

# SYSTÉM PRO PRESENTACI MODELŮ

*Patrik Onderka, Vladimír Eck, Karel Malý*

## Anotace

Sdělení popisuje praktické použití katalogu modelů ve výuce předmětu Simulace a modelování v inženýrském bloku studijního plánu biomedicínské inženýrství – strukturované studium. Katalog se provozuje ve cvičeních jako interaktivní systém prezentací těchto modelů v prostředí Matlab-Simulinku a je výsledkem diplomových prací Patrika Onderky [6], Tomáše Půži [4] a Jana Příhody [5]. Systém je koncipován jako otevřený s možnostmi dalšího rozšiřování. V textu je popsána idea systému, jeho konfigurace a ovládání, a také přehled instalovaných modelů. Na 4 obrázcích je dokumentována funkčnost systému.

## Klíčová slova

*Katalog biomedicínských modelů, výuka simulací a modelování v biomedicínském inženýrství, interaktivní systém v MatLab-Simulinku*

## 1. Úvod

Cílem sdělení je stručně charakterizovat vytvořený interaktivní systém pro prezentaci modelů v prostředí MatLab-Simulinku [1], [2] s důrazem na jeho využití při výuce a jednoduché rozšiřování. Pro uživatele se předpokládá jistá znalost programového prostředí MatLab-Simulinku. Popíšeme strukturu a způsob ovládání. Na 4 obrázcích dokumentujeme funkčnost celého systému. Systém je jednoduše rozšiřitelný.

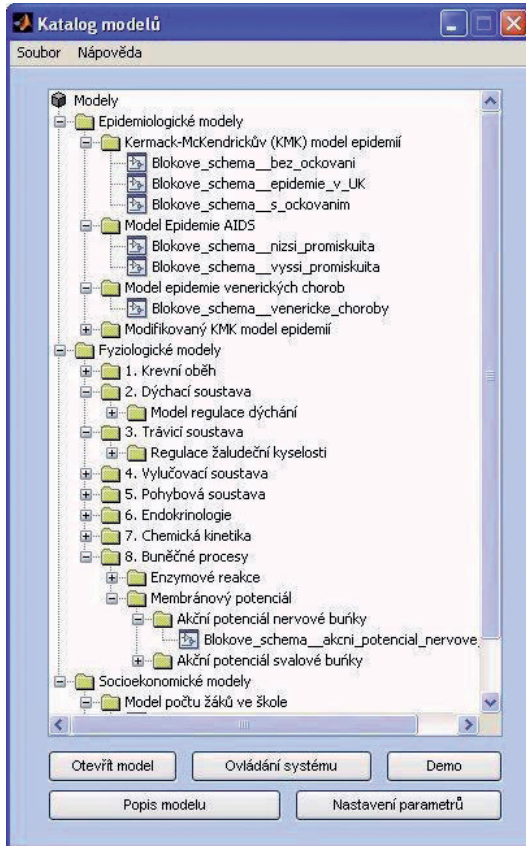
## 2. Popis systému

Systém pracuje s jednoduchým a intuitivním ovládáním bez nutnosti neustálého nahlížení do dokumentace. Nabízí možnosti prezentace a studia modelů formou interaktivních demo prezentací s komentáři pro rychlé seznámení studentů s modely. Instalované modely jsou prezentovány formou blokových schémat v prostředí Simulinku s aktivními odkazy na matematické vztahy, které danou část modelují. Systém je snadno přenositelný a kompatibilita závisí pouze na použité verzi MatLabu. Systém je provozovatelný ve verzi MatLabu R14 a vyšší.

**Konfigurace a ovládání** spočívá ve 4 nabídkách:

1. hlavní programová nabídka (*Obr. 1*)
2. práce s modely v Simulinku (*Obr. 2*)

3. demo prezentace (Obr. 3)
4. nastavení a modifikace parametrů modelu (Obr. 4)

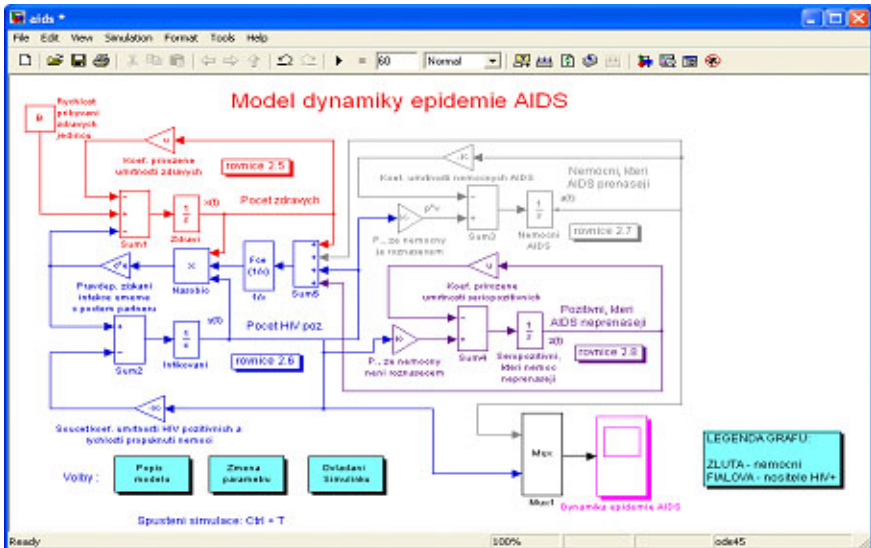


Obr. 1 – Hlavní programová nabídka

**Hlavní programová nabídka** umožňuje navigaci mezi modely, spouštění navazujících částí programu a otevírání ostatních nabídek systému. Nabídka **práce s modely v Simulinku** obsahuje základní ovládací prvky pro modely a výukové odkazy na modelované matematické vztahy.

**Demo prezentace** umožňuje u zvolených modelů interaktivně prohlížet naměřené veličiny včetně výukových komentářů. Poslední 4. nabídka se zabývá **nastavením a modifikací parametrů modelů**.

**Rozšiřování systému:** Celý systém je od začátku koncipován jako otevřený. V systému je řešen problém přidání nového modelu, vytvoření demo prezentace, vytvoření nabídky nastavení parametrů a přidání dokumentace k modelu.



Obr. 2 – Ukázka otevřeného modelu v Simulinku – „model epidemie AIDS“

Systém byl vytvořen v programu MatLab 2007 a je zpětně kompatibilní až do verze MatLabu R14. Pro jeho spuštění stačí mít nainstalovanou verzi MatLabu R14 a vyšší a nevyžaduje další aplikace ani rozšíření MatLabu ke svému spuštění.

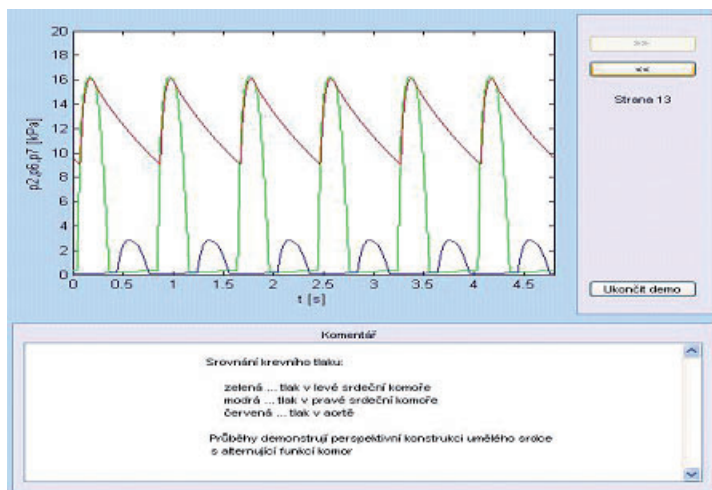
### 3. Instalované modely

V současné době katalog obsahuje 21 modelů [3], [4], [5] dělených do 3 kategorií na epidemiologické, fyziologické a socioekonomické modely.

**Epidemiologické modely:** Tato kategorie je v katalogu zastoupena modely: Kermack-McKendrickových model epidemie, modifikovaný Kermack-McKendrickový model epidemie, model venerických nemocí a model epidemie AIDS.

#### Fyziologické modely:

- **Srdečně cévní soustava** je v katalogu zastoupena modely: krevního oběhu, závislosti srdeční frekvence na fyzické zátěži a modelem baroreflexu.
- **Dýchací soustava:** modelem regulace dýchání na základě chemického složení mozkomíšního moku a arteriální krve.
- Z **trávicí soustavy** je uveden model regulace žaludeční kyselosti.
- **Vylučovací soustava** je zastoupena modelem funkce ledvin při stabilizaci krevního tlaku.



Obr. 3 – Model krevního oběhu, pulsní model, demo prezentace

- Z **pohybové soustavy** katalog obsahuje model izometrické kontrakce kosterního svalu.
- **Soustavu endokrinních žláz** zastupuje model regulace glykémie.

Dále jsou tyto modely doplněny **modely chemické kinetiky** (reakce 2. řádu, reakce zvrtné a reakce následné) a **buněčných procesů** (modely enzymových reakcí: reakce katalyzované enzymem, model represe enzymové syntézy a modely membránových potenciálů: akční potenciál nervové buňky a akční potenciál svalové buňky).

**Socioekonomické modely:** Tuto kategorii zastupují: Leslieho model věkových skupin populace a model popisující dynamiku vývoje počtu studentů v jednotlivých ročnících školy.

#### 4. Závěr

Interaktivní katalog biomedicínských modelů je nedílnou součástí výuky v předmětu Simulace a modelování v inženýrském bloku studijního plánu biomedicínské inženýrství – strukturované studium. Katalog (Obr. 1) je vytvořen v prostředí MatLab-Simulinku (Obr. 2) a je koncipován jako otevřený s možností dalšího rozšiřování. Katalog umožňuje intuitivní, přehlednou a jednoduchou navigaci mezi instalovanými modely, přidávání nových modelů, editaci a modifikaci všech instalovaných modelů, tvorbu interaktivních demo prezentací (Obr. 3.) z výsledků dosažených simulacemi na modelech. Dále umožňuje editaci a nastavení parametrů modelů (Obr. 4), přidání dokumentace k modelům ve formátu PDF, DOC a nebo HTML a výuku modelování v Simulinku na barevně rozlišených částech modelů včetně zobrazení modelovaných matematických vztahů.

Nastavení parametrů - Epidemie AIDS - nižší promělitelnost	
Počáteč. počet zdravých jedinců	100000
Počáteč. počet HIV pozitivních	1
Počáteč. počet nemocných (rozařežců AIDS)	0
Počáteč. počet pozitivních (nejpřenašatelji AIDS)	0
Přirozená úmrtnost	0.03125
Rychlost přibývání (zdravých) jedinců	13333
Úmrtnost na AIDS	1
Rychlost propuknutí nemoci	0.2
Pravděp., že nemocný je rozařežcem AIDS	0.3
Koef. závislosti onemocnění na počtu partnerů	2
Pravděpodobnost získání nemoci	0.5

NASTAVENÍ PARAMETRŮ VYBRANÉHO MODELU	
Stiskněte tlačítko "Uložit nastavení" pro uložení nastavených parametrů tlačítko "Přivolaň hodnoty" pro načtení původních hodnot parametrů tlačítko "Ukončit nastavení parametrů" pro zavření této nabídky	
Uložit nastavení	Přivolaň hodnoty
Ukončit nastavení parametrů	

Obr. 4 – Ukázka nastavení parametrů pro model „Epidemie AIDS“

Instalované modely jsou doplněny významy jednotlivých proměnných pro rychlé seznámení uživatele s modely. Vybrané modely navíc obsahují výukové odkazy na matematické vztahy u barevně rozlišených částí modelu (Obr. 2). Tyto odkazy umožňují uživateli nejen rychlou orientaci v modelu, ale zároveň i lepší náhled na modelování v Simulinku.

K systému je vydána obsáhlá uživatelská příručka, která obsahuje podrobné informace o systému včetně jeho funkčnosti a možností jeho rozšíření. V ní jsou uvedeny popisy všech instalovaných modelů včetně jejich matematického popisu. Výhodou systému je intuitivní ovládání, možnosti modifikace a rozšíření, snadná přenositelnost a komptabilita závislá pouze na použité verzi MatLabu. Systém je možno provozovat na verzi MatLabu R14 a vyšší.

Případným budoucím rozšířením systému by mohlo být zejména rozšíření okruhu instalovaných modelů a rozšířená podpora MatLab toolboxů jako např. Real-time toolboxu. Pro tvorbu modelů v reálném čase se plánuje použití bezdrátového dataloggeru, který byl na katedře vytvořen jedním ze spoluautorů [7]. Tento způsob získávání a zpracování dat v reálném čase přináší po stránce výukové daleko komplexnější a reálnější pohled na proces modelování. Studenti tak budou moci sami na sobě neinvazivně generovat data a svoje psychosomatické změny sledovat přímo v průběžích parametrů svých modelů.

Uvedené výsledky byly dosaženy díky podpoře grantu MSM 6840770012 „Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství“.

## Reference:

- [1] Zaplatílek K., Doňar B.: MATLAB pro začátečníky, nakladatelství BEN, Praha 2007
- [2] Karban P.: MATLAB a SIMULINK, nakladatelství Computer Press, Brno, 2006
- [3] Eck V., Razím M.: Biokybernetika, vydavatelství ČVUT Praha 1996
- [4] Půža T.: Katalog modelů orgánů, diplomová práce na katedře řídicí techniky FEL ČVUT v Praze, 1995
- [5] Příhoda J.: Katalog biosystémů, diplomová práce na katedře řídicí techniky FEL ČVUT v Praze, 1995
- [6] Onderka P.: Systém pro prezentaci modelů, diplomová práce na katedře řídicí techniky FEL ČVUT v Praze, 2009
- [7] Malý K.: Využití moderních technologií v BMI, diplomová práce na katedře kybernetiky FEL ČVUT v Praze, 2007

## Kontakt:

Doc. Ing. V.Eck, CSc.  
Karlovo nám. 13, 121 35 Praha 2  
Katedra kybernetiky  
tel.: 224357255, e-mail: [eck@fel.cvut.cz](mailto:eck@fel.cvut.cz)  
FEL ČVUT v Praze  
<http://cyber.felk.cvut.cz>