

Úloha 4 - Van Meursův model cirkulace

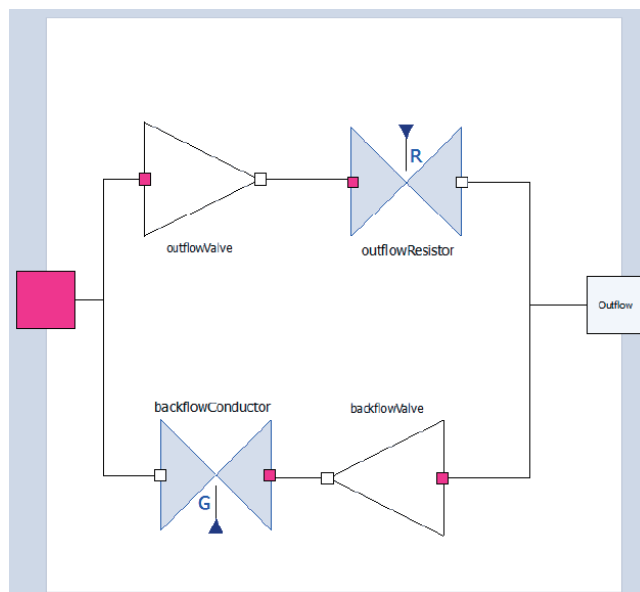
Na cvičení jsme si vytvořili komponenty potřebné k vytvoření modelu cirkulace podle Van Meurse. Vytvořili jsme modely:

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

Zadání úlohy

I. Vytvořte komponentu CardiacValve CV

Komponenta CardiacValve modeluje základní chování srdeční chlopně. Má dva vstupy OutflowResistance a InflowConductance.



Otázky:

- a) Jaké patofyziologické stavy můžeme modelovat změnou hodnot OutflowResistance a InflowConductance?



II. Vytvořte model HeartIntervals

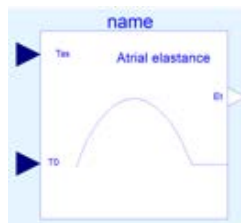
Model HeartIntervals modeluje délku srdečních intervalů. Bude mít jeden vstup **HR** (srdeční frekvence) a čtyři výstupy **Tas** (trvání systoly síně), **Tav** (atrioventricular delay), **Tvs** (trvání systoly komory) a **T0** (začátek srdečního cyklu v sekundách).

Popis bloku v rovnicích je následující:

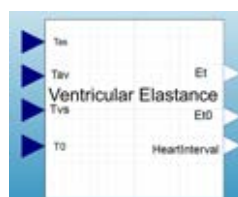
```
b=time - pre(T0) >= pre(HP);
when {initial(),b} then
    T0=time;
    HP=60/HR;
    Tas=0.03 + 0.09*HP;
    Tav=0.01;
    Tvs=0.16 + 0.2*HP;
end when;
```

Otázky:

- 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?



III. Vytvořte model AtrialElastance



a VentricularElastance

```
model AtrialElastance
    Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput Tas "duration of atrial systole";
    Modelica.Blocks.Interfaces.RealOutput Et "elasticity (torr/ml)";
    Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput T0 "time of start of cardiac cycle ";
    parameter Real EMIN=0.05 "Diastolic elastance (torr/ml)";
    parameter Real EMAX=0.15 "Maximum systolic elastance (torr/ml)";
equation
    if time - T0 < Tas then
        Et=EMIN + (EMAX - EMIN)*sin(Modelica.Constants.pi*(time - T0)/Tas);
    else
        Et=EMIN;
    end if;
end AtrialElastance;
```

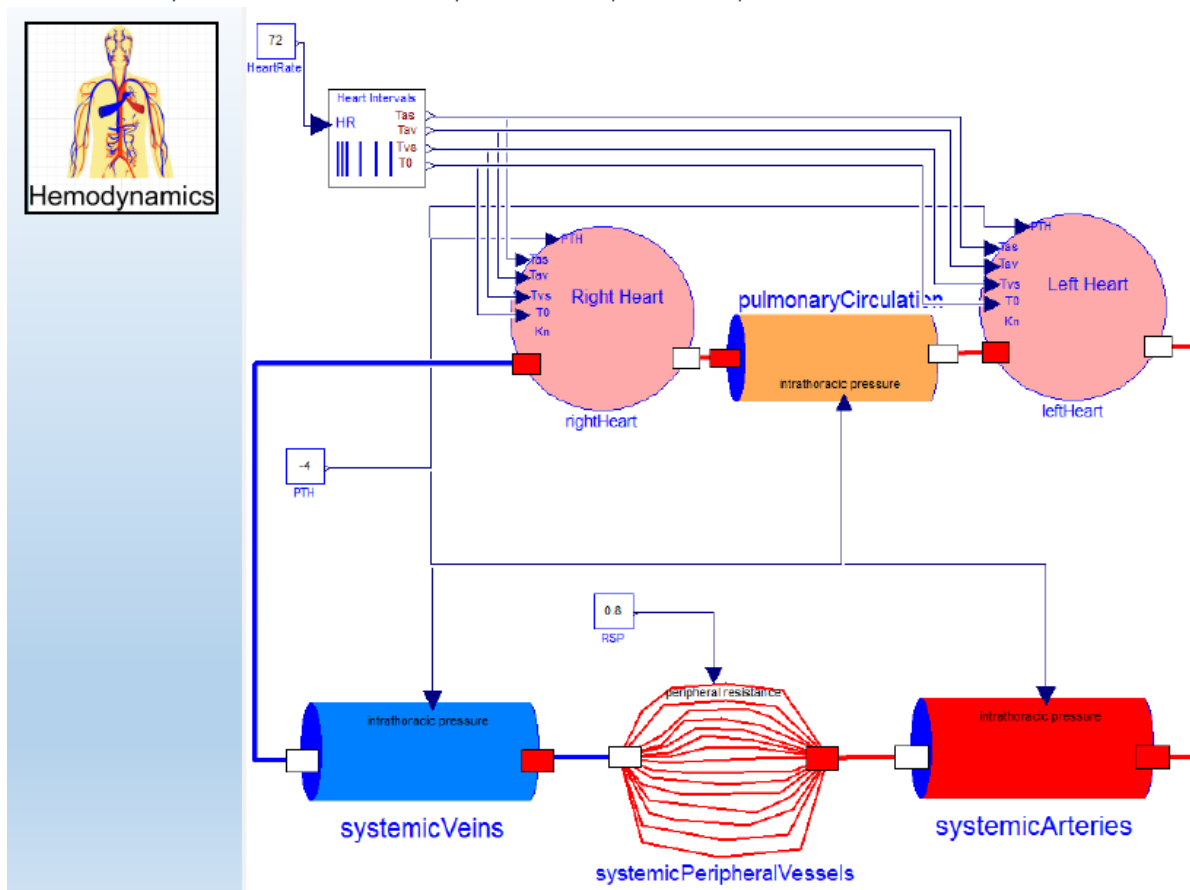
model VentricularElastance

```

Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput Tas "duration of atrial systole";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealOutput Et "elasticity (torr/ml)";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput T0 "time of start of cardiac cycle ";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput Tav "atrioventricular delay";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealInput Tvs "duration of ventricular systole";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealOutput Et0 „normalized elasticity (torr/ml)";
Modelica.Blocks.Interfaces.RealOutput HeartInterval „heart interval (sec)";
constant Real Kn=0.57923032735652;
parameter Real EMIN=0 "Diastolic elastance (torr/ml)";
parameter Real EMAX=1 "Maximum systolic elastance (torr/ml)";
equation
HeartInterval=time - T0;
Et=EMIN + (EMAX - EMIN)*Et0;
if HeartInterval >= Tas + Tav and HeartInterval < Tas + Tav + Tvs then
    Et0=(HeartInterval - (Tas + Tav))/Tvs*sin(Modelica.Constants.pi*(HeartInterval - (Tas + Tav))/Tvs)/Kn;
else
    Et0=0;
end if;
end VentricularElastance;

```

IV. Vytvořte model Hemodynamics dle přiložené prezentace



Parametry jednotlivých komponent jsou:

Тип	Идентификатор объекта	V0 (ml)	UV	EL	Elmin	Elmax	R	I
		ml	ml	mmHg/ml	mmHg/ml	mmHg/ml	mmHg.s/ml	mmHg.s2/ml
Cvar	RightAtrium	149	30	variable	0,05	0,06		
R	TricuspidVlave						0,003	
Cvar	RightVentricle	143	40	variable	0,057	0,49		
R	PulmonicValve						0,003	
C	PulmonaryArteries	103	50	0,233				
R	PulmonaryResistance						0,11	
C	PulmonaryVeins	508	350	0,0455				
R	PulmonaryVenousResistance						0,003	
Cvar	LeftAtrium	89	30	variable	0,12	0,28		
R	MitralValve						0,003	
Cvar	LeftVentricle	138	60	variable	0,09	4		
R	AorticValve						0,003	
C	IntrathoracicArteries	201	140	1,43				
L	AorticFlowInertia							0,0007
R	ExtrathoracicArterialResistance						0,06	
C	ExtrathoracicArteries	519	370	0,556				
R	SystemicArterioleResistance						0,8	
C	SystemicTissues	281	185	0,262				
R	SmallVenuleResistance						0,2	
C	ExtrathoracicVeins	1546	1000	0,0169				
R	VenousResistance						0,09	
C	IntrathoracicVeins	1523	1190	0,0182				
R	CentralVenousResistance						0,003	
	Total Volumes:	5200	3445					

V protokolu zobrazte následující průběhy:

- Tlak v levé komoře, tlak v intrathorakálních systémových arteriích
- Průtoky mitrální a aortální chlopní
- Tlaky v levé komoře, systémových intrathorakálních arteriích, pravé komoře a plicních arteriích
- 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.