

CVIČENÍ MODELOVÁNÍ A SIMULACE

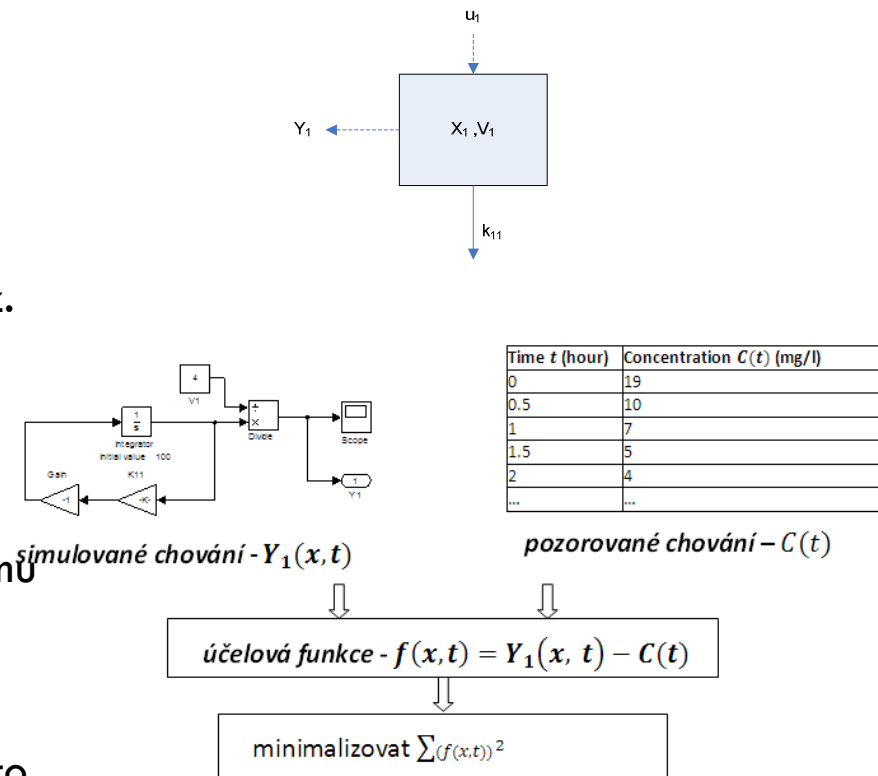
Cvičení 9- LS 2015 – Michel Kana

Co uděláme ve dnešním cvičení?

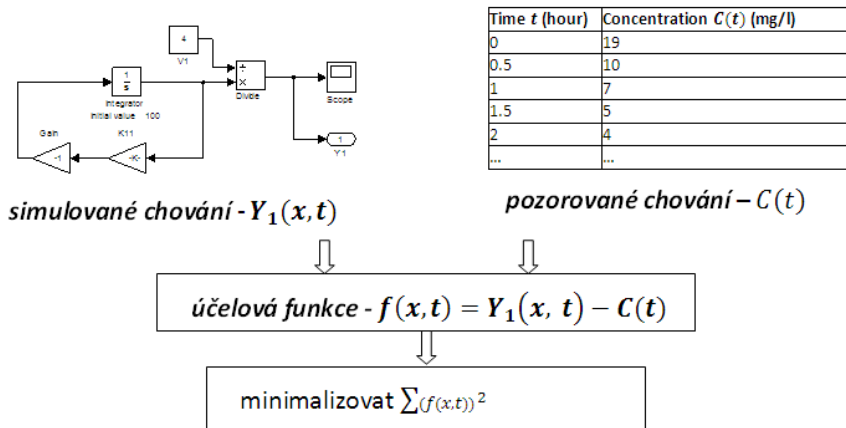
1. Identifikace parametrů modelu

Identifikace parametrů modelu

- Parametry modelu jsou obvykle neznámé, např. $x = [k_{11}, V_1]$
- Lékaři jsou jen schopni dávkovat vstupu u_1 a měření koncentrace léku Y_1 .
- Inženýři jsou si jisté ze měřené proměnné jsou dostatečné pro odhad neznámých parametrů (t.z. model identifikovatelné)
- Naměřené údaje jsou **pozorované chování** systému $C(t)$
- Počítačový model vytváří prediktivní hodnoty výstupního vektoru, tzv. **simulované chování** systému $Y_1(x, t)$.
- Cílem identifikace parametrů je najít jedinečnou hodnotu parametrů, pro které je rozdíl mezi simulované a pozorované chování minimální. Tento rozdíl se nazývá **účelová funkce** $f(x, t) = Y_1(x, t) - C(t)$.



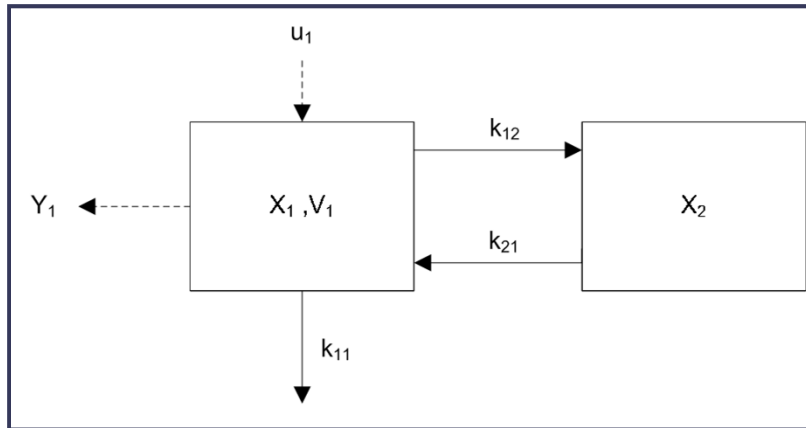
Identifikace parametrů modelu 1-Kompartmentového modelu



```
function Fi = f(param, C, t, modelName)
set_param([modelName '/V1'], 'Value', num2str(param(1)));
set_param([modelName '/k11'], 'Gain', num2str(param(2)));
[T, x, Y1] = sim(modelName, t);
Fi = Y1 - C;
```

```
x0=[5, 0.3];
lowerBounds = [4 0];
upperBounds = [5 1];
C = [27 19 10 9 7 6.5 4 3.1 2.6 2.1 1 0.3 0.1]';
t= 0:0.5:6;
modelName='model';
options = optimset('lsqnonlin');
options = optimset(options, ...
    'GradObj', 'off', ...
    'Hessian', 'on', ...
    'Diagnostics', 'on', ...
    'TolFun', 4e-10, ...
    'MaxIter', 10e5, ...
    'Display', 'iter', ...
    'DiffMaxChange', 1e5, ...
    'DiffMinChange', 1e-5 ...
);
[x,resnorm] = lsqnonlin(@f,x0, lowerBounds, upperBounds,options,C,t,modelName);
```

Identifikace parametrů modelu 2-Kompartmentové modely



```
function F = f(param, C, t, modelName)
set_param([modelName '/V1'], 'Value', num2str(param(1)));
set_param([modelName '/k11'], 'Gain', num2str(param(2)));
set_param([modelName '/k12'], 'Gain', num2str(param(3)));
set_param([modelName '/k21'], 'Gain', num2str(param(4)));
[T, x, Y1] = sim(modelName, t);
F = Y1 - C;
```

```
x0=[5, 0.3, 0.6, 0.2];
lowerBounds = [0 0 0 0];
upperBounds = [10 10 10 10];
C = [27 19 10 9 7 6.5 4 3.1 2.6 2.1 1 0.3 0.1]';
t= 0:0.5:6;
modelName='model';
options = optimset('lsqnonlin');
options = optimset(options, ...
    'GradObj', 'off', ...
    'Hessian', 'on', ...
    'Diagnostics', 'on', ...
    'TolFun', 4e-10, ...
    'MaxIter', 10e5, ...
    'Display', 'iter', ...
    'DiffMaxChange', 1e5, ...
    'DiffMinChange', 1e-5 ...
);
[x,resnorm] = lsqnonlin(@f,x0, lowerBounds, upperBounds,options,C,t,modelName);
```

Identifikace parametrů logistického populačního modelu

$$\frac{dX(t)}{dt} = \rho \cdot \left(1 - \frac{X(t)}{K}\right) \cdot X(t)$$

t	X(t)
0	0
1	10
2	60
3	180
4	200
5	200
6	200

```
function F = f(param, P, t, modelName)
set_param([modelName '/ro'], 'Value', num2str(param(1)));
set_param([modelName '/K'], 'Value', num2str(param(2)));
[T, x, X] = sim(modelName, t);
F = X-P;
```

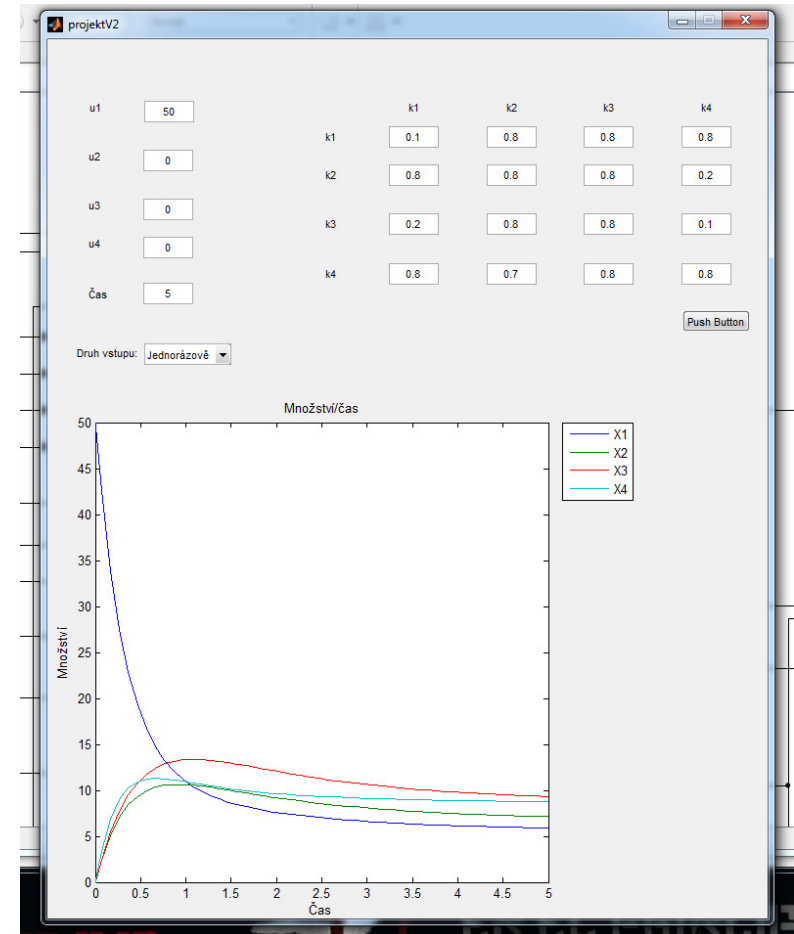
```
x0=[1, 200];
lowerBounds = [0 0];
upperBounds = [10 1000];
P = [0 10 60 180 200 200 200]';
t= 0:1:6;
modelName='model';
options = optimset('lsqnonlin');
options = optimset(options, ...
    'GradObj', 'off', ...
    'Hessian', 'on', ...
    'Diagnostics', 'on', ...
    'TolFun', 4e-10, ...
    'MaxIter', 10e5, ...
    'Display', 'iter', ...
    'DiffMaxChange', 1e5, ...
    'DiffMinChange', 1e-5 ...
);
[x,resnorm] = lsqnonlin(@f,x0, lowerBounds, upperBounds,options,P,t,modelName);
```

Týmový Projekt

- **Projekt 1 – Simulátor modely populace**
 - ▣ Uživatel si vybere model
 - ▣ Uživatel zadává hodnoty parametrů a počáteční velikost populace
 - ▣ Systém zobrazí vývoj populace v casu

Týmový Projekt

- **Projekt 2 – Simulator kompartmentové modely**
 - ▣ Uživatel zadává popis modelu
 - ▣ Uživatel zadává hodnoty parametrů a počáteční množství látku.
 - ▣ Systém vygeneruje diferenciální rovnice
 - ▣ Systém vypočítává a zobrazí vývoj množství a koncentraci látku v čase



Týmový Projekt

□ Projekt 3 – Analyzátor kompartmentové modely

- Uživatel zadává popis modelu
- Systém vygeneruje matice A , B , C , U , X , Y
- Systém vypočítává a zobrazí přenosovou funkci
- Systém vypočítává a zobrazí pozorovací parametru
- Systém udělá analýzu identifikovatelnosti a zobrazí výsledky

Týmový Projekt

Projekt 4 – Identifikace kompartmentové modely

- Uživatel zadává popis modelu
- Uživatel zadává hodnoty měření
- Systém vygeneruje diferenciální rovnice
- Systém udělá identifikaci parametrů a zobrazí výsledky

projekt

Vyber typ modelu: 3 - kompartmentový

Vyberte počet spojníc: 4 Zadejte počet měření: 1 Zadejte počet vstupů: 2

Zadání spojnic modelu

	1	2	3
1	1	2	1
2	1	3	2
3	2	3	3
4	3	2	4

$k_{12} = 1$
 $k_{23} = 3$

Zadání měření modelu

	1	2
1	1	1

$Y_1 = X_1$

Zadání vstupů modelu

	1	2
1	1	1
2	2	5

$U_2 = 5$

1 -> množství
2 -> koncentrace

Zadejte časový interval
0 : 0 : 0

Urči velikost vektoru měření Čas - t

Zadejte vektor měření

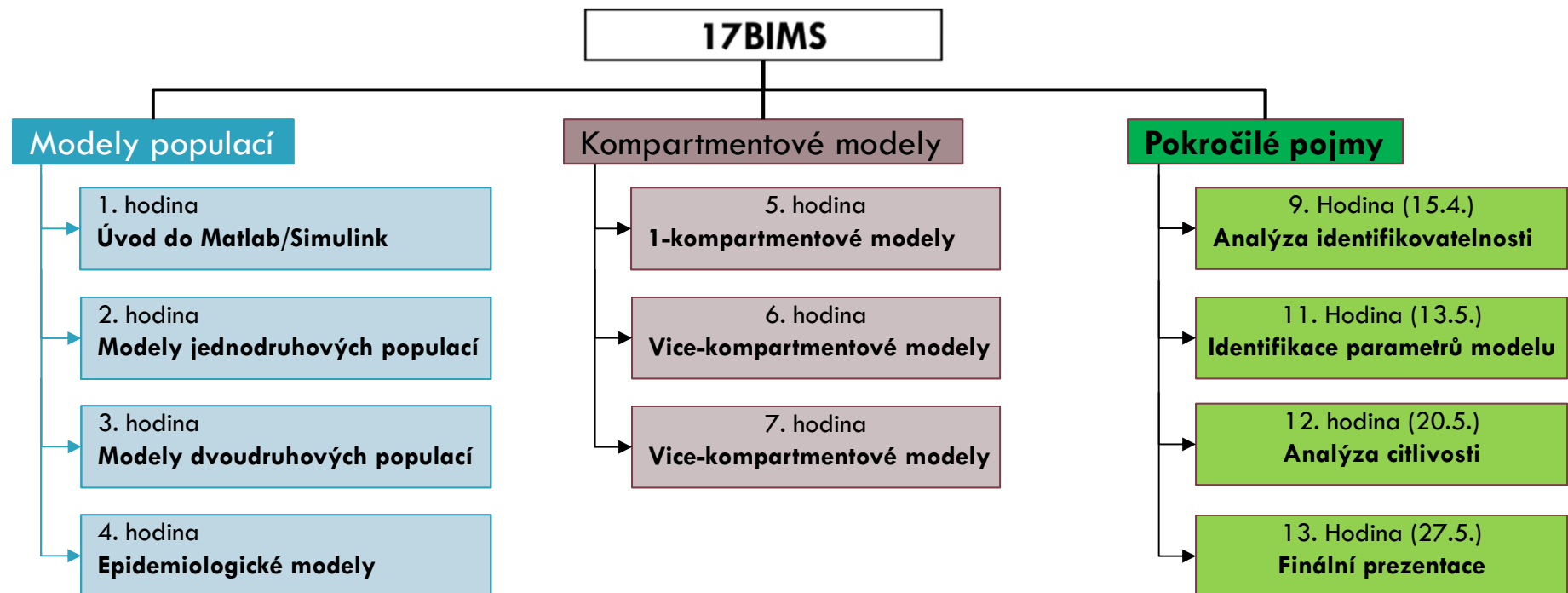
	1
1	1
2	
3	
4	

Vektor měření

Urči dif rovnice systému

Urči parametry

Co budete cvičit po celém semestru?



Získání zápočtu ze cvičení

Ze cvičení lze získat maximálně 40 bodů. Pro získání zápočtu je potřeba **20 bodů**.

Až 11 bodů lze získat za aktivní účast na cvičení (1 bod za hodinu).

Až 15 bodů lze získat za zápočtový test, který se uskuteční **6.5.**

Až 14 bodů lze získat za finální prezentaci, která se uskuteční v 13. hodině.