

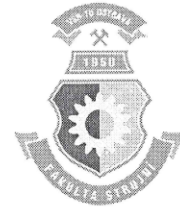
Předložená disertační práce pana Ing. Veselého, se na 80 stranách zabývá experimenty a konstitutivním modelováním skryté žíly. Na úvodní rešerši navazuje odvození vztahů pro popis napjatosti a deformace hyperelastické anizotropní tlustostěnné válcové nádobe, dále popis experimentů provedených na vzorcích skryté žíly, jejich vyhodnocení a diskuzi výsledků. Celkově se jedná o práci z významným praktickým přínosem, která bude jistě často citována, protože předložené experimentální výsledky a konstitutivní popis jsou na velmi vysoké úrovni a budou jistě využívány ostatními vědci při modelování mech. vlastností skrytých žil. O kvalitě svědčí i autorova publikace zmíněných experimentů ve špičkovém impaktovaném časopise stejně jako fakt, že tento článek má již několik nezávislých citací. Vzhledem ke schopnostem autora je však škoda, že práce nerozebírá také navazující problémy z biomechaniky žil, které by mohly vést k dalším, jistě výtečným, publikacím. K práci mám následující připomínky:

Rešerše je svým rozsahem 10 stran velmi stručná a zasloužila by si větší prostor a lepší práci se zdroji. Např. dnes již klasický článek autorů Holzapfela Gassera and Ogdena, ve kterém je navržen konstitutivní model pro chování cév, je v této práci používán coby reference při popisu anatomie tepen a žil (str. 17 a 18), ačkoliv se v něm uvedené informace vyskytují jen jako převzaté informace o struktuře cév sloužící pro podporu navrženého modelu. Informace o struktuře cév lze snadno dohledat u autorů, kteří ji primárně vyšetřovali a vyšetřují (Canham, Finlay, Schriebl apod.). Zcela pak chybí informace o tloušťce stěny tepen a zejména žil, která je přitom podstatná pro hodnocení autorova rozhodnutí modelovat žílu jako silnostěnnou nádobu. Rovněž nejsou uvedeny žádné informace o uspořádání kolagenních vláken ať už ve stěně tepny nebo žíly. Tyto jsou zase klíčové pro hodnocení vhodnosti zvoleného konstitutivního modelu.

Kapitola věnovaná odvození rovnic pro popis napjatosti v tlustostěnné nádobě nepřináší z mého pohledu nic nového a podle mého názoru lze stejné vztahy najít minimálně v habilitační práci školitele. Z didaktických důvodů je ale její přítomnost v pořádku a tato část je zpracována přehledně a srozumitelně.

Kapitolou 3.3 začíná popis provedených experimentů v čemž spatřuji největší přínos celé práce, protože zcela souhlasím s tvrzením, že takové experimenty na žilách zde dosud nebyly a jejich provedení jistě bude oceněno výzkumníky zabývajícími se výpočtovým modelováním bypassů. Kromě provedení experimentů kombinujících vnitřní tlak s axiálním protažením byly také stanoveny úhly rozevření žil, při radiálním rozříznutí. Zde bych jako čtenář jenom ocenil i popis problémů, se kterými se musel autor potýkat při provádění těchto experimentů, abych nemusel stejné chyby opakovat, až budu podobné experimenty provádět sám.

V sekci výsledků jsou prezentována naměřená data s ověřením nulové axiální síly. Zde chybí vysvětlení, proč je po předcyklování měřena odezva pro výrazně vyšší tlak, než na kterém bylo toto předcyklování provedeno (obr. 19). Tato volba může mít podstatné důsledky pro odezvu tkáně v důsledku Mullinsova efektu, takže považuji absenci jakékoliv diskuze o tomto jevu a jeho vlivu na měřenou odezvu za podstatný nedostatek předložené práce.



V další části jsou určeny úhly rozevření, pro které dojde k odstranění gradientu napětí ve stěně žíly. Je zde patrný významný rozptyl vlastností mezi pacienty, jak je běžné. Při srovnání s dostupnými údaji z literatury však plyne podstatný rozdíl v naměřených hodnotách ( $50^\circ$  proti  $120^\circ$  v literatuře) a zde bohužel chybí nějaká relevantní analýza, čím lze takový rozdíl vysvětlit.

Za významné omezení práce však považuji absenci diskuze o vhodnosti použitého konstitutivního modelu. Je pouze apriorně uvedeno, že celý problém bude řešen s využitím jednovrstvého modelu HGO 2000. Při vší úctě k uvedenému modelu, od doby jeho publikování byla předložena celá řada pokročilejších modelů, a to i samotnými jeho autory, takže je nutné vhodné vysvětlit, proč se autor přesto rozhodl pro aplikaci tohoto modelu před těmi pokročilejšími. Stejně tak chybí diskuze nad oprávněností zanedbání vícevrstvé struktury stěny žíly a vlivu tohoto zjednodušení na výsledky. Ostatní části diskuze, kde jsou výsledky srovnány s dostupnou literaturou, považuji za adekvátní.

Z formálního hlediska je práce až na výtku ke zdrojům a možné chybějící referenci u obr 1, v pořádku, metody řešení jsou vhodné a práci tak doporučuji k obhajobě po vyjasnění následujících otázek:

1. Diskutujte vhodnost použitého konstitutivního modelu vzhledem ke struktuře stěny žíly a uveďte, co Vás vedlo k volbě daného modelu. Nebylo by vhodnější použití vícevrstvého a/nebo jiného typu konstitutivního modelu např. respektujícího rozptyl vláken?
2. Zdůvodněte nastavení experimentu. Proč jste tkáň předcykloval, když poté odezvu měříte v cyklu, kde tlak dvojnásobně překračuje hodnotu z předcyklování a dochází tak k návratu k panenské křivce materiálu? Do jaké míry je Mullinsův efekt pozorovatelný u tkání žil?
3. V textu uvádíte, že Váš model byl schopen popsat závislost tlaku na obvodovém přetvoření, ale už méně na axiálním přetvoření (obr 21). Tomu nerozumím. Neměla by se fitovací procedura snažit přilnout k oběma experimentálními křivkám stejně?
4. Jaká je střední odezva tkáně žíly? Jinými slovy, jaké konstanty modelu mám jako výpočtář použít ve svém modelu? Vykreslete střední modelovou odezvu spolu s individuálními experimentálními odezvami.

V Ostravě 9.10.2017

Ing. Stanislav Polzer, Ph.D.