

# Modely proudění na sítích pro popis tkáňové perfúze a saturace

Martin Levý<sup>1</sup>

## 1 Úvod

Tato práce se zabývá modelováním 1D proudění a transportu na sítích pro popis tkáňové perfúze se zaměřením na tkáni jater, která jsou uvažována jako porézní prostředí, dále se zaměřuje na získání hodnot permeability sítě a na modelování saturace tkáně kontrastní látkou s uvažováním disperze. Cílem práce je možnost získání koeficientů permeabilit potřebné pro multi-kompartmentové modely jaterní perfúze viz Rohan et al. (2015) a usnadnit lékařům predikci saturace tkáně kontrastní látkou.

## 2 Modely proudění

Pro získání stavových hodnoty na uzlech a segmentech sítě byly popsány a implementované modely 1D proudění na síti následující:

- Model vazkého proudění zanedbávající setrvané účinky definovaný Poiseuilleovo rovnicí a rovnicí kontinuity viz Noskievič et al. (1987)
- Model všímající si setrvaných účinků proudění a zanedbávající vazkost proudění popsán Bernoulliho rovnicí a rovnicí kontinuity viz Noskievič et al. (1987)
- Kombinovaný model vycházející z Bernoulliho rovnice doplněné o ztrátový člen a rovnicí kontinuity viz Rohan et al. (2015)

Těmito modely byly následně získány hodnoty tlaků a rychlostí na síti.

## 3 Permeabilita sítě

V úloze řešení proudění pomocí Darcyho rovnice se vyskytuje tenzor Permeability  $\mathbf{K}$  viz Rohan et al. (2015), který lze získat z výsledků proudění na síti z předchozích modelů. Samotné hodnoty pro výpočet tenzoru Permeability  $\mathbf{K}$  jsou získány na pomyslném hranolku ohraničující v určitém bodě síť viz Debbaut et al. (2012).

## 4 Saturace sítě

Dále byla vyhodnocena saturace sítě v závislosti na čase s uvažováním disperze. Rovnice saturace na proudnici uvnitř segmentu lze v určitém bodě  $[x,y,t]$  vyjádřit jako:

$$s(x, y, t) = s_0(t - \tau(x, y))$$

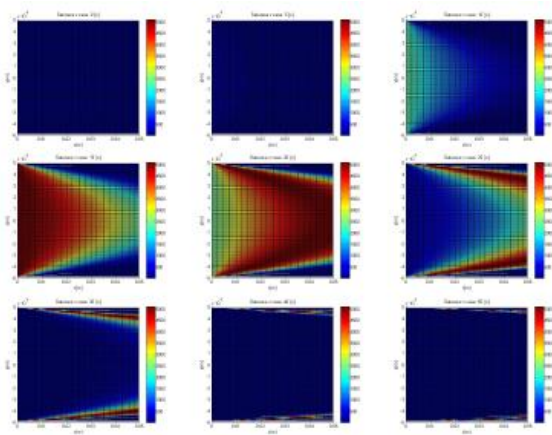
Kde  $s_0$  je saturace na proudnici v prvním bodě segmentu a  $\tau$  je transportní čas bolusu kontrastní látky.

---

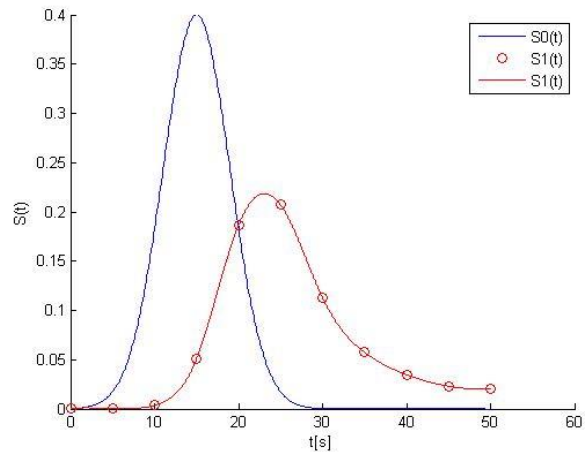
<sup>1</sup> student bakalářského studijního programu Počítačové modelování v technice, obor Počítačové modelování, e-mail: levym@students.zcu.cz

Pokud označíme saturaci v prvním uzlu  $S_0=s_0/A$ , kde  $A$  je průsvit segmentu, pak saturace v druhém uzlu je definována jako:

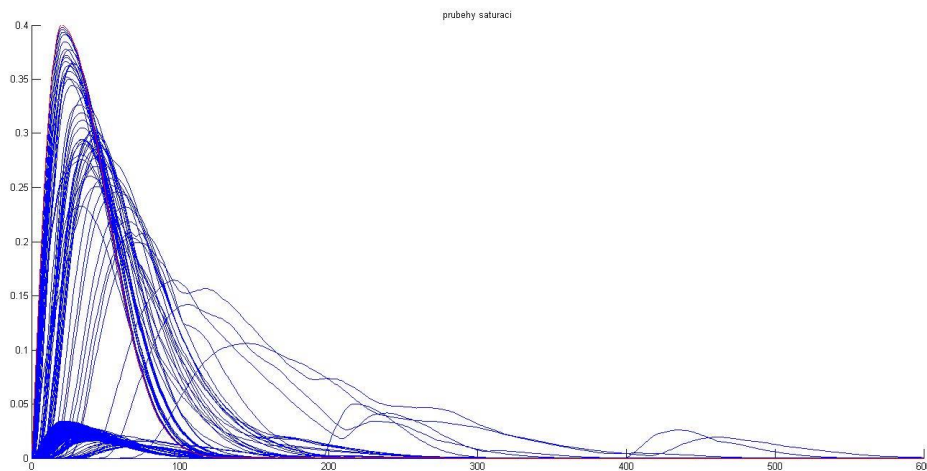
$$S_1(t) = \int_0^r s(l, y, t) y 2\pi dy = \int_0^r s_0(t - \tau(l, y)) y 2\pi dy = \int_0^r \frac{S_0(t - \tau(l, y))}{A} y 2\pi dy$$



Obrázek 1: Saturace segmentu



Obrázek 2: Saturace uzlů segmentu



Obrázek 3: Saturace sítě

## Literatura

Noskievič, J., 1987. Mechanika tekutin. SNTL Praha.

Debbaut, C., Vierendeels, J., Casteleyn, C., Cornillie, P., Van Loo, D., Simoens, P., Van Hoorebeke, L., Monbaliu, D., Segers, P. 2012 *Perfusion Characteristics of the Human Hepatic Microcirculation Based on Three-Dimensional Reconstructions and Computational Fluid Dynamic Analysis*.

Rohan, E., Lukeš, V., Brašnová, J., 2015. CT based identification problem for the multicom-  
partment model of blood perfusion. In: *Computational Vision and Medical Image Processing V*. London: CRC Press. s. 289-294. ISBN 978-1-138-02926-2.