

Tvorba modelů s Physioblibrary – cirkulace a přenos krevních plynů

Úvod

Na tomto modelu si vyzkoušíme práci s rozsáhlou knihovnou. Zároveň si ukážeme jednoduchost práce s knihovnami, základy regulace zpětné vazby a expandable konektory.

Physioblibrary

Physioblibrary je malá knihovna určená k vývoji modelů zejména fyziologických regulací. Její poslední verzi naleznete na <https://github.com/MarekMatejak/Physioblibrary>. K tomu aby physioblibrary fungovala správně (displayUnits), je třeba přetáhnout jeden soubor (*Physioblibrary/Resources/DymolaSettings/displayunit.mos*) do adresáře *insert* v adresáři Dymoly (např. *C:\Program Files\Dymola 2014\insert*). Správnou funkci ověříme tím, že v *Physioblibrary.Types.Examples.Units* když poklepeme na *parametricClass*, tak všechny hodnoty budou právě 1.

Jednotky

Pozor, některé (většina) jednotek je ze základních SI. Ale my pracujeme s jednotkami odvozenými a přepočítanými. K automatickému přepočtu používáme *displayUnits*, můžeme tak zadávat parametry přímo v cílových jednotkách a zároveň sledovat průběhy. Pozor, počítá se ale stále v základních!!!

Proto není dobré používat Real proměnné, ale vždy jen jednotky odvozené. Balíček *Physioblibrary.Types.Examples.Units.ParametricClass* ukazuje jejich použití. K tomu je potom potřeba si dodefinovat některé základní konstanty – nemůžeme již používat normální Real k propojení těchto konektorů. Je to kvůli tomu, aby se nemátly přepočty jednotek.

Expandable konektor

Je konektor, který obsahuje právě tolik proměnných, kolik do něj zapojíme – rozšiřujeme ho tedy prostým propojením. V tom velmi pomůže prostředí, které si propojení „pamatuje“. Doporučuji následující pořadí:

1. vložit do všech subsystémů expandable konektor (*Physioblibrary.Types.BusConnector*)
2. vytvořit celkový model, vložit do něj subsystémy a ty propojit (zde tedy jejich *BusConnectory*)
3. napojovat vstupy a výstupy v jednotlivých subsystémech.

Dodržíme-li toto pořadí, Dymola nám při napojení na *BusConnector* nabídne seznam již použitých napojení (případně až po kliknutí na *<AddVariable>*).

Počítání v ekvilibriu

Physioblibrary je teoreticky schopná počítat modely přímo v ustáleném stavu. Tuto vlastnost pro její složitost teď nebudeme využívat, jen aby vás nemátla celková komplexnost knihovny.

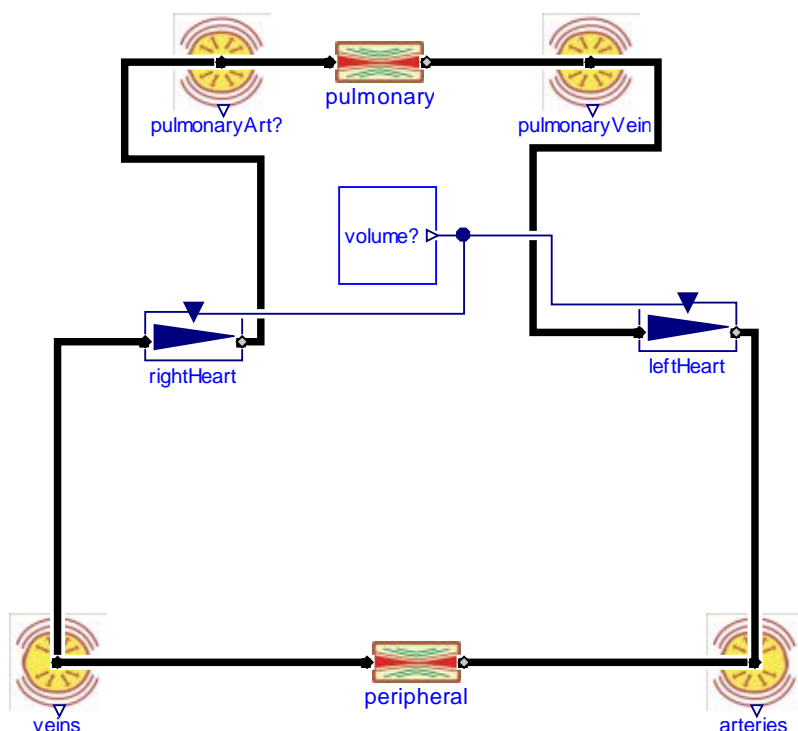
Subsystémy

Budeme pracovat s několika subsystémy. Bloky cirkulace a přenosu kyslíku jsme se zabývali na cvičení, v této úloze budeme vytvářet systém přenosu CO₂ a doplníme některé regulace.

Jednotlivé bloky si nejdřív sestavíme a otestujeme zvlášť, poté je teprv připojujeme na *BusConnector*.

Cirkulace

Jednoduchá cirkulace s pouze minutovými průtoky. Sledujte tlaky v jednotlivých částech řečiště a celkový minutový průtok.

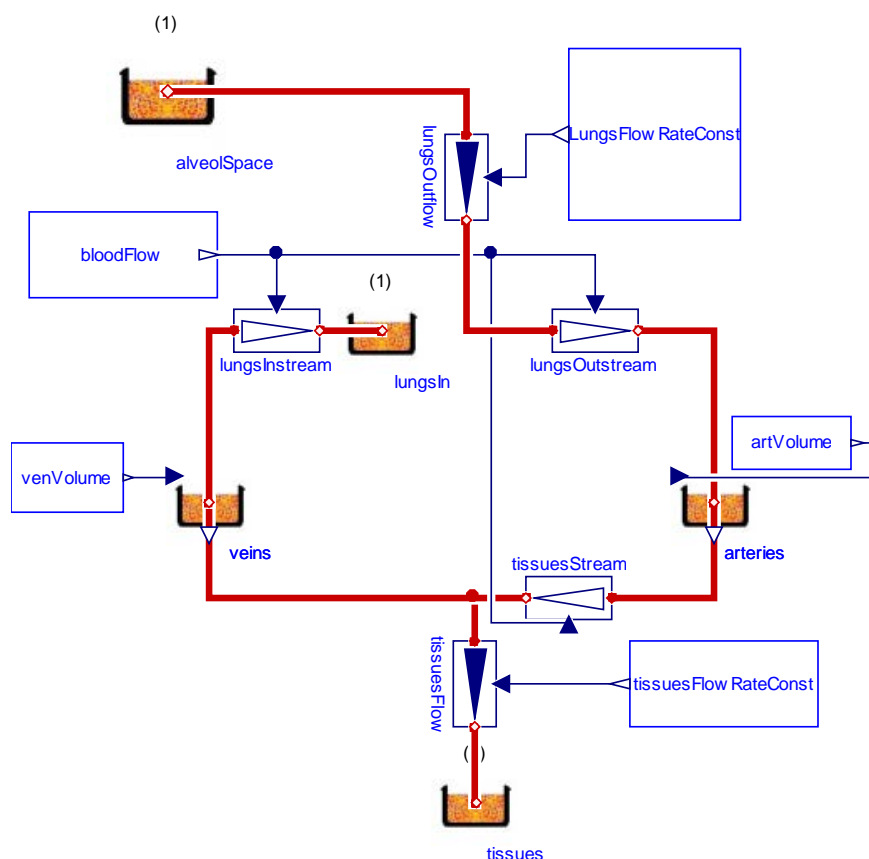


Tabulka hodnot

Hydraulic.ElasticBaloon	PulmonaryArteries	6 ml/mmHg, 100ml
Hydraulic.ElasticBaloon	PulmonaryVeins	80 ml/mmHg, 400ml
Hydraulic.ElasticBaloon	Arteries	10 ml/mmHg, 1000ml
Hydraulic.ElasticBaloon	Veins	1750 ml/mmHg, 3500ml
Hydraulic.Resistor	Pulmonary	558 ml/mmHg/min
Hydraulic.Resistor	Peripheral	57 ml/mmHg/min
Hydraulic.Pump	rightHeart	
Hydraulic.Pump	leftHeart	
Types.Constants. VolumeFlowRateConstatnt		5500 ml/min

O₂

Přenos kyslíku – podobný modelu, který jsme dělali minule. Zde si dávejte pozor na jednotky, jestli je zapisujete správně.



Chemical.UnlimitedStorage	alveolSpace	1 (je to fuk)
Chemical.UnlimitedStorage	lungsIn	1 (je to fuk)
Chemical.UnlimitedStorage	tissues	1 (je to fuk)
Chemical.Substance	Arteries	0.02 mol
Chemical.Substance	Veins	0.02 mol
Chemical.MolarStream	LungStream	
Chemical.MolarStream	lungOutStream	
Chemical.MolarStream	tissuesStream	
Chemical.SoluteFlowPump	lungsOutFlow	
Chemical.SoluteFlowPump	tissuesFlow	
Types.Constants.VolumeFlowRateConst	bloodFlow	5.5 l/min
Types.Constants.MolarFlowRateConst	LungsFlowRate	42 mmol/min
Types.Constants.MolarFlowRateConst	TissuesFlowRate	18 mmol/min
Types.Constants.VolumeConst	VenVolume	3.5 l
Types.Constants.VolumeConst	ArtVolume	1.5 l

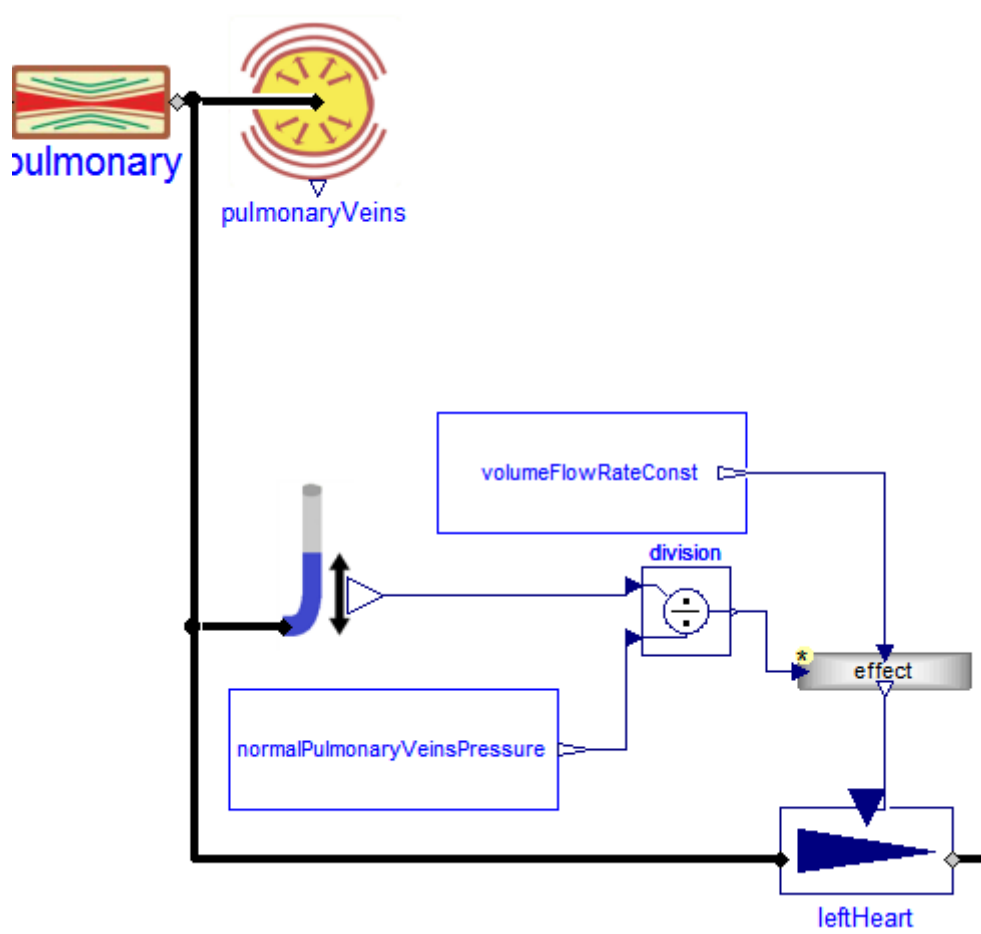
CO₂

Sestavte model CO₂ podobně jako model O₂ s tím rozdílem, že plíce nám oxid uhličitý odebírají a tkáň naopak přidávají.

Regulace průtoku krve v oběhu

Upravte model cirkulace tak, aby se srdeční pumpa regulovala pomocí *preload* (tlaku na vstupu) a to jak u systémového, tak pulmonálního okruhu.

	VolumeFlowRateConst1	5500 ml
	normalPulmonaryVeinsPressure	7 mmHg



Obrázek 1: Detail řízení levého srdce. Výstup ze senzoru tlaku je podělen normálním tlakem (tj. mezivýsledek je 1) - pozor co s čím dělíte - výsledek je pak pronásoben tokem při normálním tlaku. Klesne-li tedy tlak, klesne i výsledek dělení a tím klesne i celkový průtok pumpy.

Regulace koncentrace kyslíku

Spojení

Spojte submodely pomocí BusConnectoru

Regulace průtoku krve v oběhu pomocí koncentrace kyslíku

