

## Posudek na disertační práci k získání titulu "PhD" v oboru *Biomechanika*

**Název práce:** *Identifikace reologických vlastností meziobratlové ploténky in vitro metodou volných oscilací.*

**Autor práce:** *mgr. Petra Zemanová*

Fakulta Tělesné Výchovy a Sportu UK v Praze

Moderní biomechanické metody si již nelze představit bez hlubokých znalostí anatomie, biologie, ale ani bez dobré znalosti materiálových vlastností jednotlivých částí lidského organismu. Jedině znalost elasticity, viskozity, plasticity; obecně reologických vlastností umožní matematického modelování v konkrétních kompartmentech lidského těla. Procesy ovlivňující vlastnosti složitých biologických systémů (chrupavek, šlach, kostí a kloubních spojení) jsou většinou popsány jak velkým počtem geometrických parametrů tak i velkým počtem materiálových parametrů. Mezi materiálové parametry patří především elastické „konstanty“, viskozita, koncentrace relevantních chemických látek, velikost přenášených elektrických potenciálů apod. Orientace v tomto ohromném množství údajů je možná jen cestou tvorby vhodných a dostatečně přesných modelů, které chování těchto systémů nahrazují. Jen pomocí nich lze redukovat prakticky nekonečné množství experimentální práce. Stanovení materiálových vlastností meziobratlové ploténky v jejím spojení s obratlí ve stavu co nejbližšímu stavu in vivo, je velmi náročný úkol jak teoreticky tak a to především i experimentálně. Odhlédneme-li od nesporného konkrétního významu práce v oblasti metodologické, příprava a uchování vzorků, seřízení a otestování měřicí aparatury, je téma práce aktuální a přínosné i z širšího gnoseologického hlediska, kterým je chování kloubních spojení v dynamickém stavu.

Hlavním cílem práce bylo:

1. vybudovat experimentální zařízení k měření reologických vlastností meziobratlové ploténky,
2. kvalitativně i kvantitativně vyhodnotit dynamické chování spojení dvou obratlů,
3. stanovit konkrétní velikosti elastických konstant a viskozity meziobratlové ploténky,
4. ověřit možnosti přenosu energie mezi ohybovým modem a torzním modem .

### **Hodnocení.**

Práce ukazuje na velkou experimentální náročnost. Bylo třeba navrhnout a vyzkoušet unikátní zařízení pro snímání torzních a ohybových kmitů spojení ***obratel-meziobratlová ploténka-obratel***. Vzhledem k tomu, že se nedalo využít žádného stávajícího zařízení bylo třeba navrhnout vhodné uchycení obratlů, vytipovat vhodné snímače zrychlení (piezoelektrický princip) a rychlosti (elmag. Princip) a oceňovat je pro příslušný rozsah rychlostí. Neméně náročné pak bylo i zpracování signálů z použitých AD převodníků. Tato více přípravná část práce spotřebovala největší část energie doktorandky a proto samotná část vyhodnocení experimentů ustoupila poněkud do pozadí. To je také důvod proč v původní verzi doktorské práce je část související s kvantitativním vyhodnocením experimentů rozpracována jen okrajově. Avšak na dotaz oponenta byly všechny potřebné údaje, tj. i kvantitativní vyhodnocení experimentů, doplněny.

**Dotaz 1.** Jaký nejkratší čas po porážce byly materiálové konstanty spojení obratlů s ploténkou měřeny. Nechala by se nějak aproximovat křivka stárnutí? Má nějakou limitu kdy se už s rostoucím časem nemění? V literatuře jsou většinou uváděny hodnoty bez udání doby po smrti.

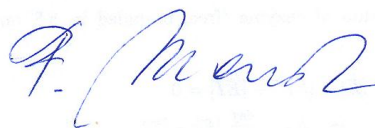
**Dotaz 2.** Vztahy, které jsou použity k vyhodnocení smykového modulu vycházely z předpokladu malých deformací. Pozorovala jste nějaké odchylky od linearoty při velkých počátečních výchylkách torzního kyvadla?

V práci jsem našel jen drobné nepřesnosti (např. nepřesnosti ve vzorcích na str. 55 a 56), které jsem probral přímo s autorkou práce a jak se ukázalo neměly na konečné kvantitativní vyhodnocení materiálových parametrů žádný vliv. Některé grafy (např. na str. 53 a 54) nemají z hlediska materiálových vlastností meziobratlové ploténky patřičnou vypovídací schopnost a neusnadňují pochopení výsledků práce. V případě publikace výsledků práce je doporučuji neuvádět.

### **Závěr**

Práce má dobrou odbornou i grafickou úroveň a tvoří kompaktní celek, počínaje formulací cílů, přes návrh metod jak těchto cílů dosáhnout až ke konkrétním výsledkům. Autorka práce samostatně navrhla a realizovala a otestovala náročnou aparaturu na měření materiálových vlastností meziobratlové ploténky in vitro. *Cenným výsledkem je vypracování metodiky měření elastických vlastností (modul ve smyku, Youngův modul) a viskozity v závislosti na stárnutí vzorku. V této oblasti spatřuji největší přínos práce. Tyto výsledky jsou již nyní na školícím pracovišti prakticky využitelné.*

Mohu konstatovat, že předložená práce splňuje ustanovení § 72, odst. 3 Zákona č. 111/1998 o vysokých školách a doporučuji proto aby **mgr. Petře Zemanové** byl po úspěšné obhajobě, udělen titul PhD na Fakultě Tělesné Výchovy a Sportu UK v Praze.



V Praze dne 22. srpna 2007

Prof. Ing. František Maršík, DrSc  
Ústav termomechaniky AVČR