

Hledání optimálního tvaru stěn matematického modelu proudění krve v problematice úplného kavopulmonálního cévního napojení

Jan Bureš*

*Katedra matematiky FJFI ČVUT v Praze, buresj11@fjfi.cvut.cz

Abstrakt. Tato práce se zabývá optimalizací tvaru stěn v rámci modelování proudění nestlačitelné newtonovské tekutiny se zaměřením na modelování proudění krve v cévách. Je představen a implementován optimalizační rámec, který lze následně využít pro řešení optimalizačních úloh týkajících se proudění tekutin okolo rigidních překážek ve 2D. Pro numerické řešení matematického modelu je zvolena mřížková Boltzmannova metoda, která je stručně popsána. Na hranici obtékaných těles jsou předepsány interpolační okrajové podmínky, které jsou popsány a dále použity. Díky interpolačním okrajovým podmínkám je zohledněn skutečný tvar hranice těles. V teoretické části jsou pak dále popsány metody matematické optimalizace použité v této práci. Dále je popsán balík využitý k automatickému generování geometrií použitelných v numerických simulacích, který byl implementován pro účely této práce. Praktická část demonstruje a analyzuje použití optimalizačního rámce na sérii vhodně navržených testovacích úloh. Na závěr jsou prezentovány výsledky optimalizačních úloh zjednodušeného modelu totálního kavopulmonálního spojení ve 2D, které jsou ve shodě s dostupnou literaturou. Použití optimalizačního rámce lze tedy považovat za úspěšné.

Literatura:

- [1] T. Krüger, et al. *The Lattice Boltzmann Method*. Springer International Publishing, 2017.
- [2] D. Bertsekas. „*Nonlinear programming*“. Athena Scientific, 2016.
- [3] C. Audet a W. Hare. „*Derivative-free and blackbox optimization*“. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 1. edice, 2017.
- [4] F. M. Rijnberg, et al. „Energetics of blood flow in cardiovascular disease“. *Circulation*, 137(22):2393–2407, 2018.
- [5] A. Porfiryev, et al. „Fontan hemodynamics investigation via modeling and experimental characterization of idealized pediatric total cavopulmonary connection“. *Applied Sciences*, 10(19):6910, 2020.
- [6] A. L. Marsden, J. A. Feinstein a Ch. A. Taylor. „A computational framework for derivative-free optimization of cardiovascular geometries“. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 197(21-24):1890–1905, 2008.