

Zadavatel posudku: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky

Oponentní posudek disertační práce

Ing. Ondřeje Lisického

zpracované v anglickém jazyce na téma

Stress-strain analysis of carotid arteries with atheroma

K posouzení byla předložena disertační práce napsaná v anglickém jazyce jako komentovaný soubor prací autora a jeho spoluautorů ke sledované problematice. Vlastní text disertační práce má rozsah 94 stran a je členěn na 8 kapitol včetně úvodu, závěru a přehledu výzkumných témat, která by bylo možné dále rozvíjet v blízké budoucnosti na pracovišti doktoranda, obsahuje také seznam obrázků, tabulek, zkratk a konečně seznam literatury o 267 položkách, z nichž převážnou většinu tvoří relevantní zahraniční reference. K vlastnímu textu disertační práce je připojeno 9 dodatků (A – I). Dodatek A je příspěvek doktoranda a jeho spoluautorů ve sborníku významné mezinárodní konference „*ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing*“, který je indexován v databázi Scopus. Dodatek B je původní vědecký článek doktoranda a jeho spoluautorů publikovaný v prestižním časopise *PLOS ONE* s IF = 3,24. Dodatky C a D jsou příspěvky ve sborníku konference „*Engineering Mechanics 2020*“, který je indexován v databázi Web of Science. Dodatky E a F představují původní vědecké články doktoranda a jeho spoluautorů publikované ve významných časopisech *Journal of Biomechanics* (IF = 2,712) a *Journal of Biomechanical Engineering* (IF = 2,098). Dodatek G je původní vědecký článek doktoranda a jeho spoluautorů zaslaný do redakce časopisu *Strain* s IF = 1,848. Dodatek H shrnuje prvotní výsledky získané doktorandem v oblasti experimentálního výzkumu zbytkových deformací ve vybraných vrstvách lidské karotické tepny. Konečně dodatek I je abstrakt příspěvku doktoranda a jeho školitele prezentovaného na „*Euromech Colloquium 627 – Current challenges in soft tissue mechanics*“, který se zabýval studiem zbytkového napětí ve vrstvách aterosklerotického plátu v karotidě.

Disertační práce svým tématem spadá do oblasti kardiovaskulární biomechaniky a zabývá se velice komplexní a náročnou problematikou související s aterosklerózou lidských karotických tepen. Konkrétně je zaměřena na experimentální výzkum a výpočtové modelování deformačně-napěťových stavů karotid s atheromem.

První kapitola je úvodem do řešené problematiky, doktorand zde stručně popisuje motivaci disertační práce a formuluje pět hlavních cílů, na jejichž splnění se ve své disertační práci zaměřuje. Druhá a třetí kapitola shrnuje s odkazem na zásadní studie jak klinický, tak biomechanický pohled na aterosklerózu. Jsou zde zmíněny i běžné způsoby léčby aterosklerózy v lidské karotické tepně (invazivní – endarterektomie a méně invazivní – stent). Ve čtvrté kapitole je doktorandem provedena rozsáhlá rešerše a na základě této rešerše je provedeno shrnutí současných přístupů pro generování geometrických, resp. 3D výpočtových modelů z medicínských snímků aterosklerotických plátů v karotické tepně. MRI se z pohledu doktoranda jeví prozatím jako nejvhodnější. Na konci této kapitoly je stručně popsán doktorandův přínos k řešení této problematiky s odkazem na 3 publikované práce (dodatky A – C). Pátá kapitola obsahuje opět rozsáhlou rešerši a shrnutí současných přístupů k in vivo identifikaci mechanických vlastností (charakteristik) aterosklerotických plátů a k analýze deformačního pole při prováděných experimentálních testech na aterosklerotických tkáních.

Na konci této kapitoly je opět stručně popsán doktorandův přínos k řešení této problematiky s odkazem na 3 publikované práce (dodatky D – F) a na práci zaslanou do redakce časopisu (dodatek G). Šestá kapitola se věnuje rešerši a současnému stavu poznání v oblasti experimentálního výzkumu a výpočtového modelování zbytkové deformace, popř. napětí v různých vrstvách karotických tepen s atheromem. Svůj přínos doktorand shrnuje s odkazem na dodatky H – I. V sedmé kapitole doktorand popisuje zjištění, či závěry svého dosavadního výzkumu a v osmé kapitole uvádí další možná výzkumná témata, která vyplynula z jím pečlivě provedené rešerše a kterým by bylo dobré se v blízké budoucnosti věnovat.

Hodnocení disertační práce

Po prostudování vlastního textu disertační práce a rychlém přečtení všech příložených dodatků mohu zcela zodpovědně konstatovat, že se jedná o kvalitní disertační práci. Jsem přesvědčen, že se podařilo splnit všechny cíle formulované v úvodu této práce. Za nesmírně cennou a místy i pro mě samotného inspirující považuji doktorandem pečlivě provedenou rešerši, z níž je zřejmý současný stav poznání v dané problematice a z níž vyplývají další potenciální výzkumné směry, kterými se má smysl zabývat. S ohledem na to, že kardiovaskulární příhody způsobené aterosklerózou jsou dosud celosvětově velmi častou příčinou úmrtí, je zřejmé, že téma disertační práce je v mezinárodním kontextu velice aktuální, celospolečensky relevantní a patří z hlediska základního výzkumu k vědecky závažným problémům s velikým potenciálem uplatnění pro včasnou a vhodně cílenou diagnostiku rizikových aterosklerotických lézí. Je potřeba na tomto místě rovněž zmínit významnou skutečnost, že tato disertační práce byla motivována zejména řešením projektu GAČR 18-13663S, jehož příjemcem bylo pracoviště doktoranda, v úzké spolupráci s Fakultní nemocnicí u sv. Anny v Brně. Příložené a již publikované dodatky A – F mají dedikaci právě na tento grantový projekt.

Použité přístupy a metody řešení, stejně tak jako analýzy dosažených výsledků jsou popsány v příložených dodatcích A – I. Vzhledem k tomu, že se v převážné většině jedná již o publikované články v prestižních časopisech a příspěvky ve sbornících konferencí, které prošly nezávislým recenzním řízením, nelze pochybovat o jejich kvalitě a celkovém přínosu v prohloubení stávajících poznatků v oblasti výpočtového modelování aterosklerotické tkáně. Publikační úroveň doktoranda je podle mého názoru nadprůměrná (3 publikované články v prestižních časopisech s IF, 3 příspěvky ve sbornících konferencí indexovaných na WoS nebo Scopus a 1 článek zaslaný do redakce časopisu s IF).

Z mého pohledu má předložená disertační práce vysokou odbornou úroveň a má pěknou grafickou úpravu. I když nejsem rodilý mluvčí, myslím si, že je práce napsána výbornou angličtinou s ojediněle se vyskytujícími překlepy. Bohužel celá práce se velice obtížně čte, neboť se v textu vyskytuje obrovské množství zkratk, které i přes uvedený seznam zkratk, znesnadňují srozumitelnost textu. Např. zkratka SEM v popisku k obr. 5.18 na str. 37 nebyla nikde zavedena, ani uvedena v seznamu zkratk. Je potřeba řadu věcí dohledávat v původních zdrojích. Podle mého názoru i zvolená struktura disertační práce ve formátu komentovaného souboru prací autora a jeho spoluautorů nepřispívá ke snadné orientaci v analýzách dosažených výsledků a ke snadnému zhodnocení přínosů. Tento můj komentář ale v žádném případě nesnižuje odbornou úroveň a kvalitu celé disertační práce. Příložené teze disertační práce jsou zpracovány kompaktně a v odpovídající kvalitě.

K práci mám následující drobné připomínky a otázky do diskuse během obhajoby:

1. Ve vlastním textu disertační práce velice často chybějí odkazy na příslušné obrázky.
2. V poděkování (jeden z mála textů v disertační práci v češtině) se vyskytuje 6 prohřešků vůči správné gramatice.

3. Vzhledem k tomu, že všechny publikované i nepublikované práce autora (dodatky A – G) vznikly v rámci řešení grantových projektů ve spoluautorství s řadou výzkumných pracovníků (i z jiných pracovišť), je velice obtížné posoudit konkrétní vlastní přínos doktoranda. Mohl by doktorand v rámci obhajoby zdůraznit, co je opravdu jeho vlastním přínosem k řešené problematice?
4. V osmé kapitole doktorand stručně uvádí další možná výzkumná témata, kterým by bylo dobré se v blízké budoucnosti věnovat. Mohl by se doktorand v rámci obhajoby vyjádřit k tomu, jakým směrem se bude ubírat jeho další vědecko-výzkumná práce?

Závěr:

Doktorand Ing. Ondřej Lisický jednoznačně prokázal, že má nejen výborné znalosti z kardiovaskulární biomechaniky a z experimentální mechaniky, ale že rovněž dokáže efektivně využívat moderní výpočtové prostředky pro řešení velice složitých biomechanických problémů. Po odborné stránce se jedná o kvalitní disertační práci, která splňuje všechny požadavky kladené na kvalifikační práce tohoto druhu. Proto tuto disertační práci doporučuji k obhajobě. V případě její úspěšné obhajoby jednoznačně doporučuji udělit doktorandovi titul Ph.D. ve smyslu příslušného zákona.

V Plzni dne 7. října 2022

doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.

Katedra mechaniky,
Fakulta aplikovaných věd,
ZČU v Plzni,
Technická 8, 301 00 Plzeň