

# Posudek vedoucího bakalářské práce

**Pavly Hovorkové**

(ZČU v Plzni, FAV, studijní program: B3947 Počítačové modelování v technice, obor: Výpočty a design)

zpracované na téma

## **Modelování newtonských efektů proudění krve v reálných modelech karotické bifurkace**

---

Předložená bakalářská práce o rozsahu 58 stran se zabývá matematickým modelováním proudění krve jakožto zobecněné newtonské kapaliny v reálném modelu velkých cév při aortálním oblouku. Vzhledem k tomu, že relevantnost a případná využitelnost získaných numerických výsledků pro klinickou praxi bývá značnou měrou ovlivněna hodnotami předepsaných okrajových podmínek, je část práce zaměřena i na popis a analýzu tzv. Windkessel modelů, jež v numerických simulacích slouží jako prostředek pro stanovení fyziologických hodnot výstupního tlaku.

V úvodní části své práce se studentka věnuje popisu problematiky související především s výskytem aterosklerózy v karotických tepnách a jejich dopadem na lidské zdraví. Dále s ohledem na možnosti moderních zobrazovacích metod, zejména pak počítačové tomografie (CT), je nastíněna myšlenka možného využití prostředků matematického modelování proudění krve pro stanovení významnosti karotických stenóz a jejich indikaci k lékařskému zákroku. Za tímto účelem je v této bakalářské práci rekonstruován reálný model aortálního oblouku s příslušnými cévami včetně obou karotických bifurkací. Pro samotnou simulaci proudění krve jsou pak využity dva přístupy založené jednak na numerickém řešení nelineárního systému Navierových-Stokesových rovnic pro nestlačitelnou zobecněnou newtonskou kapalinu ve 3D a jednak na řešení 0D modelů proudění označených v práci jako RLC bloky, které využívají analogie mezi veličinami mechaniky tekutin a elektrotechniky. V případě obou řešených modelů proudění (3D/0D) jsou všechny výstupní tlaky stanoveny pomocí tříprvkového Windkessel modelu, u něhož se ukazuje být slabinou vhodná volba jeho parametrů. Pro lepší pochopení možností a omezení, která jsou obecně spjata s užitím Windkessel modelů, jsou součástí předložené bakalářské práce testovací příklady zahrnující jednoduché 3D/0D modely karotické tepny modelované jako trubice nebo bifurkace.

Studentka Pavla Hovorková se s tématem své bakalářské práce seznamovala průběžně během svého studia s tím, že neobyčejně nasazení a pílí projevila především v posledním roce svého studia, kdy přicházela s vlastními nápady a podněty. Vedle přehledně a kvalitně zpracované práce lze za významný přínos označit i to, že pro řešení úloh proudění na bázi 0D modelů byly vyvinuty vlastní výpočetní algoritmy v prostředí programu Matlab, jejichž ekvivalenty pro 3D geometrie byly poté úspěšně implementovány prostřednictvím programovacího jazyku C++ do výpočetního prostředí komerčního softwaru Ansys Fluent. Slečna Pavla Hovorková ve své bakalářské práci jednoznačně prokázala, že je schopná samostatně pracovat s odborným textem a používat moderní výpočtové prostředky určené jak pro tvorbu výpočetních sítí, tak realizaci numerických simulací. Na závěr lze říci, že předložená bakalářská práce má vysokou úroveň a splňuje všechny stanovené cíle. Hodnotím ji proto známkou

**výborně.**



V Plzni, dne 20. srpna 2015

Ing. Alena Jonášová, Ph.D.  
vedoucí bakalářské práce