



## Posudek diplomové práce

**Název DP:** Biomechanická analýza rekonstrukce prsu po jeho ablaci

**Jméno autora:** Bc. Marek Kovář

**Vedoucí DP:** doc. Ing. Lukáš Čapek, Ph.D.

Cílem předkládané diplomové práce pana Kováře bylo porovnání MKP simulace rekonstrukčního výkonu prsu po jeho ablaci. Výstupem této práce bylo zjistit napjatost kůže po vložení prsního implantátu a následném sešití kůže. Na základě získaných výsledků pak stanovit optimální operačního přístupu při tomto rekonstrukčním výkonu.

Celá práce je členěna do pěti kapitol. V první části své práce student popsal stručný úvod do problematiky, cíle své práce a motivaci vzniku práce. Druhá kapitola je věnována popisu morfologie lidské kůže, kde je popsána nejen její anatomie a funkce, ale i přehled jejích mechanických vlastností. Dále je zde uveden popis některých experimentálních technik pro jejich určení a v neposlední řadě i prezentace řady přístupů jak modelovat lidskou kůži. Třetí kapitola uvádí stručný vhled do lineárních i nelineárních elastických materiálových modelů. Čtvrtá kapitola je zaměřena na popis anatomických souvislostí prsou, popisu a cílům rekonstrukčních výkonů po ablaci prsu. Poslední pátá kapitola je věnována vlastní náplni diplomové práce, kde student popisuje realizovanou experimentální měření, jejich vyhodnocení a získané výsledky. Následuje popis, realizace a vyhodnocení výsledků provedených MKP simulací.

### Hodnocení práce:

1. Předložená práce v plné míře obsahově splňuje úkol formulovaný zadáním diplomové práce. Všechny vytyčené cíle své závěrečné práce student splnil, jen u posledního cíle, kterým bylo navržení validace výsledků z MKP analýz, mohl student jít do větší hloubky a více rozvinout diskusi na toto téma.
2. Diplomant prokázal při řešení úkolů diplomové práce schopnost samostatné práce a získal zkušenosti zejména v oblasti přípravy a realizace experimentálních měření i provedení a vyhodnocení numerických MKP analýz. Z hlediska stylistiky a typografie pokládám práci za srozumitelnou a vyváženou. K použité metodice a realizaci vlastní DP mám několik připomínek: **a)** V práci jsou popsány MKP modely dost vágně a nejasně (popis použitých elementů, vazbové podmínky, okrajové podmínky atd). Pokud by měl někdo na tuto práci navázat, bude pro něj obtížné provést "rekonstrukci" výpočtových modelů pouze na základě tohoto textu. **b)** Je škoda že diplomant neprovedl podrobnější literární rešerši na téma numerického modelování silikonových gelů a použitých materiálových modelů. **c)** S ohledem na nadstandardní náročnost provedených MKP simulací i realizovaných experimentálních měření je škoda, že diplomant nevěnoval více pozornosti podrobné diskusi nad získanými výsledky a kritickému hodnocení použitých metod řešení.

3. Předložená diplomová práce prezentuje řešení poměrně složitého matematického modelování. Autor se musel vypořádat s celou řadou problémů, jejichž řešení rozhodně nebylo jednoduché. Přesto je dokázal zvládnout a vytvořit funkční výpočtový model, který analyzuje vliv implantace prsního implantátu na zatížení měkkých tkání dané oblasti. Právě tento funkční model je největším přínosem práce, kdy lze na základě získaných výsledků hodnotit vliv operačního výkonu na zatížení kožních tkání. Tyto výsledky pak mohou mít význam i pro klinickou praxi.
4. Předložená práce splňuje cíl zadání i požadavky na udělení akademického titulu inženýr uchazeči v případě úspěšné obhajoby. Vzhledem k připomínkám uvedeným výše a po zodpovězení položených otázek navrhuji hodnotit tuto práci stupněm

velmi dobře

V Praze 11. června 2014



Ing. Zdeněk Horák, Ph.D.

#### Doplňující otázky:

1. V kapitole 5.5. na str. 53 vaší práce uvádíte, že jste použil experimentálně naměřené materiálové parametry silikonového gelu jako vstupy do Ogdenova a Foam materiálového modelu. Bohužel se tyto modely ukázaly jako nevhodné. Jak a na základě jakých kritérií jste tyto modely vyhodnotil jako nevhodné?
2. Po rozhodnutí, že výše uvedené modely jsou nevhodné pro použití do MKP simulací jste přistoupil ke zjednodušení, kdy jste silikonový gel modeloval pomocí inženýrských konstant  $E$  a  $\mu$ , které se vám jevily jako optimální. Jak jste uvedené hodnoty zjistil a jak jste určil, že jsou optimální? Zvláště s ohledem na fakt, že silikonový gel je nelineární materiál.
3. V rovnici číslo 5.4.4 uvádíte hodnotu objemového modulu  $K$  jako

$$K = \left| \frac{F/A_0}{\Delta L/L_0} \right| = \left| \frac{p}{\Delta L/L_0} \right|$$

V dalším textu pak uvádíte objemový modul  $K$  jako bezrozměrný, přestože jednotkovým rozbořením

$$K = \left| \frac{F/A_0}{\Delta L/L_0} \right| = \frac{[N]/[mm^2]}{[mm]/[mm]} = [N \cdot mm^{-2}] = [MPa]$$

dojdeme k tomu, že objemový modul  $K$  má jednotky  $[MPa]$ . Tato disproporce vznikla vaší nepozorností, nebo se jedná o nějakou jinou fyzikální veličinu? (někdy dochází k takovýmto omylům nepřesným překladem, nebo odlišným značením v cizojazyčné literatuře).