

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra kybernetiky

Van Meursův model hemodynamiky

Milan Poláček

Zadání

Na cvičení jsme si vytvořili komponenty potřebné k vytvoření modelu cirkulace podle Van Meurse. Vytvořili jsme modely:

- BloodResistor R
- BloodConductor G
- Inductor I
- BloodElasticElement C
- Valve V

Podotázky z instrukcí k řešení

- Jaké patofyziologické stavy můžeme modelovat změnou hodnot OutflowResistance a InflowConductance?
- Jakého typu musí být vstupy Tas, Tav, Tvs, T0 a HP? Proč?
- Co znamená zápis **when** {initial(),b} **then**? Kdy se provede kód uvnitř tohoto bloku when?

Simulace

V protokolu zobrazte následující průběhy:

- a) Tlak v levé komoře, tlak v intrathorakálních systémových arteriích
- b) Průtoky mitrální a aortální chlopní
- c) Tlaky v levé komoře, systémových intrathorakálních arteriích, pravé komoře a plicních arteriích
- d) Zobrazte P-V diagram pro levé a pravé srdce (závislost tlaku na objemu v komorách)

Diskutujte možnost použití modelu pro simulování patologických stavů. Ukažte na příkladu.

Řešení

Podle zadání jsem vytvořil postupně další modely (Cardiac valve, Heart intervals, Atrial elastance). Tyto modely jsem následně využil pro vytvoření dalších modelů (komponent), abych mohl složit celkový Van Meursův model hemodynamiky.

Odpovědi na podotázky

Jaké patofyziologické stavy můžeme modelovat změnou hodnot OutflowResistance a InflowConductance?

Stenózu chlopně způsobuje zvýšený odpor chlopně (OutflowResistance) a tím vzniká omezení vypuzeného objemu.

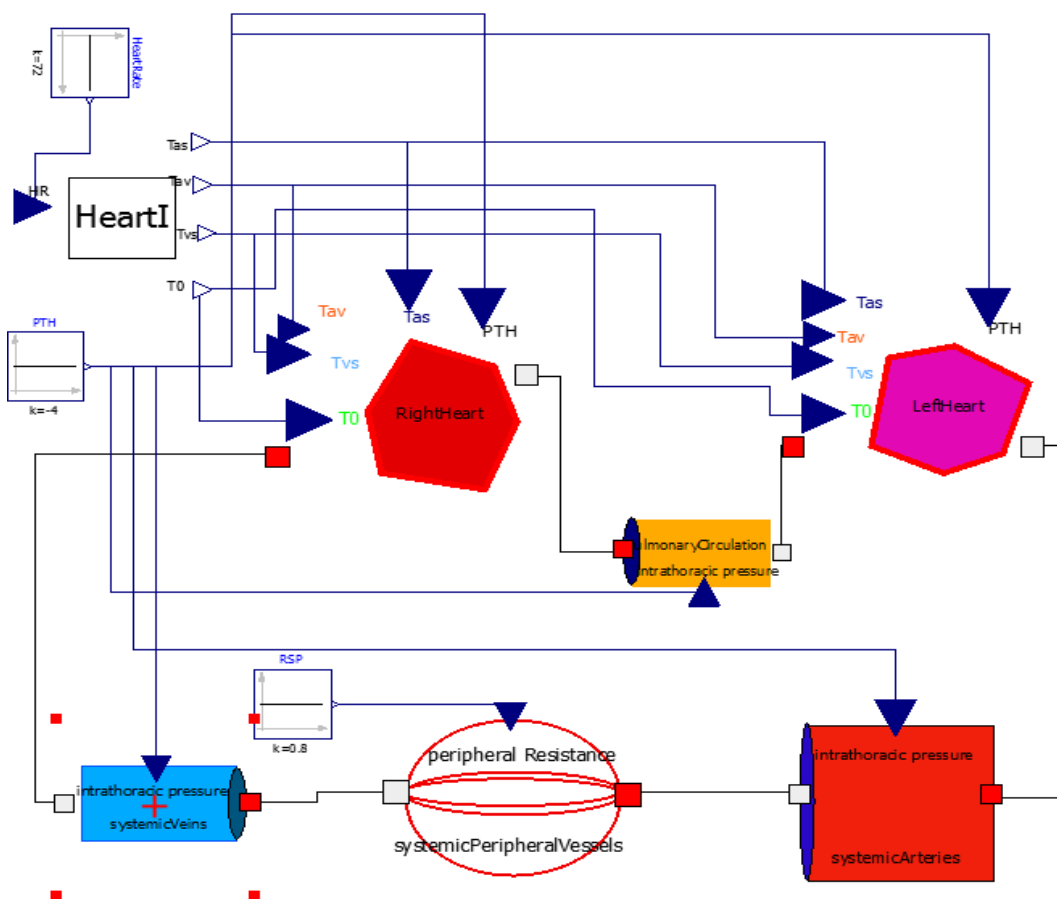
InflowConductance způsobuje regurgitační vady (Insuficience chlopně) a vrací se tedy část vypuzené krve nazpět.

Jakého typu musí být vstupy Tas, Tav, Tvs, T0 a HP? Proč?

Časové proměnné musí být *discrete Real*, protože by nebylo možno určovat hodnoty z předchozího stavu pomocí metody *pre*. HP by měla být také typu *discrete Real*, protože i u této proměnné se zjišťuje předchozí stav, který lze zjistit jen u diskrétních proměnných.

Co znamená zápis when {initial(),b} then? Kdy se provede kód uvnitř tohoto bloku when?

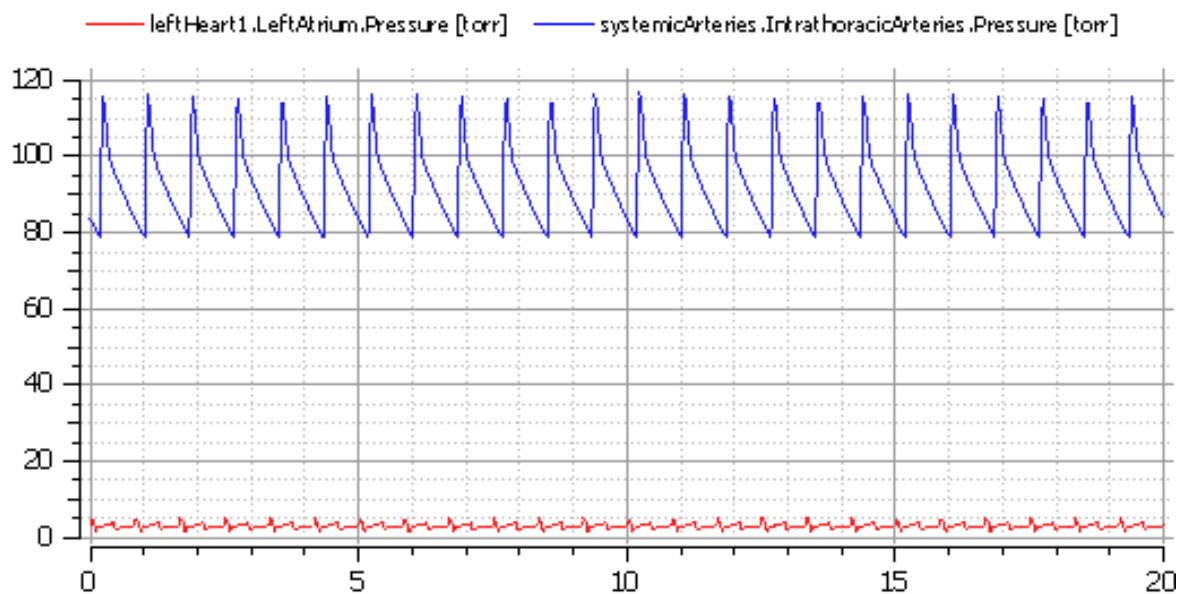
Výše uvedený zápis podmínky reaguje na náběžnou hranu a na začátek simulace. Z toho vyplývá i kdy se kód uvnitř bloku when provede.



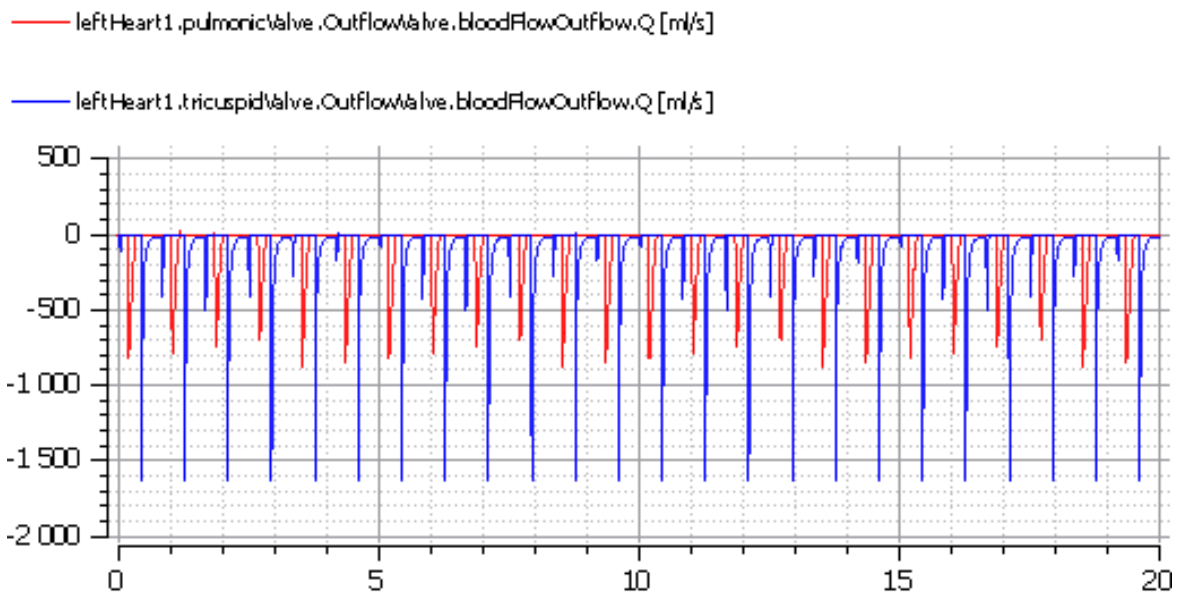
1. Van Meursův model hemodynamiky

Simulace

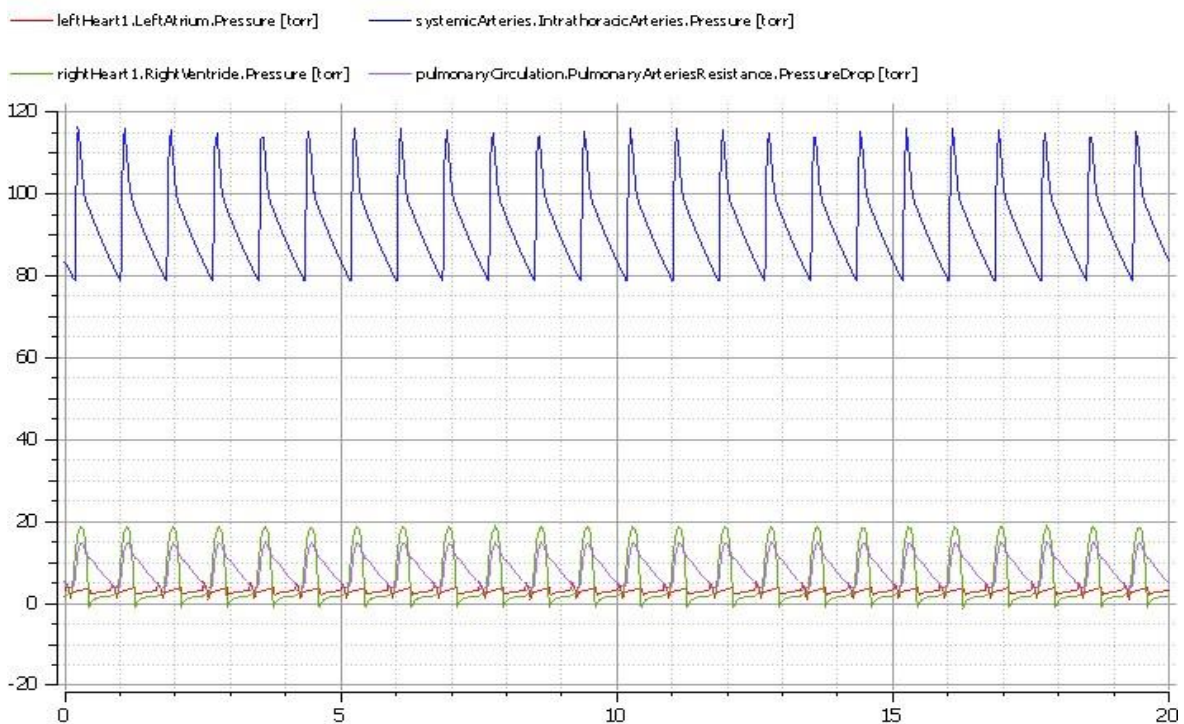
Provedl jsem dvě simulace. Jednu pro zdravé srdce a druhou pro srdce s insuficiencí chlopně. Výsledky jsem prezentoval v níže přiložených grafech.



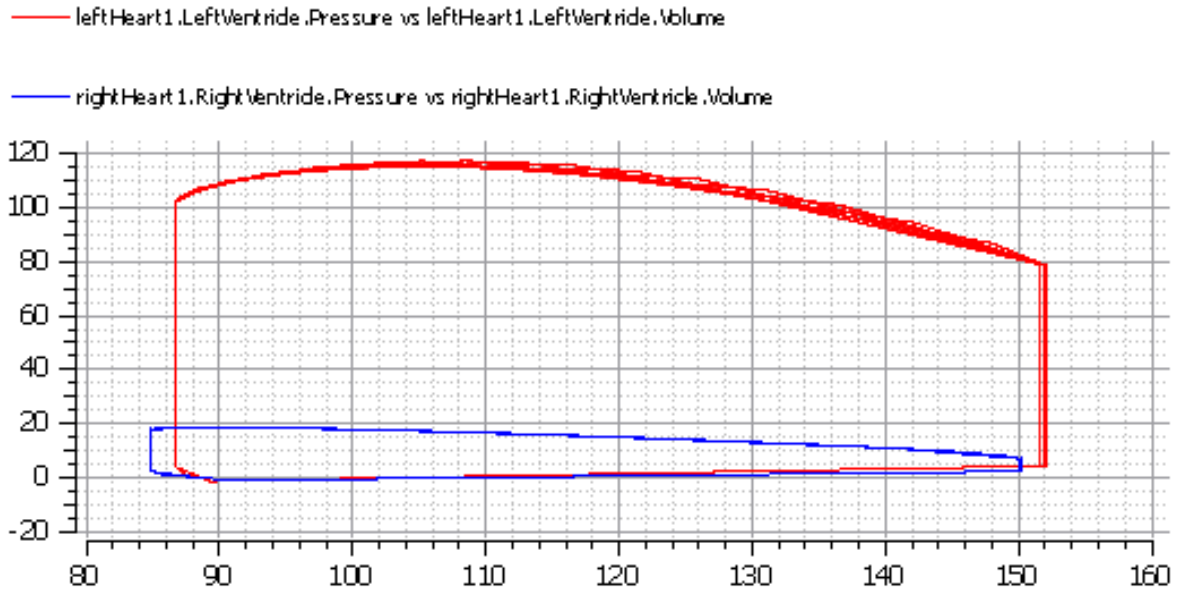
2. Tlak v levé komoře (červeně), tlak v intrathorakálních systémových arteriích (modře)



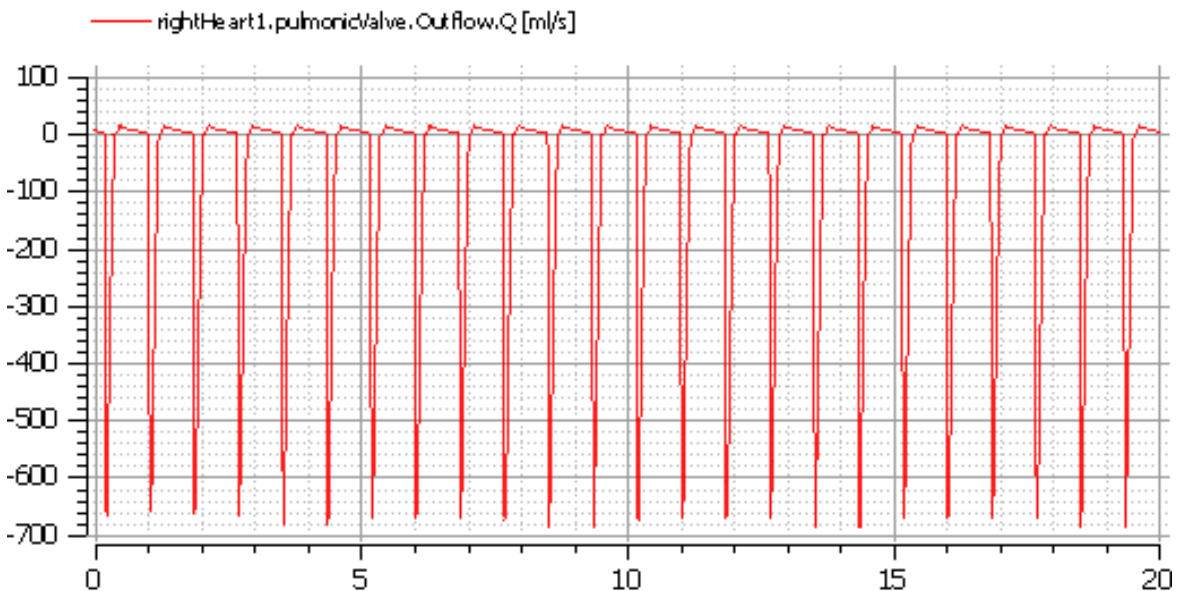
3. Průtoky mitrální (červeně) a aortální chlopní (modře)



4. Tlaky v levé komoře, systémových intrathorakálních arteriích, pravé komoře a plicních arteriích



5. Zobrazte P-V diagram pro levé (červeně) a pravé srdce (modře)



6. Průtok z pravého srdce přes pulmonální chlopeň do plicního oběhu

Závěr

Ačkoliv je model velice rozsáhlý, většinu chyb se mi podařilo odhalit při průběžných kontrolách (jako např. to že některé komponenty byly otočené podle svislé osy). Grafy odpovídají teoretickým znalostem. Jak je vidět z grafu 2, že tlak v levé komoře je mnohem nižší než v intrathorakálních systémových arteriích. Dále jsme si potvrdili, že průtok v přes mitrální chlopeň je mnohem nižší přes aortální chlopeň viz graf 3. Tlaky dle grafu 4 jsou podobné měření pomocí 4manžetového systému v předmětu lékařská technika (a6m31let), kde to z měřených tlaků v manžetách za nás dopočítával počítač. P-V diagram se mi s pomocí googlu podařilo vytvořit a jako předešlé grafy odpovídá teoretickým hodnotám, které jsou nám známi z již absolvovaných předmětů. Poslední graf (číslo 6) nám reprezentuje průtok při nedomykání chlopně, kdy lze pozorovat zhruba 10ml návrat krve zpět do pravé komory.