



**Oponentní posudek diplomové práce Bc. Jana Vodičky nazvané
„Analýza dříku náhrady kyčelního kloubu“**

Školící pracoviště: ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Vedoucí práce: Ing. Petr Tichý, Ph.D.

Obecně. Přestože vývoj kloubní endoprotetiky dosáhl za posledních padesát let značných úspěchů a náhrady lze považovat za standardní výrobní program mnoha, dokonce i tuzemských, firem, není tento vývoj zdaleka „u konce.“ Předložená práce názorně ukazuje, že nové impulsy nepřicházejí, jak by se mohlo zdát, jen skrze materiálový výzkum, který například přináší implantáty se sofistikovanými povrchy podporujícími osteointegraci nebo signalizujícími mezní stav, ale týkají se i samotného tvarově-rozměrového návrhu.

Řešená úloha. Práce analyzuje stav napjatosti a deformace femorální komponenty totální náhrady kyčelního kloubu, kterou bychom mohli zařadit mezi tzv. endoprotézy s krátkým dříkem. Taková konstrukce se jeví jako výhodná z hlediska rozvodu zatížení v kosti a následné remodelace tkáně. Součástí práce je i rešerše, ze které vyplývá, že tuzemští výrobci zatím takový produkt ve svém portfoliu nemají.

Okrajová úloha, která je řešena, představuje simulaci zatížení femorální komponenty, v geometrii poskytnuté firmou Prospan s r.o., podle normy ISO 7206-4:2010 pro experimentální zjišťování bezpečnosti součástí vůči meznímu stavu únavového poškození. Řešení problému je provedeno pomocí MKP s využitím programového balíku ABAQUS a jeho nadstaveb pro konstrukční optimalizaci a únavovou životnost. Úloha je pojata jako lineární. Dřík je svou distální částí ukotven v PMMA hmotě a na krček je několika způsoby přiloženo silové zatížení – jednou staticky a dvakrát časově proměnně (setrvačné síly nejsou uvažovány) tak, jak by podle silových záznamů (převzatých literatury) probíhalo nějaké typické zatížení při chůzi a běhu. Závěrem statické analýzy je nalezení bezpečnosti vůči meznímu stavu plasticity a závěrem životnostních analýz jsou násobky zvětšení zatížení, po jejichž uplatnění by mezní stav únavy nastal při $5 \cdot 10^6$ cyklech. Poslední kapitola je věnována změnám stavu napjatosti, které by byly v zatížené součásti vyvolány odběrem materiálu v místě, které by bylo vhodné pro vytvoření otvoru pro případné vytažení endoprotézy.

Hodnocení. Práce představuje komplexní posouzení návrhu strojní součásti z pohledu mezních stavů, které pro součást tohoto typu předepisuje norma. Nad rámec predikce, zda bude norma splněna, si diplomant stanovil další úkoly spočívající v konstrukční optimalizaci. Svou prací plně prokázal dovednost aplikovat znalosti získané v magisterském studiu. Navíc si dokázal tyto znalosti i samostatně rozšířit, což vyžadovala předložená analýza únavové životnosti.

V souhrnu oponent konstatuje, že předložená práce odpovídá nárokům kladeným na kvalifikační práci v navazujícím magisterském studijním programu a navrhuje po úspěšné obhajobě práci klasifikovat stupněm **A – výborně** a navíc si **oponent dovoluje komisi pro státní zkoušky navrhnout, aby byla práce zařazena do soutěže o cenu Zvoničkovi nadace při Fakultě strojní ČVUT.**

V Praze 25. 8. 2017

doc. Ing. Lukáš Horný, Ph.D.

ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky Fakulty strojní ČVUT v Praze

Otázky pro obhajobu:

- (1) Jako limit únavové životnosti byl v práci použit počet $5 \cdot 10^6$ cyklů. Jak dlouhému úseku života (v letech) to vlastně odpovídá, když si modelově představíme jednice, jenž v součtu tráví chůzí (a ta, necht' zde představuje veškerý jeho pohyb) cca 3 hodiny denně a perioda chůze má délku 1.3s?
- (2) Vypracoval jste obsáhlou rešerši shrnující dostupné informace o modelech kyčelních endoprotéz s krátkým dříkem. Nesetkal jste se v literatuře s endoprotézou, která by měla dutý dřík? Nemohlo by takové konstrukční uspořádání být výhodné, když napjatost má ohybový charakter?
- (3) V práci jsme se dozvěděli mnoho o chování femorální komponenty, která je posuzována. Při skutečném únavovém experimentu by ale mohlo dojít i k selhání fixačního materiálu. Jaká vlastně byla napjatost a deformace v něm? Můžeme si být jistí, že by přežil společně se součásti? Byly i jeho deformace malé (ve smyslu geometrické nelinearity)?