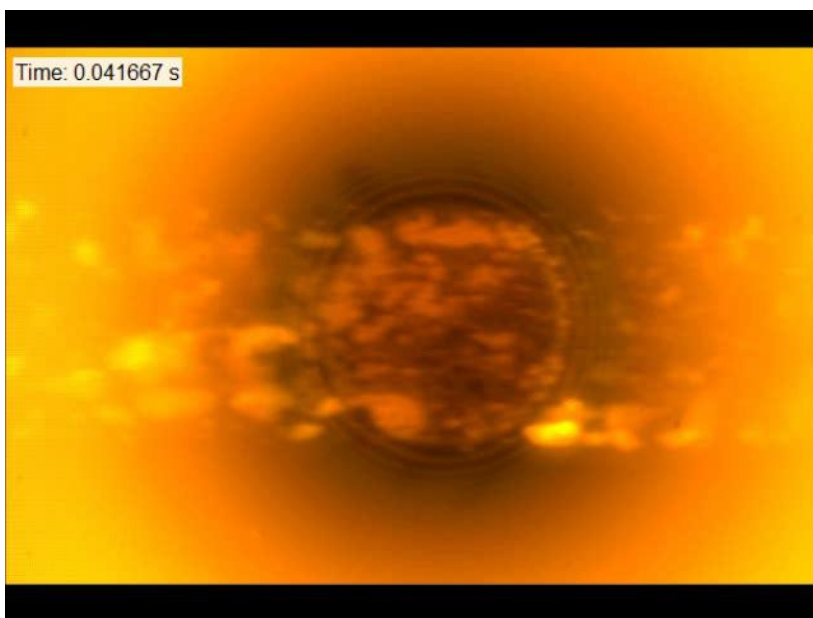


- Tvorba kalibrační křivky

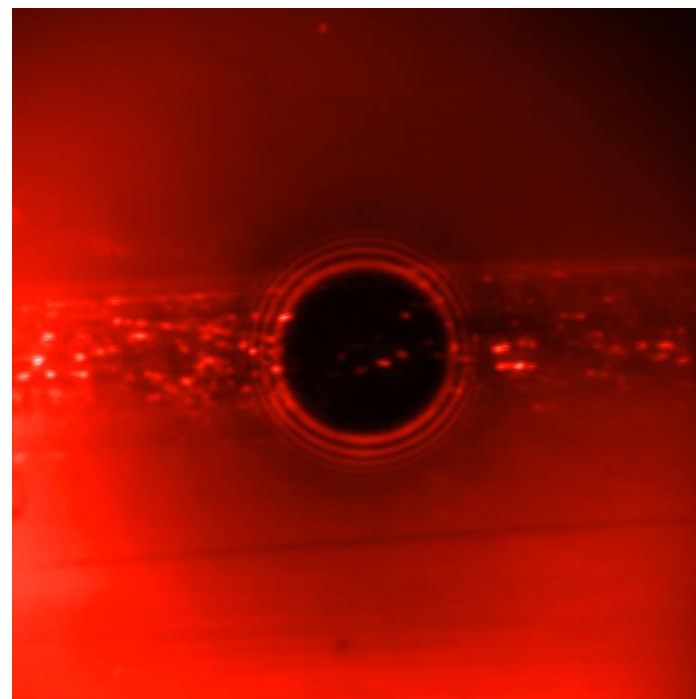


Pozorování adsorpce albuminu značeného fluorescenčním barvivem

- Albumin značený TMR barvivem
 - Pozorování adsorpce na skleněném disku

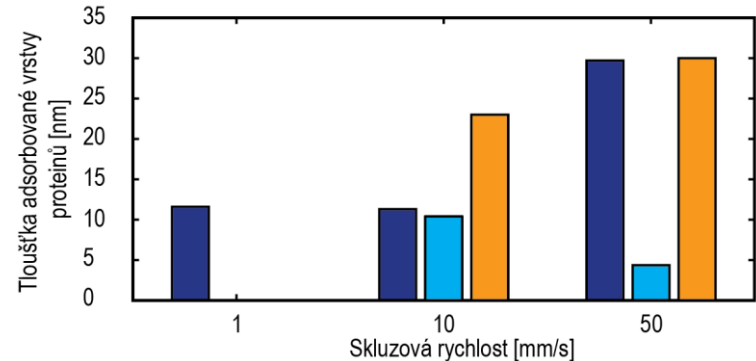
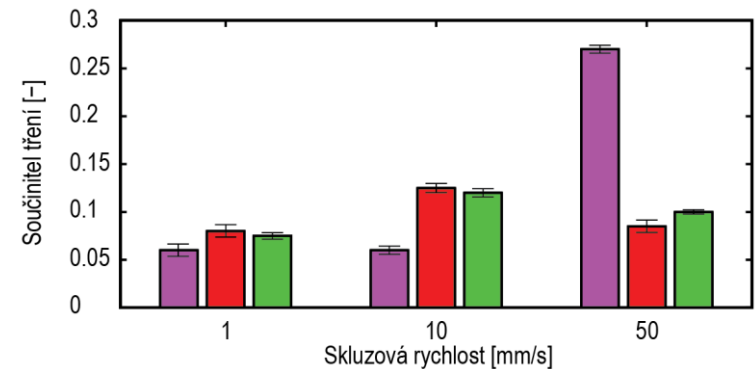
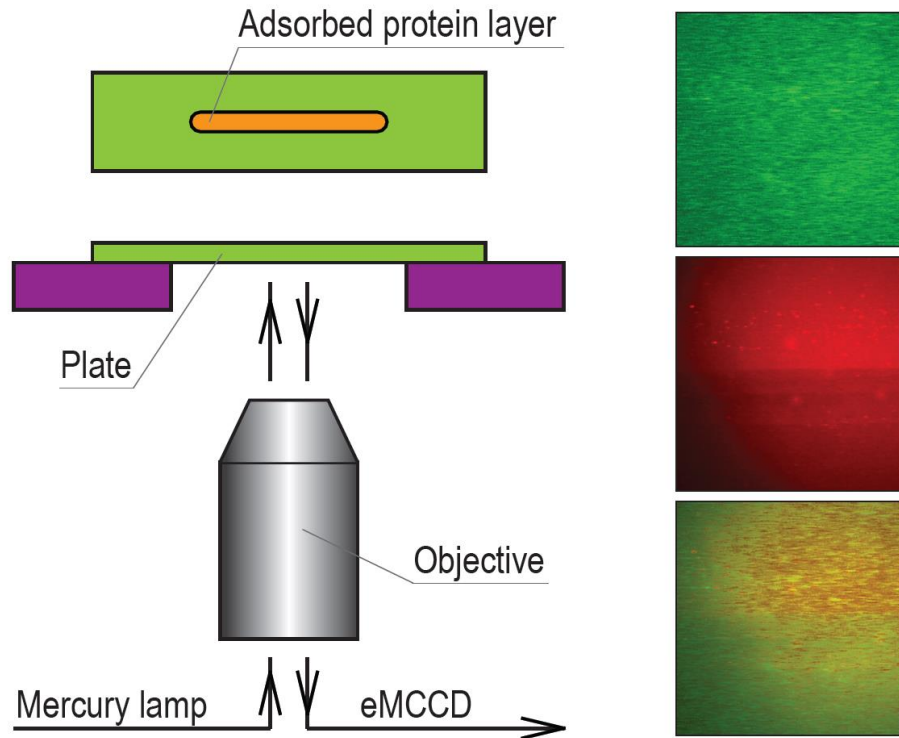


- Problematika zhášení fluorescence – Cr



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.

Conclusion 



Děkuji Vám za pozornost

David Nečas

UK 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