

Analýza objemového opotrebenia bedrových implantátov za pomoci optických metód

Matúš Ranuša

**ústav
konstruování**

Školiteľ: doc. Ing. Martin Vrbka, Ph.D.

Projekt dizertačnej práce
10. júla 2015, FSI VUT v Brně, Česká republika

Obsah prezentace

- Úvod do problematiky
- Zhrnutie súčasného stavu poznania
- Analýza získaných poznatkov
- Podstata a ciele dizertačnej práce
- Vedecká otázka a pracovná hypotéza
- Spôsob riešenia a použité vedecké metódy
- Časový rozvrh a etapy riešenia
- Odôvodnenie nutnosti a potrebnosti riešenia
- Koncepčné a metodické postupy
- Spolupráce s inými inštitúciami
- Predpokladané náklady spojené s riešením a ich zdroje
- Predpokladaný výsledok dizertačnej práce



Zhrnutie súčasného stavu poznania

Mílniky vývoja bedrových endoprotéz

1890 T. Gluck (Nemecko) – prvá úplná bedrová náhrada – slonovina

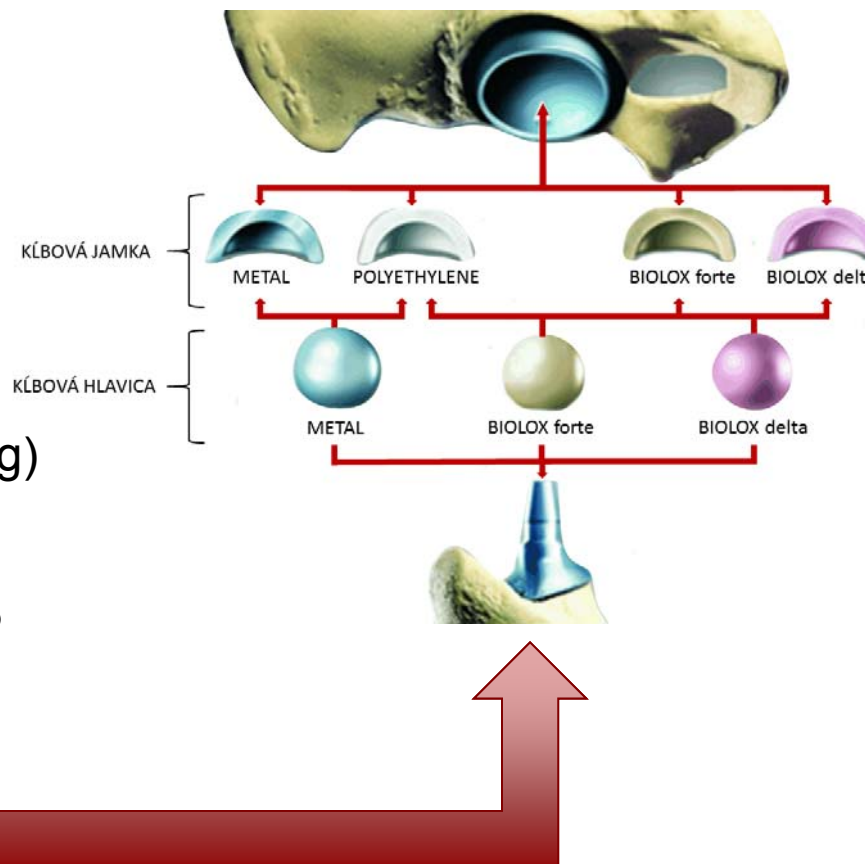
1919 Delbert použitie pryže ako femurálna náhrada

1938 Wiles (Londýn) – úplná bedrová náhrada zložená z dvoch častí

1948 R. Judet – použitie akrylovej náhrady (základy hip resurfacing)

1951 McKee a Farrar (Norway) – použitie nerezovej oceli pre TEP náhrady

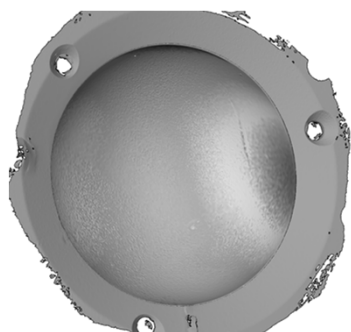
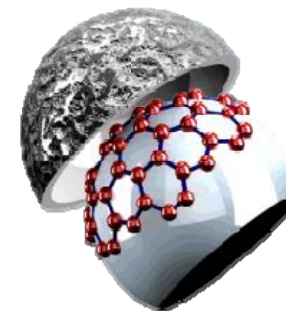
1961 Charnley vývoj polyetylénovej femurálnej protézy



1. Tribologické procesy u bedrových náhrad

DOWSON et al., 2006

BROCKETT et al., 2007



2. Meracie metódy používané pre kvantifikáciu oteru

UDDIN et al., 2014

LORD et al., 2011

BILLS et al., 2007

GALLO et al., 2009

TUKE et al., 2010

ZOU et al., 2001

LU et al., 2014

PALOUSEK et al., 2014

YUN et al., 2012

3. Povrchová analýza jednotlivých druhov náhrad

BLUNT et al., 2000

AFFATATO et al., 2001



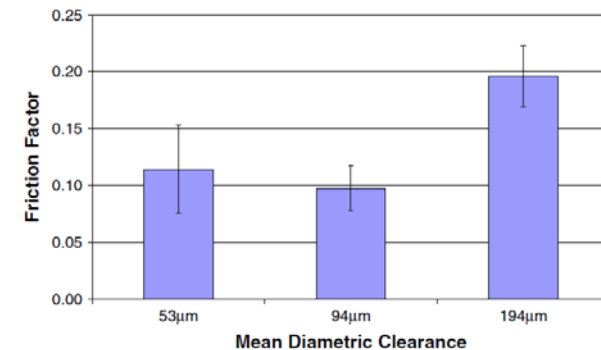
Zhrnutie súčasného stavu poznania

DOWSON at al., 2006 (56 citácií podľa WoS)

- Popis tribologických procesov u kovovej náhrady
- Režim mazania medzi artikulujúcimi povrchmi
- Definovanie príčin zlyhávania náhrad

BROCKETT at al., 2007 (xx citácií podľa WoS)

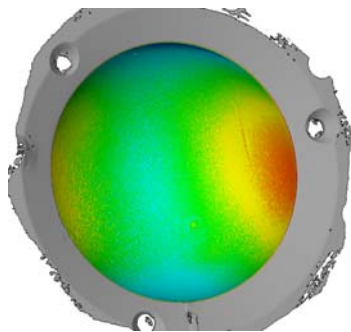
- Vplyv priemerových vôlí na koeficient trenia
- Testy s rôznymi koncentraciami hovädzieho séra



Zhrnutie súčasného stavu poznania

1. Tribologické procesy u bedrových náhrad

DOWSON et al., 2006
BROCKETT et al., 2007



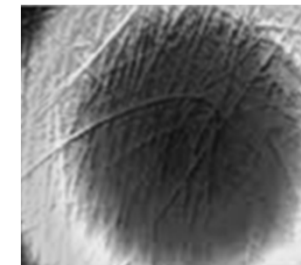
2. Meracie metódy používané pre kvantifikáciu oteru

UDDIN et al., 2014
LORD et al., 2011
BILLS et al., 2007
GALLO et al., 2009
TUKE et al., 2010

ZOU et al., 2001
LU et al., 2014
PALOUSEK et al., 2014
YUN et al., 2012

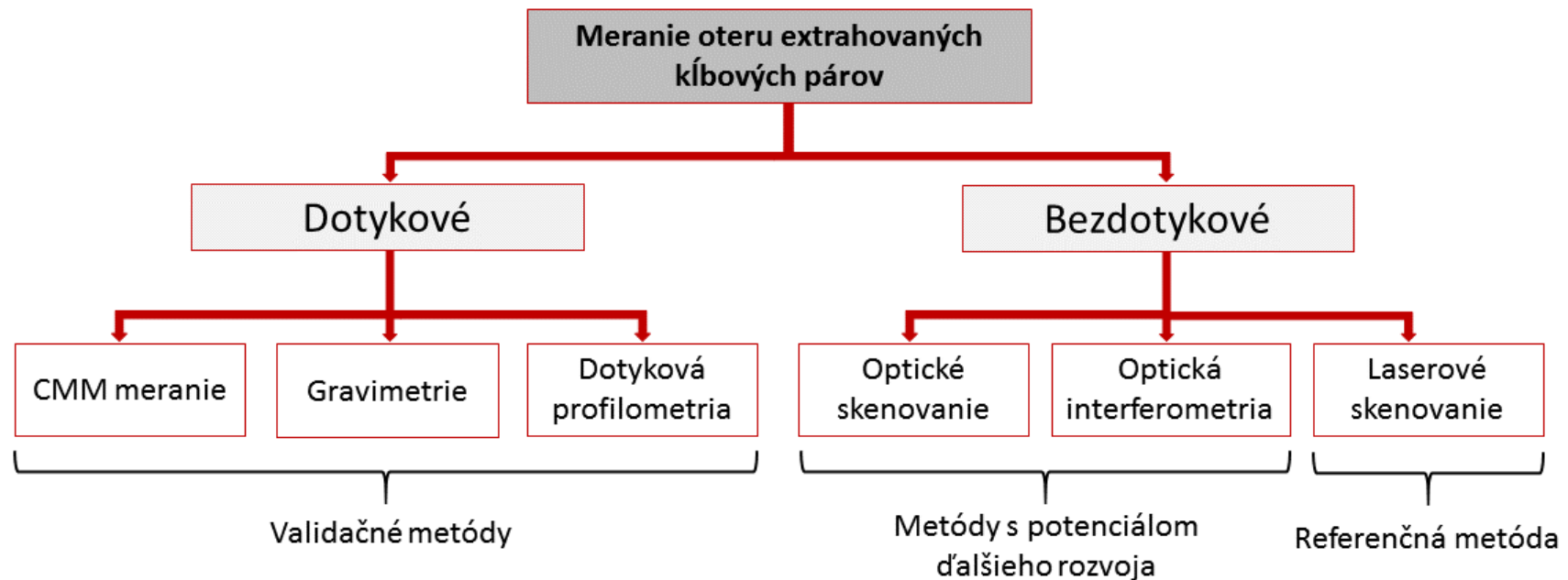
3. Povrchová analýza jednotlivých druhov náhrad

BLUNT et al., 2000
AFFATATO et al., 2001



Zhrnutie súčasného stavu poznania

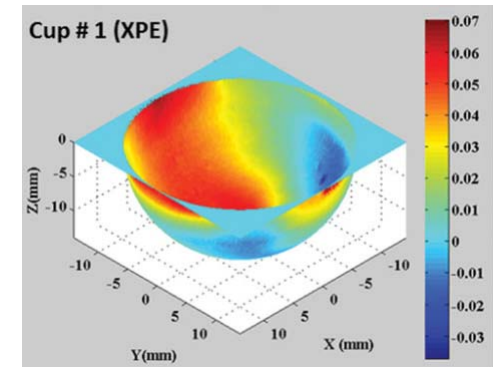
- Hodnotenie životnosti TEP náhrad na základe oterových vlastností
 - In situ – pozorovanie agregácie proteínov
 - In vivo – pozorovanie implantátu počas jeho funkcie
 - In vitro – umelo opotrebené páry, extrahované páry



Zhrnutie súčasného stavu poznania

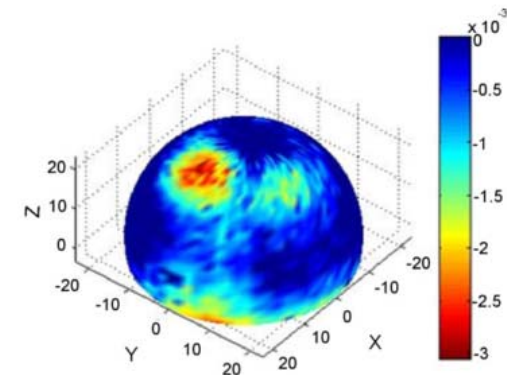
UDDIN at al., 2014

- Posudzovanie extrahovaných UHMWPE jamiek
- Využitie CMM metódy
- Zameranie na spoľahlivosť metódy
- Štúdia obsahuje analýzu neistôt



LORD at al., 2011 (13 citácii podľa WoS)

- Validácia CMM metódy za pomoci gravimetrie
- Hodnotenie oteru u kovových hlavíc
- Vyhodnocovanie za pomoci SW Matlab



Zhrnutie súčasného stavu poznania

LU at al., 2014

- Využitie CMM metóda SW Matlab
- Porovnanie algoritmov spracovania
- Porovnanie dopadu spracovania dat na presnosť

PALOUSEK at al., 2014

- Popis metódy optického skenovania
- Vplyv antireflexnej vrstvy na presnosť merania
- Stanovenie presnosti merania

Thickness (t) of coating.

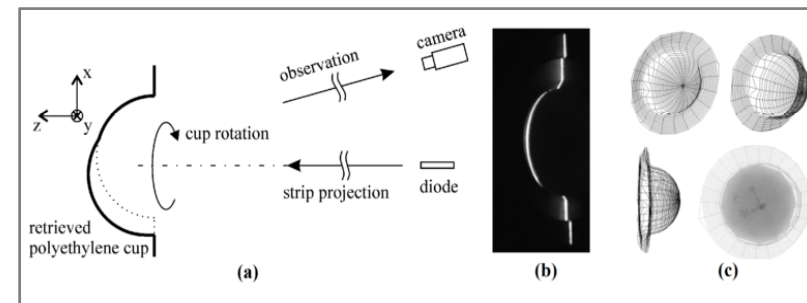
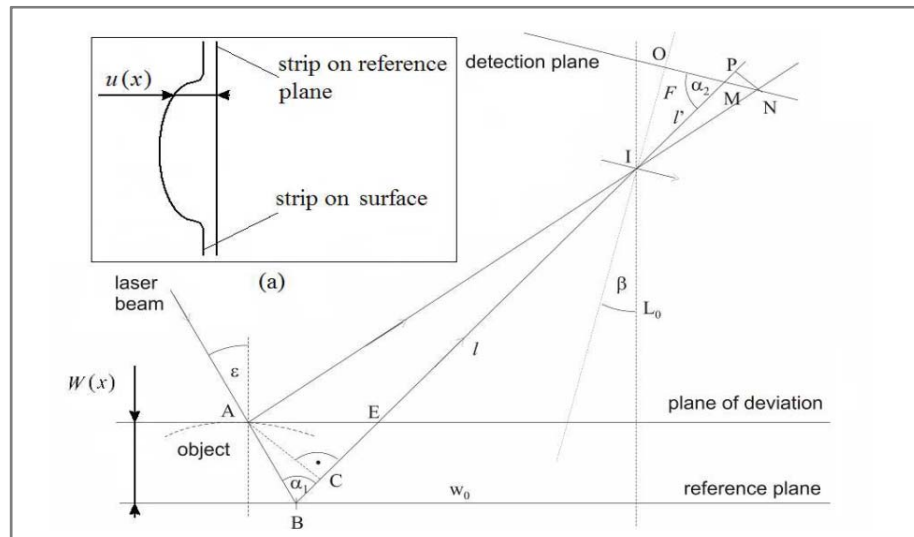
Variable t (mm)	Mean	StDev	Range
Cylinder-chalk	0.010580	0.005190	0.02150
Cylinder-tit.	0.002896	0.000852	0.00310
Sphere-chalk	0.012890	0.007450	0.02940
Sphere-tit.	0.000970	0.000555	0.00210

Table 9
Uncertainty u_A .

Variable	u_A (mm)	Selected u_A (mm)
Cylinder-chalk	0.00268	0.00390
Sphere-chalk	0.00385	
Cylinder-tit.	0.00044	0.00044
Sphere-tit.	0.00029	

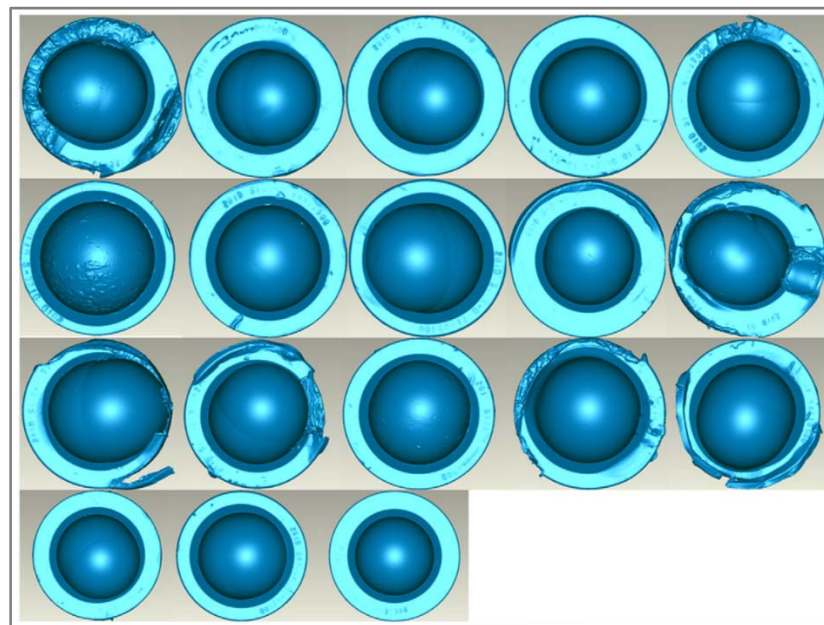
GALLO at al., 2009

- Využitie bezdotykových optických metód
- Profilometria za pomoci skeneru
- Popis algoritmov vyhodnocovania
- Analýza metódy za pomoci gravimetrie
- Opotrebenie vzorku pomocou frézovania



YUN at al., 2012

- Analýza RTG snímok za pomoci rozpoznávania obrazu PowerPoint
- Validácia pomocou skeneru
- Využívanie triangulačných princípov a prúžkovej projekcie
- Hodnotenie extrahovaných implantátov
- Presnosť stanovenia objemu $\pm 570 \text{ mm}^3$



TUKE at al., 2010

- Digitalizácia tvrdých povrchov
- Využitie metódy RedLux – konfokálne chromatická analýza
- Veľký počet snímaných bodov
- Analýza 6 vzorkov
- Závislosť teploty na kalibráciu

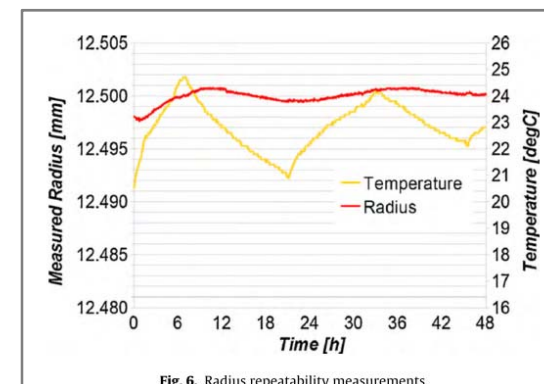
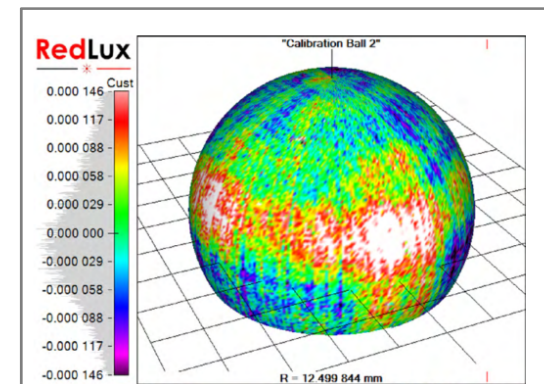
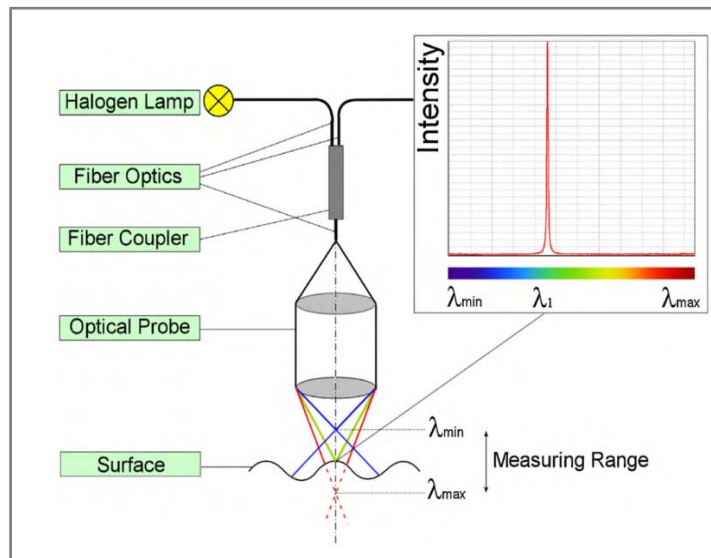
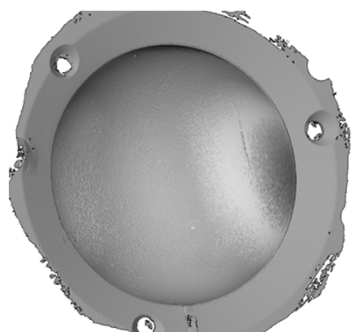


Fig. 6. Radius repeatability measurements.

Zhrnutie súčasného stavu poznania

1. Tribologické procesy u bedrových náhrad

DOWSON et al., 2006
BROCKETT et al., 2007



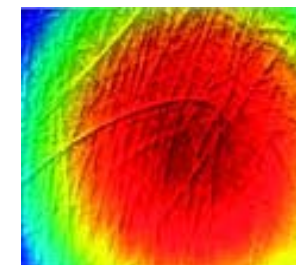
2. Meracie metódy používané pre kvantifikáciu oteru

UDDIN et al., 2014
LORD et al., 2011
BILLS et al., 2007
GALLO et al., 2009
TUKE et al., 2010

ZOU et al., 2001
LU et al., 2014
PALOUSEK et al., 2014
YUN et al., 2012

3. Povrchová analýza jednotlivých druhov náhrad

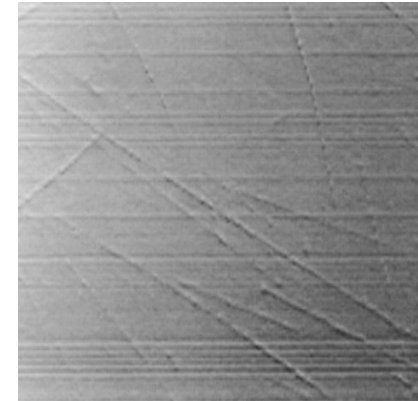
BLUNT et al., 2000
AFFATATO et al., 2001



Zhrnutie súčasného stavu poznania

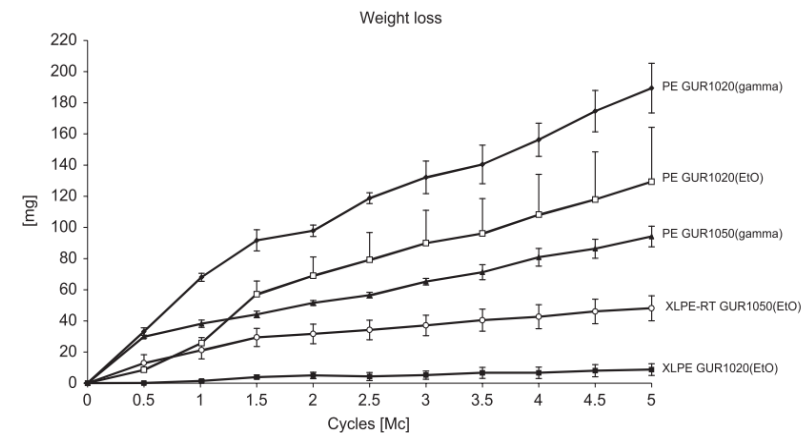
BLUNT at al., 2000 (15 citácií podľa WoS)

- Vplyv drsnosti povrchu na mieru opotrebenia
- Rozdelenie použiteľných metód a delenie
- Hodnotenie na základe hrotovej metódy



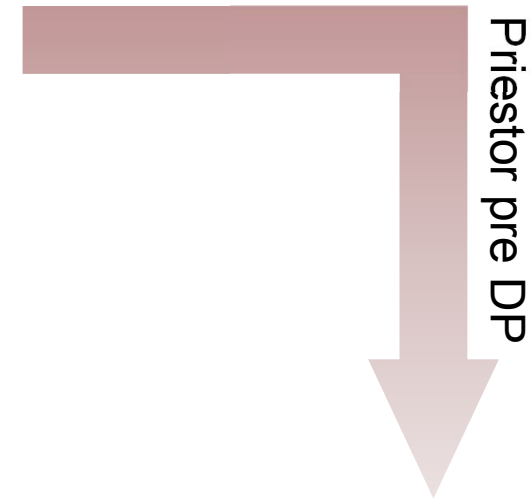
AFFATATO at al., 2001 (20 citácií podľa WoS)

- Analýza 20 polyetylénových jamiek
- Rôzne druhy spracovanie PE
- Opotrebenie na simulátore
- Použitie Ramanovej mikroskopie



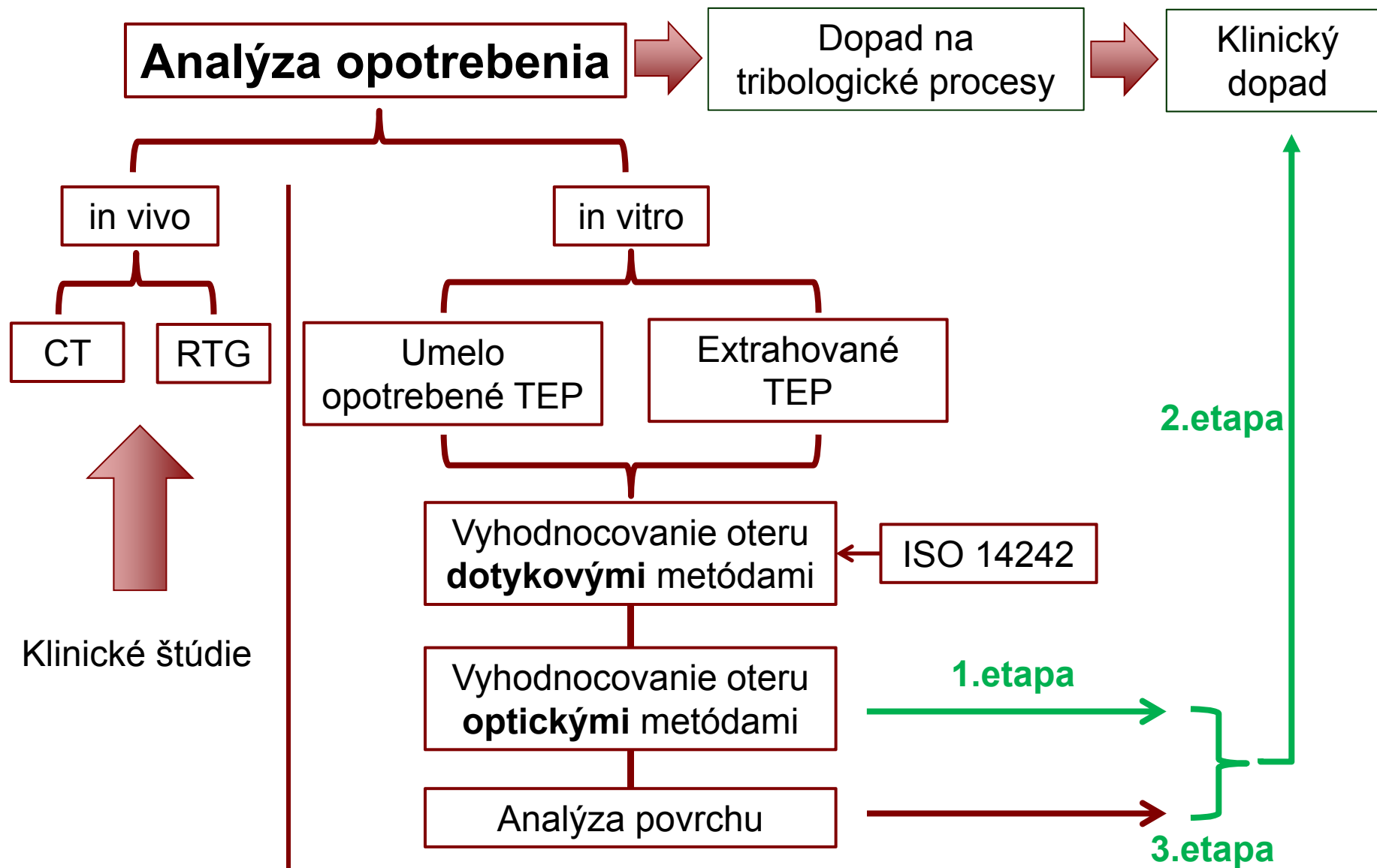
- Najrozšírenejšia metóda CMM
 - Veľký počet publikácií
 - Analýza nepresností spracovania dát
 - Meranie špecifikované normou
- Využitie optických metód
 - Aplikácia na tvrdé páry (kov-kov)
 - Malá oblasť snímania
 - Problém so spracovaním dát
 - Rýchlosť merania
 - Vysoká presnosť

Získané poznatky

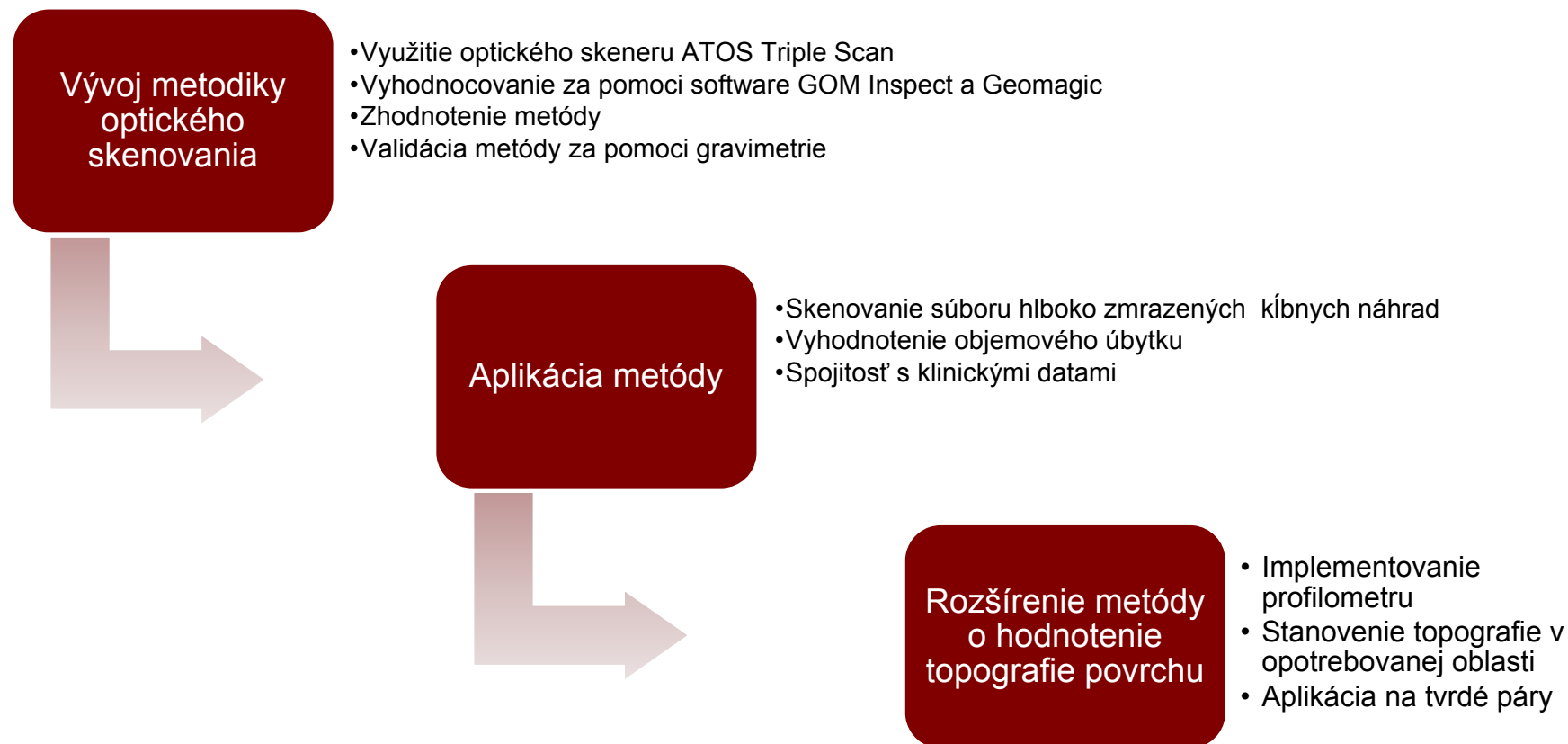


- Využitie prúžkovej projekcie a triangulácie
- Možnosť rekonštrukcie dát – nežiaduce poškodenia
- Rýchlosť snímania a vysoký počet získaných bodov
- Aplikácia na polyetylénové páry (1 publikácia bez analýzy metodiky)
- Analýza nepresnosti a porovnanie s gravimetriou

Analýza získaných poznatkov



Podstata a ciele dizertačnej práce



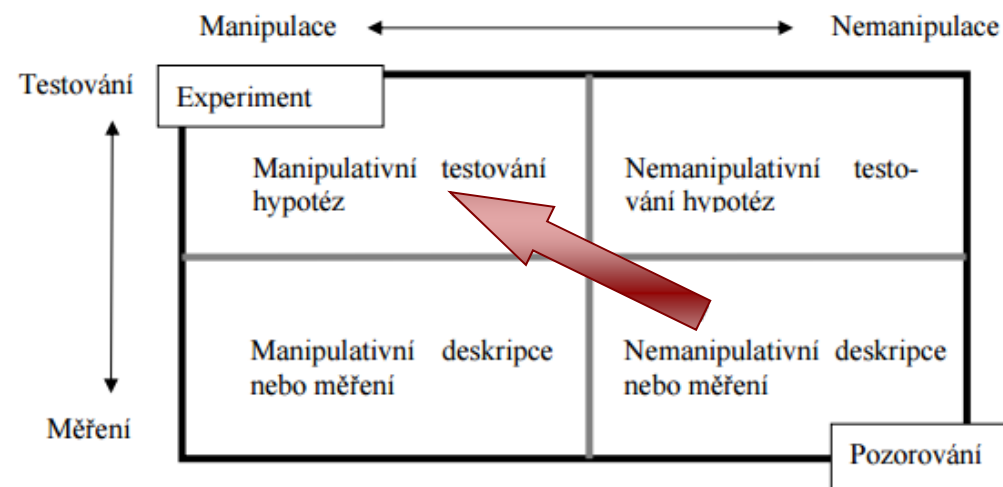
Splnenie dielčich cieľov – 3 publikácie v impaktovanom časopise

Pracovní hypotéza:

„Optické metody je možné využívat k stanovení objemového opotřebení s porovnatelnými výsledkami, ako doteraz bežne využívané dotykové metody. Je možné na základe výsledkov vyvodit' dopad úbytku materiálu na vlastnosti implantátu“

Empirická evidencia

- Popis vzťahov na základe pozorovaní a meraní parametrov systému
- Dôsledok pozorovania systému v čase a priestore – observace
- Zavedenie zmeny voči in vivo systému – experiment
- Vyvodenie kauzálnych záverov



Spôsob riešenia a použité vedecké metódy - SWOT

Užitočné pre splnenie cieľov

Škodlivé pre splnenie cieľov

Vnútročné atribúty

Silné stránky

- Spolupráca s fakultnou nemocnicou v Olomouci (prof.Gallo)
- Dostupnosť meracích prístrojov k analýze
- Malé množstvo publikácii analýzy povrchu optickou metódou
- Možnosť rekonštrukcie nameraných dát

Slabé stránky

- Nedostačujúca presnosť metódy optického skenovania
- Odrazivosť povrchu
- Individuálny prístup v závislosti na rozsahu poškodenia
- Malá snímaná oblasť profilometru

Vonkajšie atribúty

Príležitosti

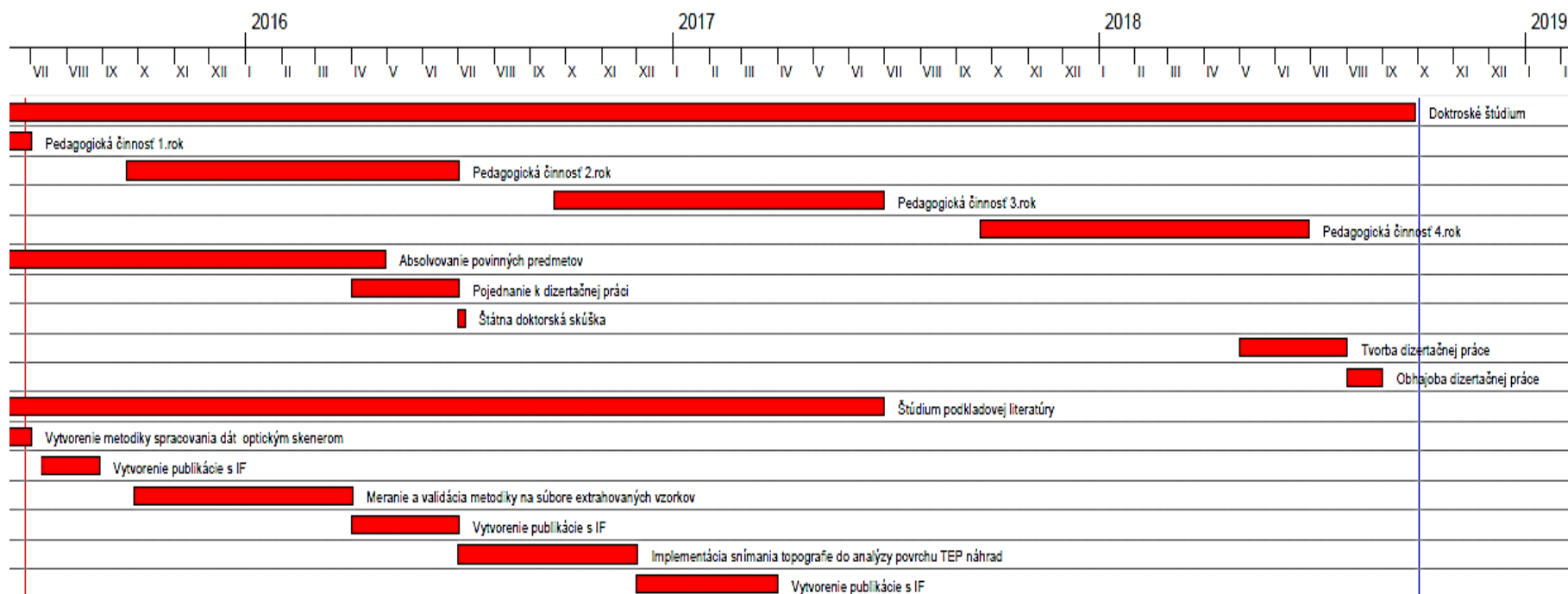
- Spolupráca so zahraničnými univerzitami
- Záujem inštitúcií o danú problematiku
- Podpora a trvajúci záujem zo strany fakultnej nemocnice

Ohrozenia

- Nedostatok projektov pre financovanie výskumu
- Výuka a povinné predmety
- Odmietnutie článkov v časopise s IF

Časový rozvrh a etapy riešenia

Ganttov diagram

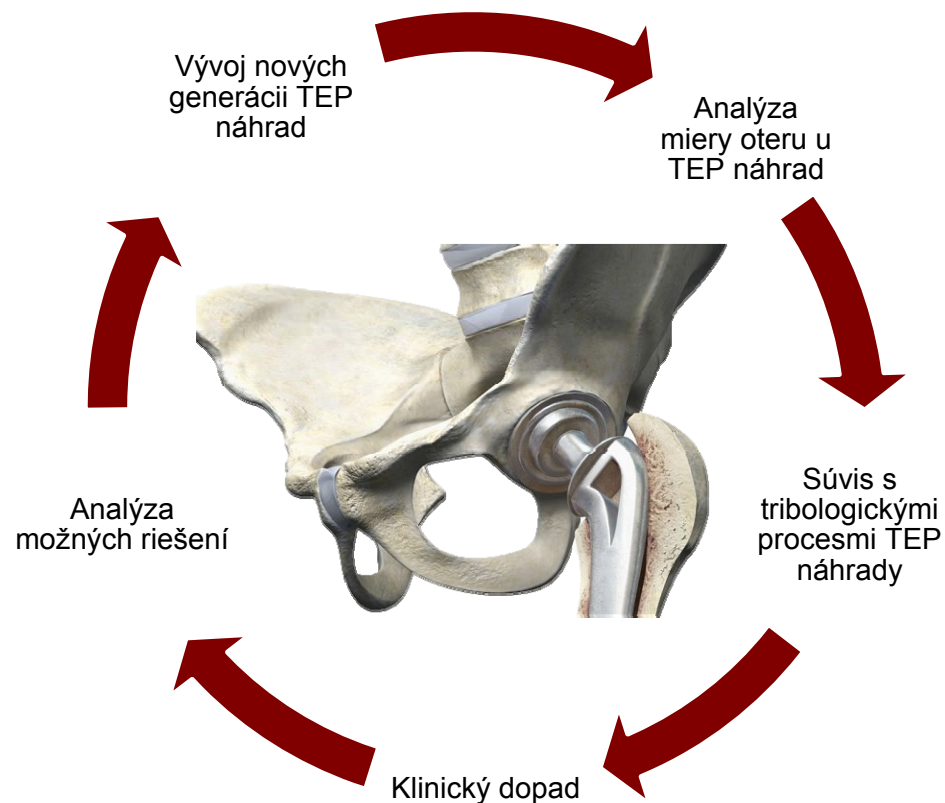


Odôvodnenie nutnosti a potrebnosti riešenia

- Narastajúci počet operácii TEP 6-8 mil./rok
- Životnosť náhrady max 15-20 rokov
- Najčastejší zákrok modernej medicíny
- Vznik osteolýzy a aseptického uvoľnenia
- Vývoj nových meracích metód
- Vývoj nových materiálov

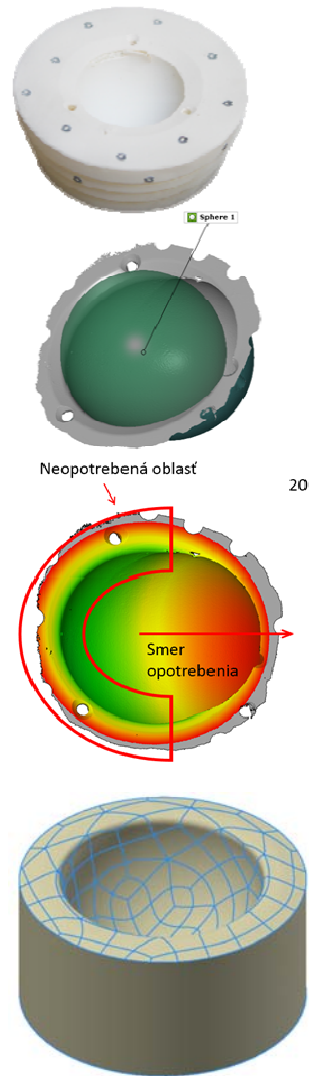
Motivácia

- Spolupráca s FN Olomouc
- Dostupnosť zariadení na ÚK
- Záujem výrobcov TEP náhrad
- Vývoj nových trendov



Koncepčné a metodické postupy

Metóda



Stanovenie presnosti na základe gravimetrie ISO 14242

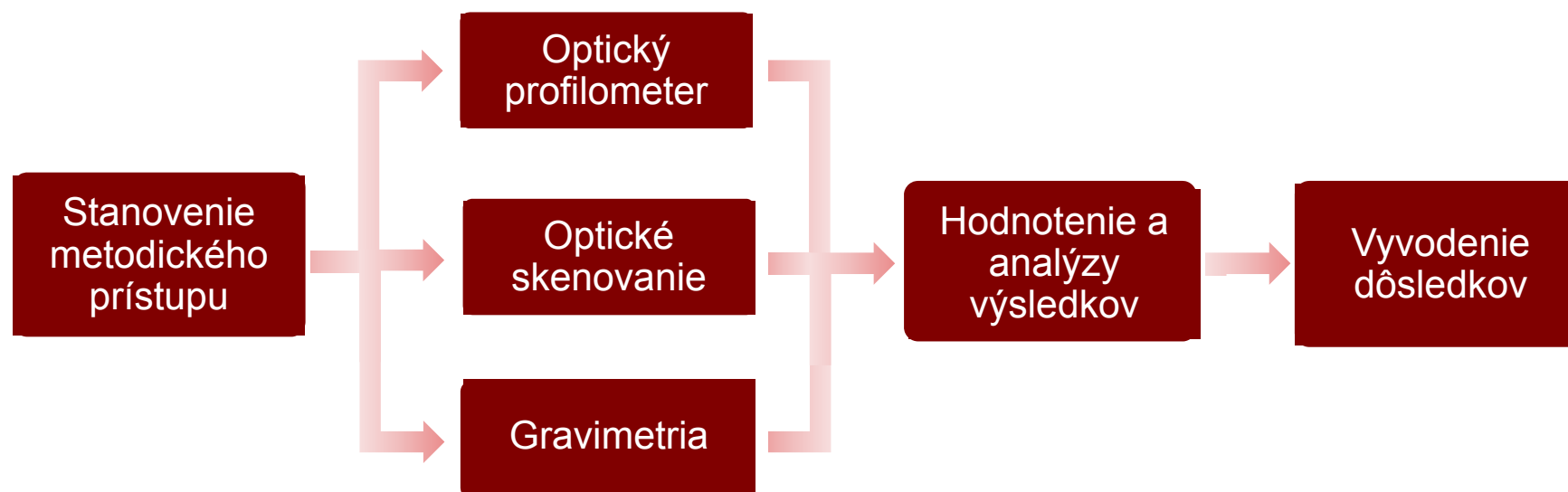
Validácia metódy

- Definovanie nepresností
- Opakovateľnosť
- Reprodukovateľnosť

Koncepčné a metodické postupy



Koncepčné a metodické postupy



Spolupráce s inými inštitúciami

Fakultná nemocnica v Olomouci

prof. MUDr. Jiří Gallo, Ph.D.
MUDr. Martin Hobza



Kyushu University

prof. Yoshinori Sawae



Predpokladané náklady spojené s riešením a ich zdroje

Predpokladané náklady

- Vývoj rotačného podstavca – modul pre profilometer Bruker 40000,- Kč
- Zakúpenie normy ISO 14242 5100,- Kč
- CMM– referenčné meranie 12100,- Kč
- Mikrometrické meradlá 12800,- Kč
- Spotrebný materiál 10000,- Kč
- Náklady na konferencie (Londýn,...) 100000,- Kč
- Náklady na zahraničnú stáž (Japonsko) 250000,- Kč

SPOLU

430000,- Kč

+ mzda riešiteľa dizertačnej práce



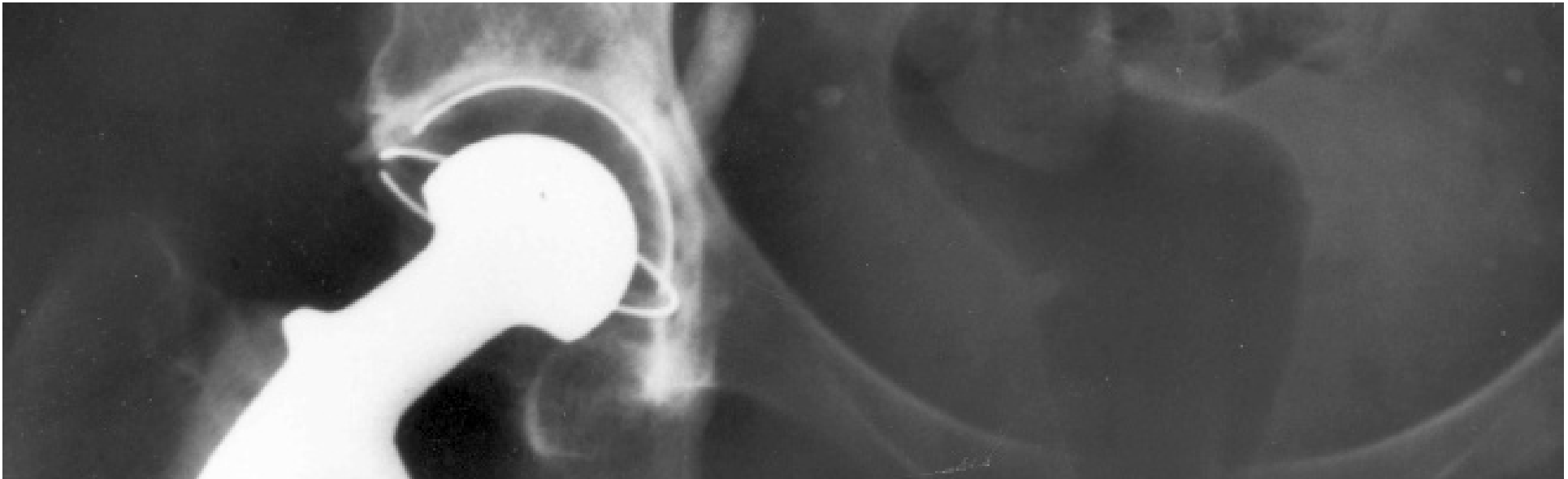
Predpokladané náklady spojené s řešením a ich zdroje

Predpokladaný výsledok

Druh výsledku		Bodové hodnotenie
J _{imp}	Článok v impaktovanom časopise	10 - 305
J _{rec}	Článok v recenzovanom časopise	0
D	Článok v konferenčnom zborníku	8 - 60

Potenciálne periodiká pre publikáci (podľa WaS)

Názov časopisu	Impact Factor	5-Year Impact Factor
Wear	1,913	2,109
Tribology Transaction	1,349	1,359
The Journal of Bone and Joint Surgery	5,280	4,839
Biotribology	-	-
Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H or Part J	1,329	1,530
Journal of Biomechanics	2,751	3,157
Acta chirurgiae orthopaedicae	0,388	0,448
Journal of Arthroplasty	2,666	2,999



Ďakujem za pozornosť

Matúš Ranuša

**ústav
konštruování**

Projekt dizertačnej práce
10. júla 2015, FSI VUT v Brně, Česká republika