ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ v PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra řídící techniky

Systém pro prezentaci modelů

Diplomová práce

2009 Patrik ONDERKA

ČVUT Praha

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Patrik Onderka**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (magisterský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření, blok KM1 - Řídicí technika

Název tématu: **Systém pro prezentaci modelů**

Pokyny pro vypracování:

1. Navrhněte katalog modelů pro výuku předmětu Simulace a modelování.
2. Vytvořte interaktivní systém pro prezentaci modelů v prostředí Matlab - Simulink.
3. Systém koncipujte jako otevřený s možností dalšího rozšiřování.
4. O systému vydejte podrobnou dokumentaci s uvedením jeho funkčnosti.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce.

Vedoucí: doc. Ing. Vladimír Eck, CSc.

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2008/2009

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 10. 9. 2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 8. 1. 2009 Podpis: ...

Anotace

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout katalog modelů pro výuku předmětu Simulace a modelování a vytvořit interaktivní systém pro prezentaci těchto modelů v prostředí Matlab-Simulink. Tento systém by měl být koncipován jako otevřený s možností dalšího rozšiřování.

Tato práce navazuje na diplomové práce "Katalog modelů orgánů" od Tomáše Půži a "Katalog biosystémů" od Jana Příhody z roku 1995 a využívá jako podklad modely z prostředí Matlab-Simulink, které byly v těchto pracích vytvořeny.

Diplomová práce je rozdělena na dvě základní části. První část pokrývá oblast ovládání, konfigurace a rozšiřování systému. Druhá část poskytuje potřebné informace o rozdělení instalovaných modelů a demonstruje použití systému na vybraných modelech.

Annotation

The goal of this diploma thesis was to design catalog of models for teaching purposes of the Simulation and modeling subject, and to create interactive system for the models presentation in the Matlab-Simulink environment. The system should be designed as opened with availability of further extension.

This work is based on diploma thesis "Katalog modelů orgánů" by Tomáš Půža and "Katalog biosystémů" by Jan Příhoda from the year 1995 and uses models from Matlab-Simulink environment that were created in these thesis.

The diploma thesis is divided into two main parts. The part one is dealing with the system handling, configuration and extension. The second part provides the necessary information about dividing of installed models and demonstrates the system usage on chosen models.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kdo mi přímo či nepřímo pomáhali při vzniku této práce. Zvláště pak děkuji Doc. Ing. Vladimíru Eckovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce za podnětné připomínky, rady a za poskytnutí všech potřebných materiálů.

Velký dík také patří rodičům a přítelkyni, protože mi v průběhu studia poskytovali zázemí a veškerou podporu hmotnou i duševní.

OBSAH

Úvod **8**

1 MATLAB **9**

1.1 Simulink 10

2 Systém pro prezentaci modelů **11**

2.1 Popis systému 11

2.2 Ovládání systému 11

2.2.1 Hlavní programová nabídka 12

2.2.2 Otevření modelů v Simulinku 14

2.2.3 Systém pro demo prezentace 18

2.2.4 Nastavení a změna parametrů modelů 19

2.3 Rozšiřování systému 22

2.3.1 Přidání nového modelu 22

2.3.2 Vytvoření demo prezentace 25

2.3.3 Vytvoření nabídky nastavení parametrů 31

2.3.4 Přidání dokumentace k modelu 34

3 Programová část **36**

3.1 Popis vytvořených funkcí a procedur 36

4 Rozdělení instalovaných modelů **40**

4.1 Fyziologické modely 40

4.2 Epidemiologické modely 41

4.3 Socioekonomické modely 42

5 Ukázky použití systému **43**

5.1 Kermack-McKendrickův model dynamiky vývoje epidemie 43

5.2 Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku 48

6 Závěr **52**

7 Literatura a použité elektronické pomůcky 53

7.1 Obsah přiloženého CD 53

Úvod

Tato diplomová práce si klade za cíl vytvořit interaktivní systém pro prezentaci modelů v prostředí MATLAB-Simulink. Důraz byl zejména kladen na využití systému pro výukové účely a jeho jednoduché rozšiřování.

Diplomová práce je rozdělena do několika základních částí.

Úvodní část obsahuje stručný úvod do programového prostředí MATLABu a Simulinku. Tato část je spíše určena pro uživatele, kteří se ještě nikdy nesetkali s MATLABem.

V druhé části se čtenář seznámí s detailním popisem ovládání a funkčnosti celého systému společně s možnostmi jeho dalšího rozšíření.

Třetí část obsahuje rozbor programového řešení a výkonných částí systému.

Čtvrtá část popisuje rozdělení instalovaných modelů. Informace o modelech jsou dostupné z uživatelské příručky dodávané společně se systémem nebo z literatury [3], [4] a [5] uvedené v kapitole 7.

Následující pátá část obsahuje obrazové ukázky použití systému.

V závěru je uvedeno zhodnocení a případné možnosti budoucího rozšíření systému.

1 MATLAB

Systém MATLAB byl vyvinut v roce 1984 firmou *The Mathworks, Inc.* v USA. Samotný název je zkratkou z anglických slov (MATrix LABoratory – maticová laboratoř). MATLAB je integrovaným prostředím, s jehož pomocí lze provádět širokou škálu operací, spojených s matematikou, grafikou, modelováním, přenosem dat, reálným měřením apod.

Funkčnost základního jádra je možno dále rozšiřovat pomocí řady rozšiřujících knihoven, tzv. *toolboxů*. Uživatelům se tak nabízí možnost provádět získávání, analýzu, optimalizaci a vizualizaci dat z mnoha různých technických i jiných oborů.

Základní komponenty MATLABu:

MATLAB obsahuje tyto základní komponenty:

- výpočetní jádro
- grafický subsystém
- pracovní nástroje
- toolboxy

Základ tvoří výpočetní jádro, které provádí numerické operace s maticemi reálných či komplexních čísel. MATLAB je tudíž maticově orientovaný. Kromě matic podporuje MATLAB i tzv. *pole buněk*. Jedná se o struktury podobné maticím. Na rozdíl od nich však každý prvek může být jiného typu. Uživatel tak může pracovat s *datovými strukturami*. Prvky v nich jsou však rozlišeny ne souřadnicemi, ale jménem. V prostředí MATLAB lze i velmi efektivně pracovat s vektory.

Grafický subsystém se stará o zobrazení výsledků výpočtů pomocí široké palety dvourozměrných (2D) nebo třírozměrných (3D) grafů různých typů s mnoha možnostmi nastavení a modifikace.

Pracovními nástroji rozumíme soubor nástrojů, které umožňují úplné programování aplikací. MATLAB obsahuje plnohodnotný programovací jazyk čtvrté generace. Uživatel zde může nalézt vše potřebné ke tvorbě programů, programování a ladění zdrojových kódů. Systém navíc disponuje vestavěnou podporou tvorby grafických prvků jako např.: tlačítek, menu, vkládacích textových oken atd. Uživatel si rovněž může různorodě uspořádat prvky pracovního prostředí.

Toolboxy jsou knihovny funkcí, které významně rozšiřují možnosti výpočetního jádra MATLABu. Jsou orientovány na konkrétní technické a vědní obory a uživatel má možnost jejich dokoupení jako přídavných modulů. Je vhodné uvést, že existují toolboxy pro zpracování signálu a obrazů, návrh filtrů, ekonomiku a finance aj.

Samostatnou kapitolu tvoří systém Simulink, který umožňuje práci se všemi funkcemi a příkazy jako s grafickými bloky a zároveň je vzájemně propojovat, případně navazovat na zdroje dat atd.

1.1 Simulink

Simulink je zkratka dvou anglických slov (SIMUlation and LINK – Simulace a spojení). Je to jedno neznámějších a nejčastěji používaných rozšíření MATLABu. Toto rozšíření využívá MATLAB pro simulace, modelování a analýzu dynamických systémů v přehledném grafickém prostředí. Tvorba modelů v prostředí Simulinku je velice rychlá a intuitivní. Simulink obsahuje velké množství předdefinovaných bloků pro lineární i nelineární analýzu systémů. Vzhledem k tomu, že je Simulink přímo součástí MATLABu, je velmi jednoduché přecházet z jednoho prostředí do druhého a tak zároveň využívat výhod obou.

Pro více informací o systému MATLAB i jeho rozšíření Simulink bych uživatele odkázal na literaturu [1] a [2] z kapitoly 7.

2 Systém pro prezentaci modelů

2.1 Popis systému

Tento systém byl vytvořen jako univerzální prostředek pro prezentaci modelů vytvořených v prostředí Matlab-Simulink. Systém je koncipován jako otevřený s možností dalšího rozšíření. Nespornou výhodou je možnost systém doplnit o jakýkoliv model vytvořený v prostředí Simulinku. Základnu instalovaných modelů je tudíž možno kdykoliv velmi rychle rozšířit o modely z různých kategorií. Ke každému zásahu do systému je však nutná alespoň minimální znalost Matlabu.

Samozřejmostí je i jednoduché a intuitivní ovládání bez nutnosti neustálého nahlížení do dokumentace. Jak již bylo naznačeno v úvodu, velký důraz byl kladen na využití systému pro výukové účely. Systém nabízí možnosti prezentace a studie modelů formou interaktivních demo prezentací s komentáři pro rychlé seznámení uživatelů s modely. Instalované modely jsou prezentovány formou blokových schémat v prostředí Simulinku. Systém navíc poskytuje uživatelům možnost se blíže seznámit s modelováním samotných modelů. Modely jsou pro jednodušší srozumitelnost rozděleny na blokové části. Každá část je doplněna aktivními odkazy na matematické vztahy, které danou část modelují. Uživatel tak má možnost nahlédnout do modelování matematických vztahů v Simulinku.

Mezi výhody systému patří i jeho snadná přenositelnost a kompatibilita závislá pouze na použité verzi Matlabu. Systém je možno provozovat na verzi Matlabu R14 a vyšší.

2.2 Ovládání systému

Cílem bylo systém co nejvíce přiblížit potřebám uživatelů. Vzhledem k tomu, že uživatelé systému mohou být lidé se znalostí Matlabu nebo i lidé bez jakýchkoliv zkušeností s ovládáním Matlabu a Simulinku, bylo snahou co nejvíce zjednodušit ovládání a umožnit tak uživatelům pohodlnou práci se systémem.

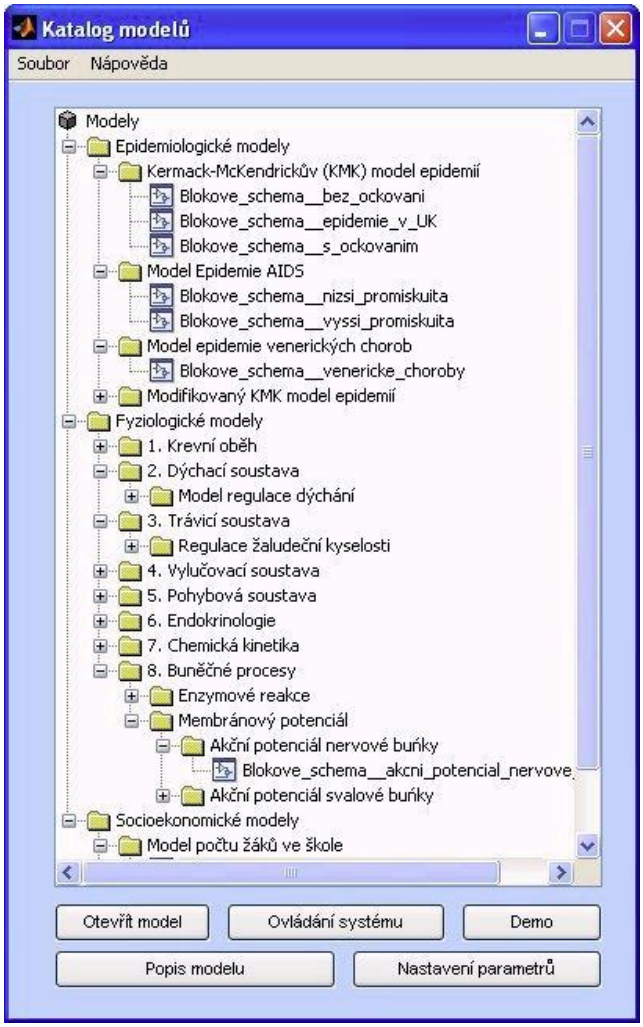
Celý systém je rozdělen do 4 základních částí. Tyto části tvoří:

- hlavní programová nabídka
- sekce pro práci s modely v Simulinku
- systém pro demo prezentace
- nabídka pro nastavení a modifikaci parametrů modelů

První část tvoří hlavní programová nabídka, která představuje základ systému. Tato nabídka umožňuje navigaci mezi modely, spouštění navazujících částí programu a otevírání ostatních nabídek systému. Druhou část tvoří sekce pro práci s modely v Simulinku, která obsahuje základní ovládací prvky pro modely a výukové odkazy na modelované matematické vztahy. Třetí část představuje systém pro demo prezentace, který umožňuje u zvolených modelů interaktivně prohlížet naměřené veličiny včetně výukových komentářů. Poslední část se zabývá nastavením a modifikací parametrů modelů.

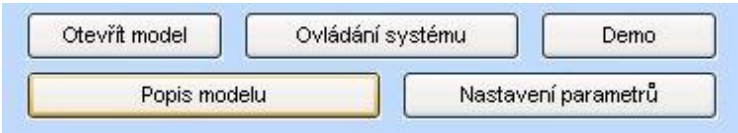
2.2.1 Hlavní programová nabídka

Základ uživatelského rozhraní tvoří hlavní programová nabídka, která se zobrazí hned po spuštění programu (obr. 2.1.).



Obr. 2.1. Hlavní programová nabídka

Programová nabídka je rozdělena na několik základních ovládacích prvků. Hlavním navigačním prvkem této nabídky je rozbalovací stromová struktura zobrazující instalované modely. Tato stromová struktura umožňuje uživateli rychlou a přehlednou navigaci mezi kategoriemi instalovaných modelů. Modely jsou zde hierarchicky rozděleny do kategorií. K jednoduché manipulaci s programem slouží hlavní programové menu a ovládací panel s tlačítky.



Obr. 2.2. Hlavní ovládací panel systému

Pomocí ovládacích tlačítek je možné kdykoliv snadno otevřít dostupnou možnost pro

zvolený model nebo zobrazit uživatelskou příručku.

Význam tlačítek hlavního ovládacího panelu:

... Otevře vybraný model v prostředí Simulinku.

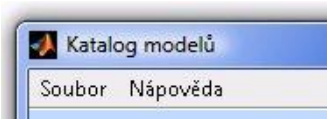
... Otevře uživatelskou příručku s informacemi o ovládání programu.

... Zvětší velikost okna hlavní uživatelské nabídky a zobrazí interaktivní systém pro demo prezentace.

... Otevře popis vybraného modelu.

... Zvětší velikost okna hlavní uživatelské nabídky a zobrazí nabídku pro nastavení a změnu parametrů k vybranému modelu.

Hlavní programové menu:



Obr. 2.3. Hlavní programové menu

Hlavní programové menu obsahuje pouze následující položky:

Soubor → Konec ... Ukončí program včetně otevřeného okna modelu.

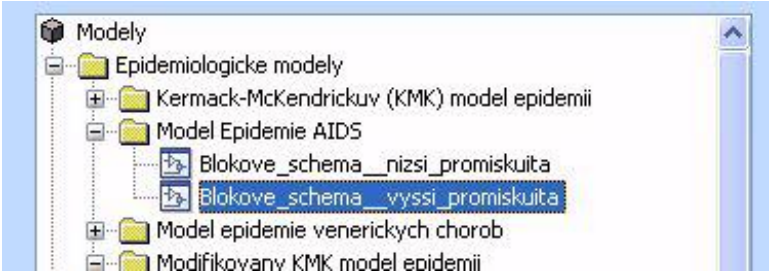
Nápověda → Uživatelská příručka ... Otevře uživatelskou příručku programu.

Nápověda → O programu ... Otevře informace o autorovi a verzi programu.

2.2.2 Otevření modelů v Simulinku

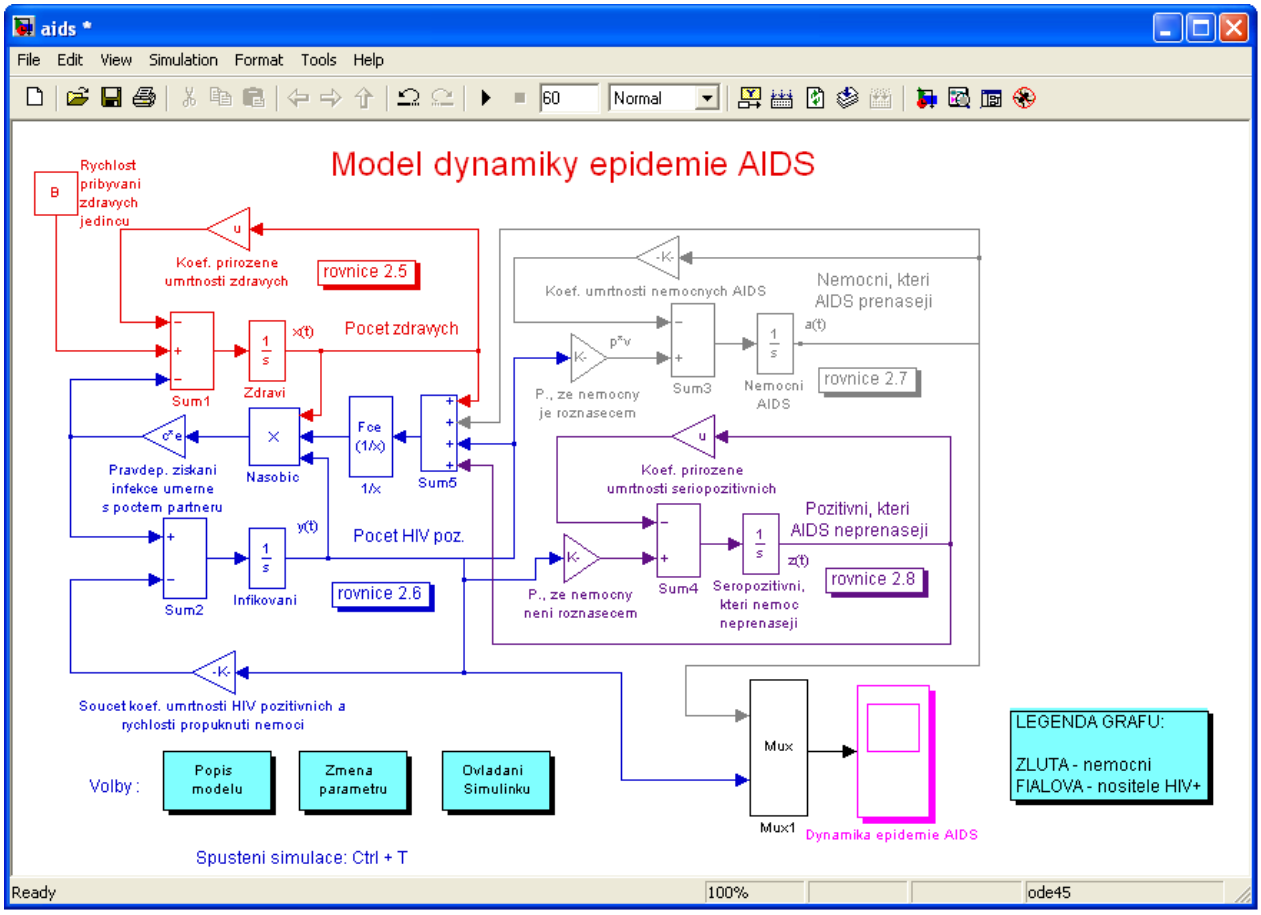
Všechny modely instalované v systému jsou zobrazeny v několika základních kategoriích v rozbalovací stromové struktuře. Každý spustitelný model je označenou touto ikonou .

Pro otevření modelu v Simulinku nejdříve proveďte jeho výběr v rozbalovací stromové struktuře (obr. 2.4.).



Obr. 2.4. Ukázka výběru modelu v rozbalovací stromové struktuře

Jakmile je model vybrán, prosvítí se tlačítko Otevřít model v hlavním ovládacím panelu programu. Po stisknutí tohoto tlačítka se otevře vybraný model v simulinkovém okně.



Obr. 2.5. Ukázka otevřeného modelu v Simulinku – model Epidemie AIDS

Otevřený model s sebou obvykle přináší další možnosti, jako např. zobrazení a editaci

parametrů modelu, popis zobrazeného modelu nebo nápovědu s popisem ovládání Simulinku. O tyto činnosti se starají ovládací tlačítka modelu (obr. 2.6.).

Obr. 2.6. Ovládací tlačítka modelu

Význam ovládacích tlačítek modelu:

... Otevře uživatelskou příručku na sekci ovládání Simulinku.

... Otevře vybraný model v prostředí Simulinku.

... Rozbalí uživatelskou nabídku pro změnu nastavení parametrů k vybranému modelu. Pozn.: Problematika nastavení parametrů modelu je rozebrána v kapitole 2.2.4.

Instalované modely jsou doplněny komentáři, případně významy jednotlivých proměnných pro rychlé seznámení uživatele s modelem. Některé modely navíc obsahují výukové odkazy na matematické vztahy u vybraných částí modelu. Tyto odkazy umožňují uživateli nejen rychlou orientaci v modelu, ale zároveň i lepší náhled na modelování v Simulinku.

Obr. 2.7. Výukové odkazy

Barva odkazů zde zastává velmi důležitou výukovou roli. Každý simulinkový blok, který se podílí na modelování daného matematického vztahu, je zobrazen ve stejné barvě jako výukový odkaz (obr. 2.5.).

Po kliknutí na výukový odkaz se otevře popis modelu na příslušném matematickém vztahu.

Matematický popis

$$\dot{x} = B - ux - kcx \tag{2.5}$$

$$\dot{y} = kcx - (u + v)y \tag{2.6}$$

$$\dot{a} = pvy - (d + u)a \tag{2.7}$$

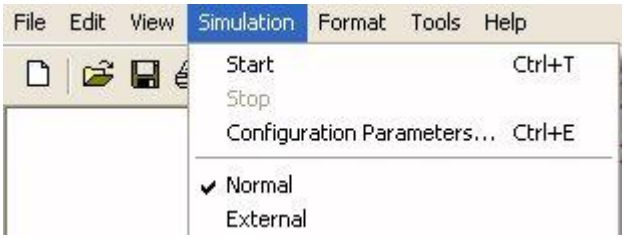
$$\dot{z} = (1 - p)vy - uz \tag{2.8}$$

Proměnná	Popis	Proměnná	Popis
x	počet zdravých jedinců	*e*	pravděp. přesunu ze zdravých do HIV+
y	počet HIV+- roznašečů	*d*	úmrtnost na AIDS
a	počet jedinců nemocných na AIDS	*v*	rychlost přesunu z HIV+ do nemocných

Obr. 2.8. Ukázka výsledku kliknutí na výukový odkaz ”rovnice 2.5”

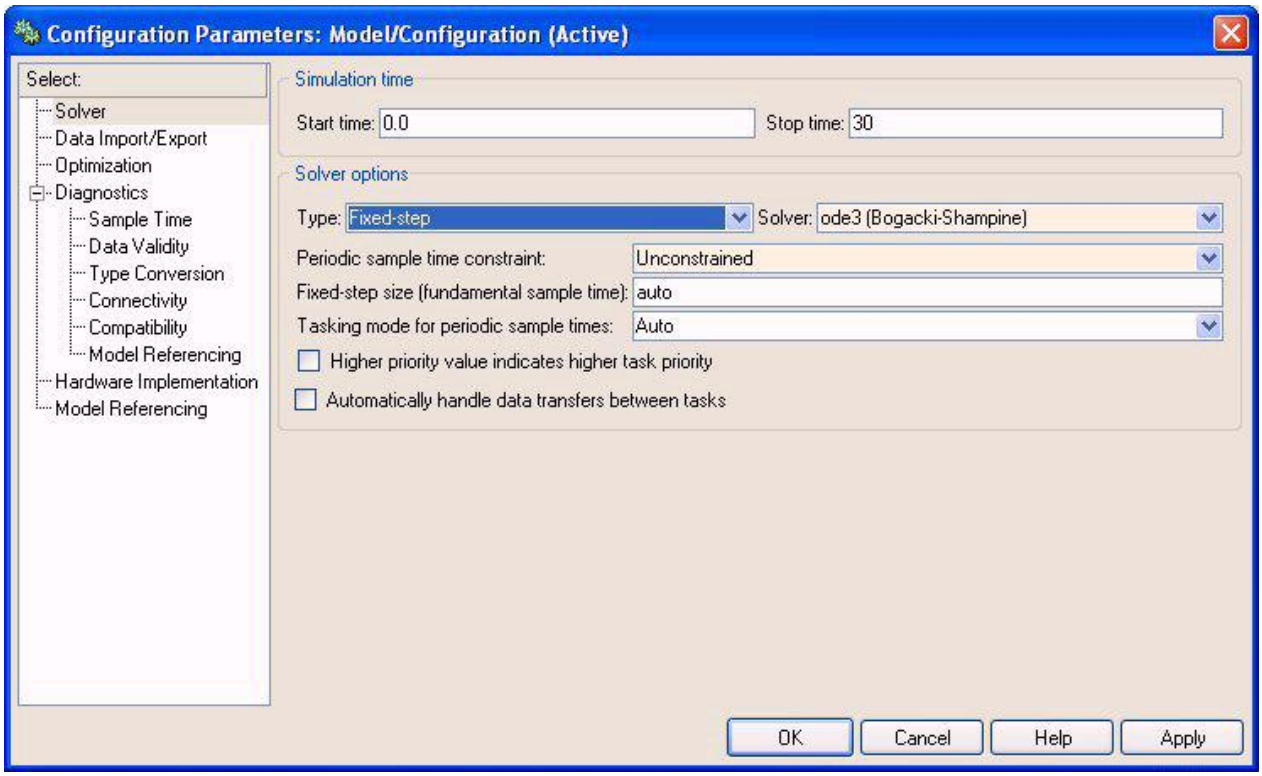
2.2.2.1 Práce s modelem v Simulinku

Pro spuštění simulace vyberte v hlavním menu Simulinku (obr. 2.9.) položku **Simulation** a v podmenu položku **Start**. Simulaci je možno předčasně ukončit volbou položky **Stop** ze stejného podmenu.



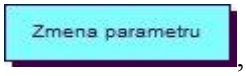
Obr. 2.9. Hlavní menu Simulinku – Položka “Simulation“

V případě, že chcete změnit parametry simulace (numerická metoda integrace, krok integrace, celková doba simulace, tolerance), zvolte opět v hlavním menu položku **Simulation** a v ní podmenu **Configuration Parameters**. Toto vyvolá otevření menu konfigurace parametrů simulace (obr. 2.10.).



Obr. 2.10. Menu konfigurace parametrů simulace v Simulinku

Změnu parametrů modelu je možno provést dvěma způsoby:

- Dvojitým kliknutím na blok 

, jež nemusí být součástí každého modelu.
- Dvojitým kliknutím na příslušný blok schématu.

Práci s modelem je možno ukončit následujícími způsoby:

- Výběrem položku **File** z hlavního menu a položky **Close** z podmenu.
- Zavřením okna Simulinku kliknutím na **X** tlačítko v pravé horní části okna.
- Současným stiskem **Alt + F4**.

Zobrazování veličin:

Pro sledování průběhu jednotlivých veličin v Simulinku slouží bloky **Scope**, **Graph**, **Auto-Scale Graph** a **XY Graph**.

Pozn.: U některých modelů se mohou vyskytovat jenom některé z nich.

V případě, že si přejete sledovat veličinu v místě, kde není žádný z výše uvedených bloků připojen, můžete si vytvořit kopii z výše uvedených bloků nebo příslušný blok vložit do schématu z knihovny dostupných bloků. Kopii vytvoříte uchopením příslušného bloku pravým tlačítkem myši, držením tlačítka a uvolněním na příslušném místě ve schématu nebo vybráním bloku a použití klávesových zkratek **CTRL+C** a **CTRL+V**. Poté bude kopie bloku vložena na aktuální

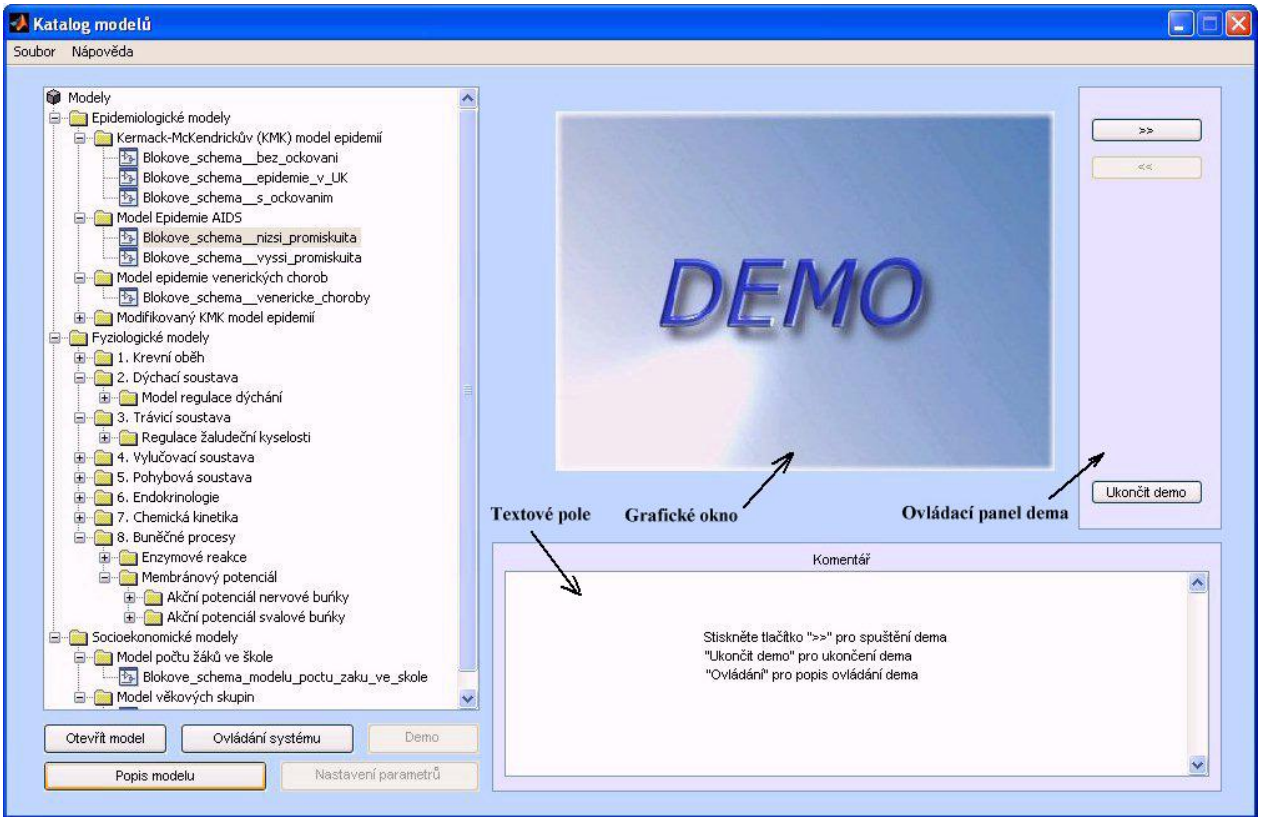
pozici kurzoru.

Připojení bloku do schématu můžete provést pomocí kliknutí pravého tlačítka myši na vybraný vodič a tažením spojení ke vstupu sledovacího bloku.

Chcete-li, aby se požadovaný průběh např. v bloku **Scope** zobrazil, musíte jej před spouštěním simulace otevřít (dvojitým kliknutím).

2.2.3 Systém pro demo prezentace

Demo slouží k prezentaci typických průběhů vybraných veličin získaných simulací. Pro zájemce o hlubší seznámení se s modelem jsou určena bloková schémata modelů v "Simulinku". Nabídka demo prezentace (obr. 2.11.) je rozdělena do tří částí (ovládacího panelu dema, grafického okna a textového pole). V pravé horní části je umístěn ovládací panel dema s navigačními tlačítky. Nalevo od ovládacího panelu je zobrazeno grafické okno, které slouží k zobrazování sérií předem naměřených průběhů sledovaných veličin. Textové pole pod grafickým oknem slouží ke stručnému popisu modelu a prezentovaných veličin.



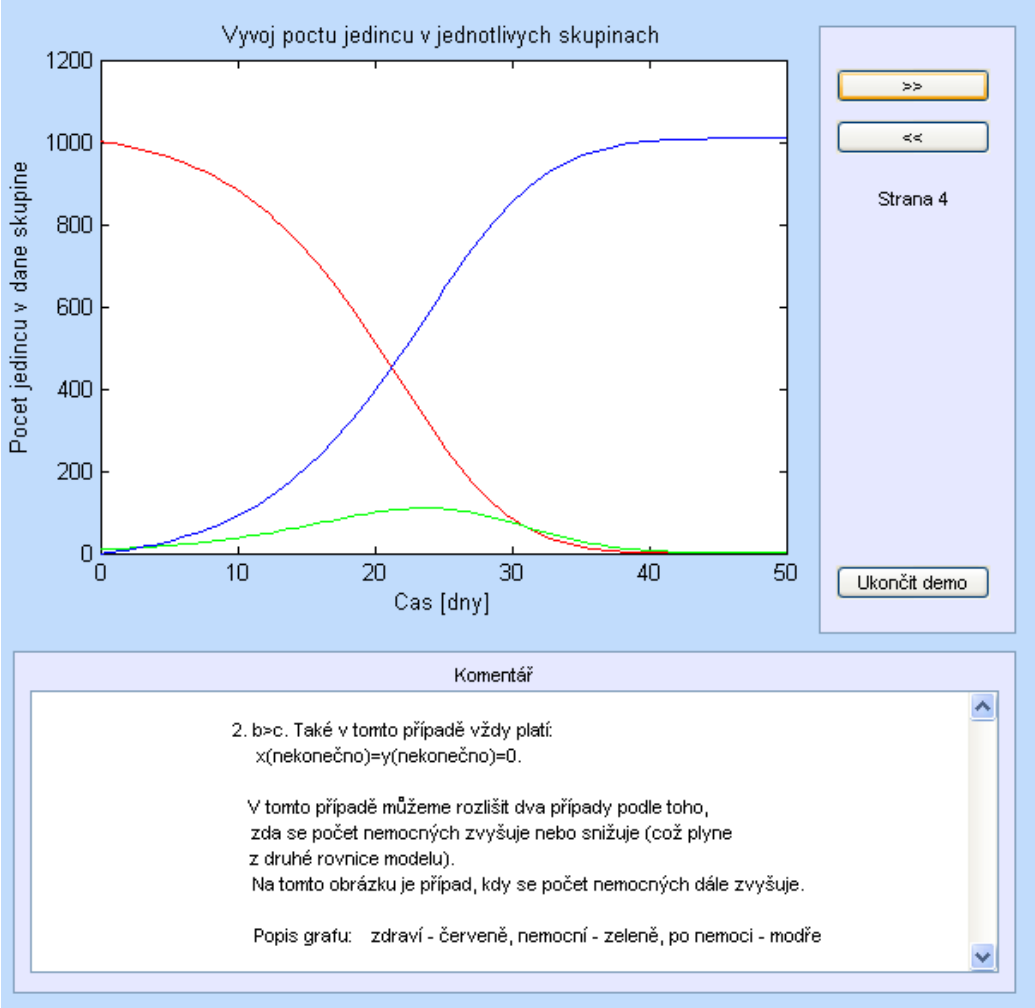
Obr. 2.11. Hlavní program s otevřenou nabídkou demo prezentace

Význam tlačítek ovládacího panelu demo prezentace:

a

… Slouží k navigaci o 1 stránku zpět nebo dopředu v prezentaci.

… Ukončí nabídku demo prezentace.



Obr. 2.12. Ukázka demo prezentace – Modifikovaný Kermack-McKendrickův model epidemií

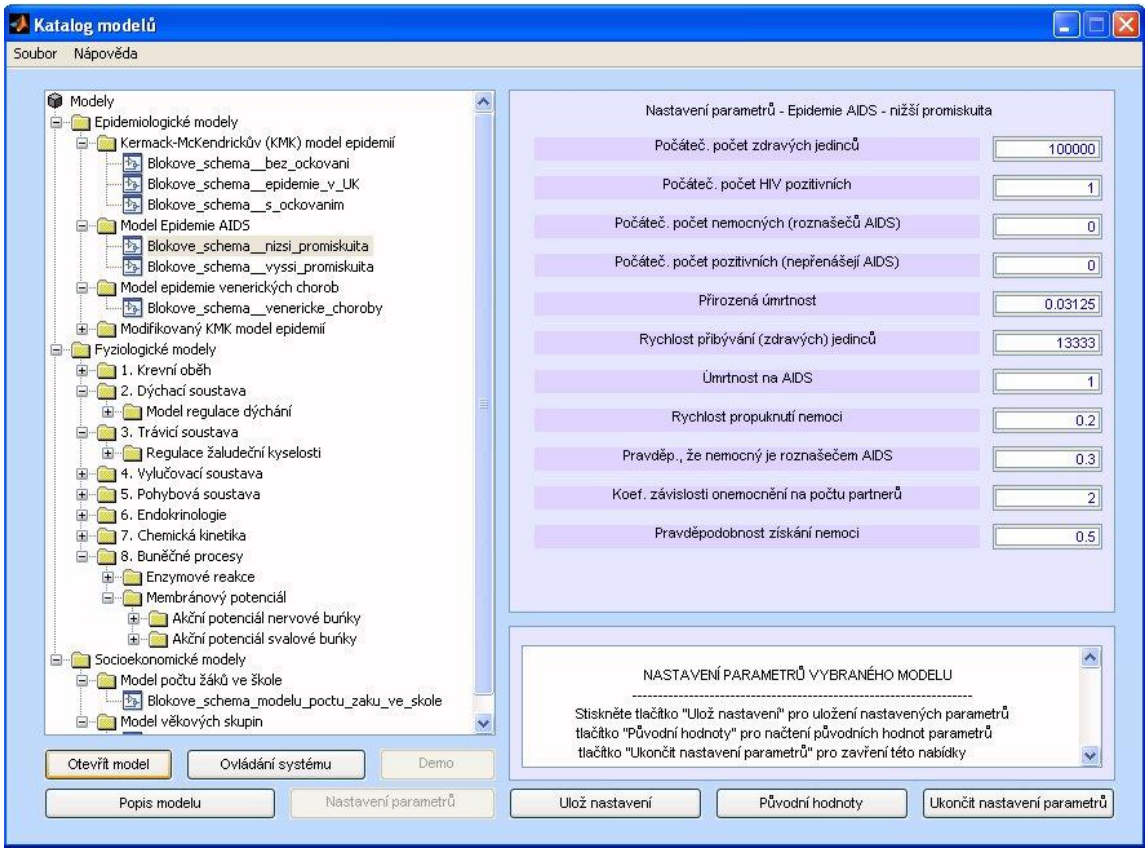
2.2.4 Nastavení a změna parametrů modelů

Program umožňuje prohlížení i změnu nastavení parametrů u vybraných modelů. Změnu parametrů vybraného modelu je možno provést následujícími způsoby:

- Otevřením příslušného modelu pomocí tlačítka

v hlavním programovém okně a následným kliknutím na tlačítko

v simulinkovém schématu. Stisknutí vyvolá rozbalení nabídky nastavení parametrů v hlavním programovém okně, které se automaticky přepne do popředí.

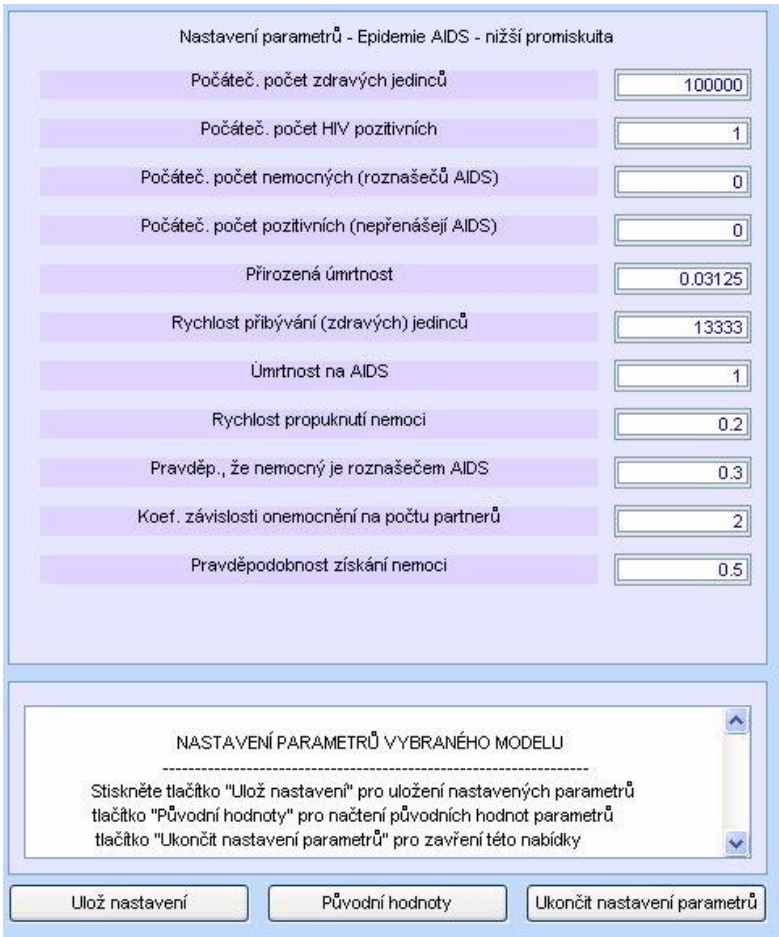


Obr. 2.13. Hlavní program s otevřenou nabídkou nastavení parametrů

- Vybráním modelu v rozbalovací stromové struktuře a kliknutím na tlačítko Nastavení parametrů. Toto vyvolá rovněž rozbalení nabídky nastavení parametrů v hlavním programovém okně.

Nabídka nastavení parametrů:

Postup uvedený v kapitole 2.2.4 otevře nabídku nastavení parametrů. Na obr. 2.14. je zobrazena ukázka nastavení parametrů pro model "Epidemie AIDS". V této nabídce jsou zobrazeny všechny parametry pro tento model. Parametry jsou zde zobrazeny jako dvojice "popis parametru" a "hodnota parametru". Editaci je možno provést velmi jednoduchým způsobem, stačí pouze vybrat příslušné textové okno a přepsat předefinovanou hodnotu parametru. Tímto způsobem je možno editovat všechny zobrazené parametry. Okno komentáře níže pouze zobrazuje nápovědu pro změnu a nastavení parametrů.



Obr. 2.14. Ukázka nastavení parametrů pro model „Epidemie AIDS“

Význam tlačítek panelu:

Ulož nastavení ... Uloží změny v parametrech do paměti a do záložního souboru *ulozena_uzivatelska_data.mat* do adresáře s aktuálně vybraným modelem. Pozn. Tento soubor může být dále využit jako zdroj dat pro model. Více informací o přidávání dat pro model je možno nalézt v kapitole 2.3.1.

Původní hodnoty ... Zapomene uživatelské změny v parametrech a zobrazí původní hodnoty parametrů.

Ukončit nastavení parametrů ... Ukončí nabídku nastavení parametrů.

2.3 Rozšiřování systému

Celý systém byl již od počátku koncipován jako otevřený, aby bylo možné okruh prezentovaných modelů kdykoliv rozšířit. Tato kapitola obsahuje všechny potřebné informace pro rozšiřování systému o nové modely. V případě, že se nezajímáte o detaily ohledně rozšiřování systému, můžete tuto kapitolu přeskočit.

Zásady rozšiřování systému:

V systému platí několik zásad, které je nutno při rozšiřování dodržovat:

- Pro názvy vlastních souborů nemůžete použít následující rezervované názvy souborů: "*Nastaveni_parametru.m, Demo.m, Popis_modelu.m, ulozena_uzivatelska_data.m*". Jména těchto souborů jsou vyhrazena pro rozšiřující funkce pro váš model jako jsou například přidání dokumentace, změna a nastavení parametrů apod. V případě, že váš model již v samotném základu obsahuje některé z těchto názvů souborů, přejmenujte je na jiné, předejdete tak budoucím problémům.
- Všechny soubory k nově přidávanému modelu se musí nacházet ve stejném adresáři.
- V názvech souborů nepoužívejte diakritiku ani mezery. Matlab takové soubory nemůže ve většině případů otevřít. Mezery typicky nahrazujte následujícím znakem '_'.
- Hlavní modelový soubor, který bude zobrazen v rozbalovací stromové struktuře systému, musí ve svém názvu obsahovat následující prefix "***Blokove_schema***" např. *Blokove_schema__pulsni_model.m* nebo *Blokove_schema_baroflexu.m*. Pokud název souboru neobsahuje tento prefix, nebude tento soubor v rozbalovací stromové struktuře zobrazen!!!

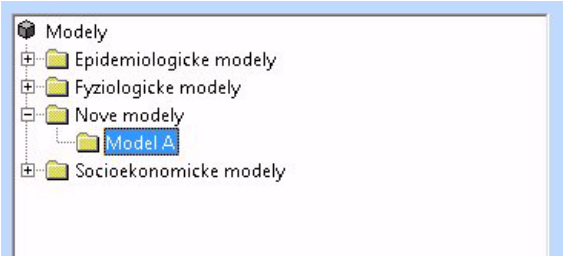
2.3.1 Přidání nového modelu

Přidání nového modelu začíná vytvořením hierarchické adresářové struktury, kterou uživatel následně uvidí v rozbalovací stromové struktuře systému (viz kapitola 2.1). Adresářovou strukturu jednoduše vytvoříte přímo v souborovém systému operačního systému použitím např. Windows Průzkumníka nebo programu Total Commander. Každý souborový adresář zde bude ve stromové struktuře zobrazen jako rozbalovací uzel a všechny jeho podadresáře budou zobrazeny jako jeho další hierarchické uzly.

Všechny instalované modely se nacházejí v adresáři "Modely", který naleznete v kořenovém adresáři instalace programu. Pokud otevřete tento adresář, uvidíte základní kategorie modelů, které se uživateli zobrazí jako hlavní uzly v rozbalovací stromové struktuře. Pro rychlejší pochopení vytváření hierarchické adresářové struktury, doporučuji tento adresář důkladně prozkoumat včetně jeho podadresářů. Současná instalace programu nyní obsahuje pouze tyto základní kategorie modelů: *Epidemiologicke modely*, *Fyziologicke modely* a *Socioekonomicke modely*.

Můžete buď tyto stávající kategorie rozšířit, nebo vytvořit své vlastní kategorie. Řekněme, že chcete vytvořit novou kategorii modelů např. *Nove modely*. Tuto novou hlavní kategorii založíte vytvořením adresáře "Nove modely" v adresáři "Modely". Následně otevřete nově přidaný adresář a vytvořte obdobným způsobem jeho podadresář například pod jménem "Model

A". Pokud nyní spustíte systém, bude stromová struktura vypadat obdobně jako obr. 2.15.

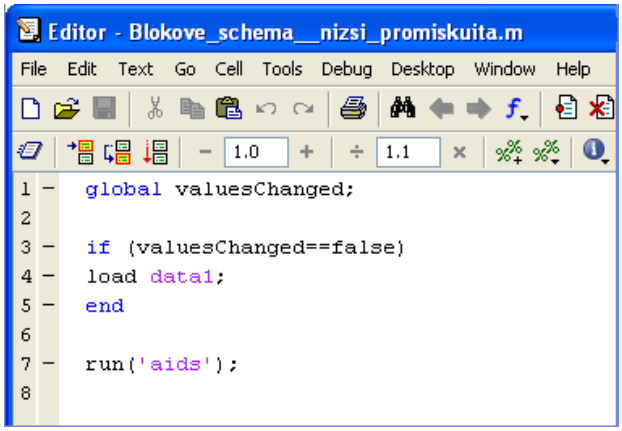


Obr. 2.15. Ukázka stromové struktury po přidání nového modelu

Výše uvedeným způsobem můžete vytvářet libovolně složité hierarchické struktury.

Pokud jste úspěšně vytvořil adresářovou strukturu, přejdeme ke kopírování potřebných souborů. Pro demonstraci využiji výše zmíněný adresář "Model A". Otevřete tento adresář a nakopírujte do něj všechny soubory, které obsahuje nově přidávaný model (soubor s koncovkou .mdl) včetně všech jeho datových souborů (typicky s koncovkou .mat).

Nyní je potřeba vytvořit nový soubor s koncovkou (.m) za využití Matlabu nebo souborového systému, který bude následně zobrazen v rozbalovací stromové struktuře systému a bude představovat váš model. Zde je důležité dodržovat výše zmíněné zásady rozšiřování systému. Soubor musí v názvu obsahovat prefix „**Blokove_schema**“ a nesmí obsahovat diakritiku a mezery. Je vhodné název souboru zvolit rozumně, protože bude zobrazen v rozbalovací stromové struktuře. Vhodný název je např. *Blokove_schema__pulsni_model.m*, *Blokove_schema_baroflexu.m* apod. Na obr. 2.16. je zobrazena typická struktura, kterou musí takovýto soubor obsahovat.



Obr. 2.16. Ukázka souboru *Blokove_schema__nizsi_promiskuita.m* pro model “Epidemie AIDS“

Obsah tohoto souboru přepište do svého nového souboru nebo jej zkopírujte z ostatních souborů pojmenovaných jako Blokove_schema*****.m, které můžete nalézt v podadresářích adresáře “Modely“. Důležitými informacemi pro vás jsou řádky číslo 4 a 7 z obr. 2.16. Začneme řádkem 4, který obsahuje následující příkaz:

load data1;

Příkaz *load* zde nahrává data z MAT-souboru (.mat). Za ním následuje název datového souboru (zde *data1.mat* bez souborové koncovky .mat), který bude použit jako zdroj dat pro model. Nahraďte jej názvem vašeho datového souboru. Např. pokud je název vašeho datového souboru *mojedata1.mat*, váš řádek v souboru *Blokove_schema******.m* bude vypadat následovně:

load mojedata1;

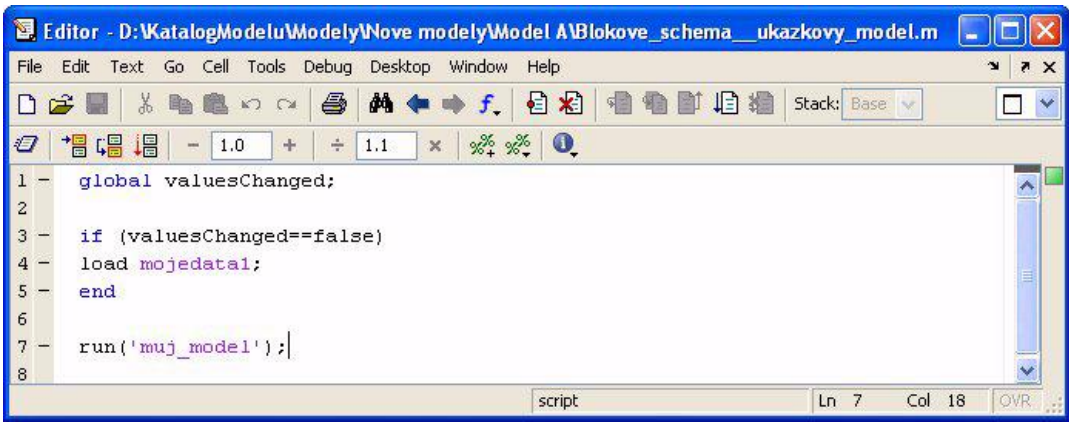
Řádek číslo 7 z obr. 2.16. obsahuje následující příkaz:

run ('aids');

Tento příkaz spouští název souboru simulinkového modelu (.mdl) v apostrofech (zde *aids.mdl*, zapisuje se bez souborové koncovky .mdl), který bude po spuštění nahrán. Nahraďte jej názvem vašeho simulinkového modelu. Např. jestliže je název vašeho souboru se simulinkovým modelem *mojedata1.mdl*, bude řádek ve vašem souboru vypadat následovně:

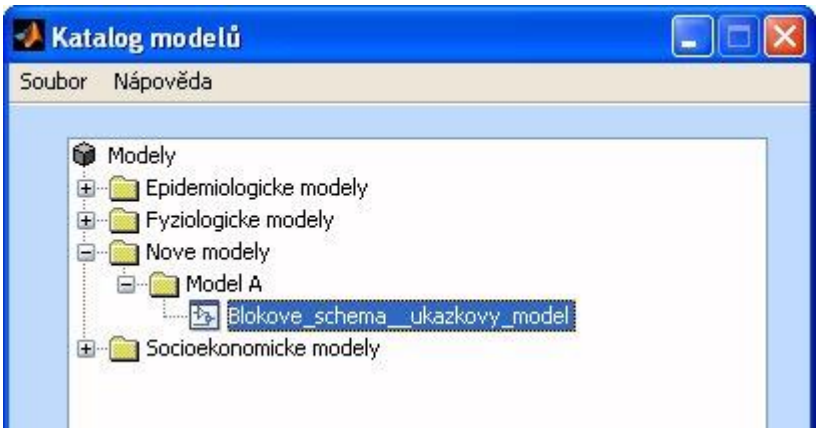
run('mojedata1');

Na obr. 2.17. jsou zobrazeny všechny výše uvedené změny v ukázkovém souboru *Blokove_schema__ukazkovy_model.m*.



Obr. 2.17. Ukázka souboru *Blokove_schema__ukazkovy_model.m*

Nyní po spuštění systému a rozbalení stromové struktury uvidíte vámi vytvořený název souboru, který po jeho vybrání (obr. 2.18.) v rozbalovací stromové struktuře můžete spustit.



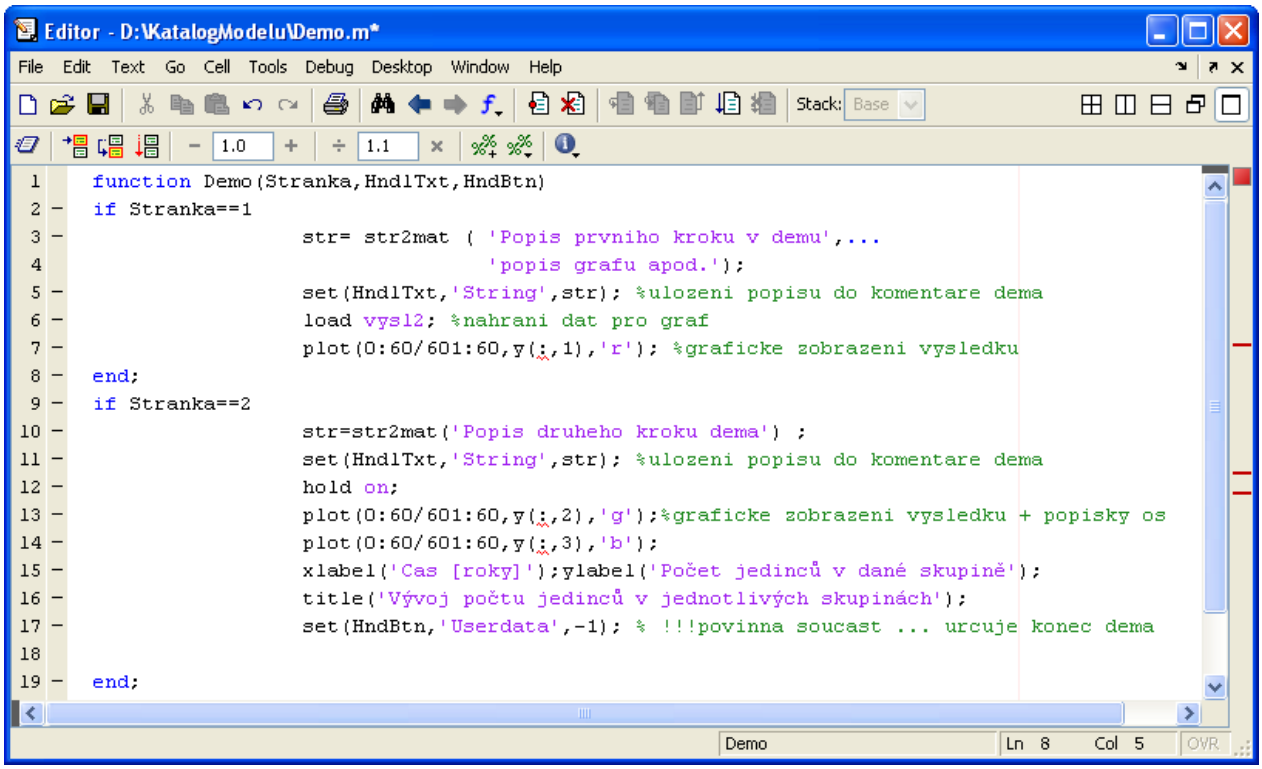
Obr. 2.18. Ukázka výběru souboru *Blokove_schema__ukazkovy_model.m* v rozbalovací stromové struktuře systému

2.3.2 Vytvoření demo prezentace

Demo prezentace slouží k interaktivní prezentaci dosažených výsledků na modelu, případně pro výukové účely.

Pro prezentaci výsledků je nutné mít uložena naměřená data na modelu nejlépe v datových souborech. Prezentace dema probíhá formou ukázek naměřených dat v grafech společně s textovými komentáři.

K vytvoření demo prezentace pro váš model je nutné mít v adresáři s modelem vložen soubor *Demo.m*. Typickou strukturu tohoto souboru můžete vidět na obr. 2.19.



Obr. 2.19. Demonstrační ukázka souboru *Demo.m*

Obsah tohoto souboru nebo i celý soubor si jednoduše nakopírujte z libovolného již nainstalovaného modelu. Soubory *Demo.m* můžete nalézt v podadresářích adresáře “Modely“. Můžete k tomu použít např. soubor *Demo.m* z následující adresářové cesty:

<adresarInstalaceSystemu>\Modely\Epidemiologicke modely\Model Epidemie AIDS

Soubor *Demo.m* začíná funkcí *Demo(Stranka,HndlTxt,HndBtn)*, která má následující vstupní parametry:

Stranka ... číslo stránky k načtení
HndlTxt ... handler komentářového okno v demo prezentaci
HndBtn ... handler na navigačního tlačítko v demu

Demo je rozčleněno na samostatné celky, které zde představují stránky dema. Stránky dema se zde definují pomocí *if* podmínek. Typická struktura *if* podmínky vypadá následovně:

```
if Stranka==1
    str= str2mat ( 'Popis prvniho kroku v demu',...
                   'popis grafu apod.');
    set(HndlTxt,'String',str);        %ulozeni popisu do komentare dema
    load vysl2;                       %nahrani dat pro graf
    plot(0:60/601:60,y(:,1),'r');     %graficke zobrazeni vysledku
end;
```

Nejdříve se porovná číslo stránky uložené v proměnné *Stranka* s číslem uvedeném v podmínce,

pokud neodpovídá, jedná se o jinou stránku a program přejde na další podmínku. Tento postup se opakuje až do okamžiku, kdy dojde ke shodě. V tomto případě se začne provádět zdrojový kód v příslušné *if* podmínce. Např: Pokud se vstupní parametr *Stranka* funkce *Demo* rovná 3, provede se kód v podmínce ***if Stranka==3 ... end;***.

Zdrojový kód každé podmínky musí obsahovat následující řádek:

```
set(HndlTxt,'String',str);
```

Tento řádek přiděluje komentářovému oknu v demo prezentaci textový komentář k dané stránce, který je uložen v proměnné *str* (viz. zdrojový kód předchozí strany). Dále obvykle následuje nahrání uložených dat a jejich zobrazení v prezentovaném grafu.

```
load vysl2;                    %nahrani dat pro graf.
plot(0:60/601:60,y(:,1),'r');  %graficke zobrazeni vysledku
```

Obdobným způsobem jsou vytvořeny všechny stránky dema. Jediná odlišnost je v poslední stránce dema. Poslední stránka musí obsahovat ve svém zdrojovém kódu následující řádek:

```
set(HndBtn,'Userdata',-1);     % !!!povinna soucast ... urcuje konec dema
```

Tento řádek musí být součástí zdrojového kódu poslední stránky demo prezentace, protože představuje konec prezentace.

Níže je ukázka zdrojového kódu poslední stránky.

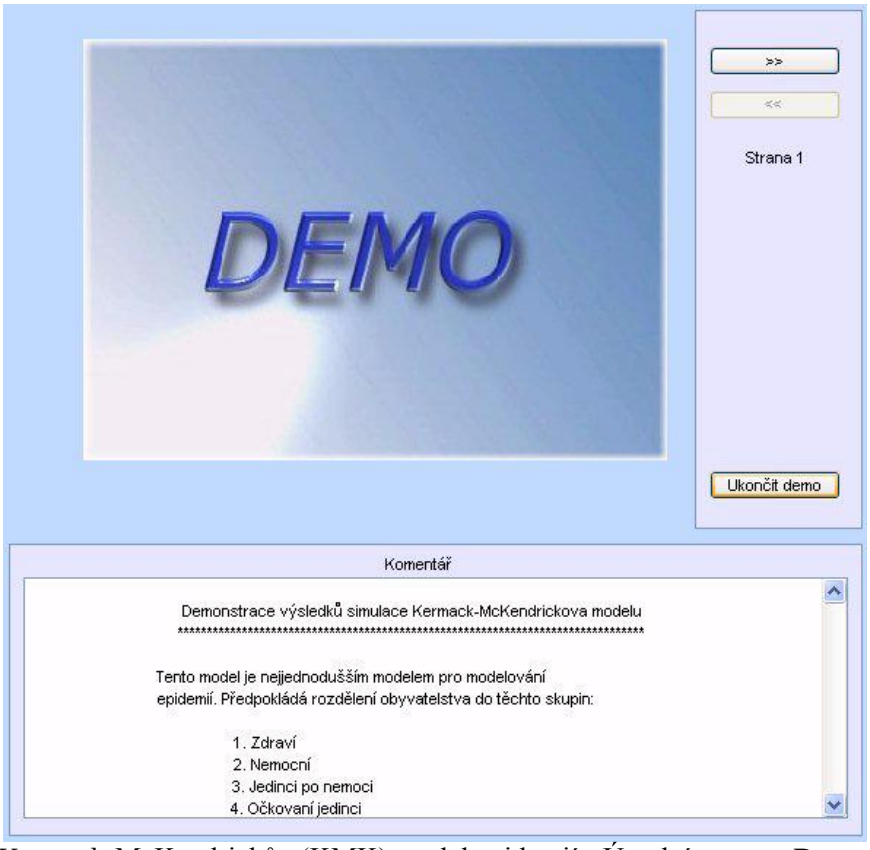
```
if Stranka==6
    str=str2mat('Popis posledniho kroku dema');
    set(HndlTxt,'String',str);          %ulozeni popisu do komentare dema
    hold on;
    plot(0:60/601:60,y(:,2),'g');       %graficke zobrazeni vysledku + popisky os
    plot(0:60/601:60,y(:,3),'b');
    xlabel('Cas [roky]');ylabel('Počet jedinců v dané skupině');
    title('Vývoj počtu jedinců v jednotlivých skupinách');
    set(HndBtn,'Userdata',-1);          % !!!povinna soucast ... urcuje konec dema
end;
```

Dále uveďme příklady několika stránek v demu, které jsou zobrazeny jako dvojice "zdrojový kód - náhled v demo prezentaci" (obr 2.20. – 2.25.).

Kermack-McKendrickův (KMK) model epidemií - Úvodní strana

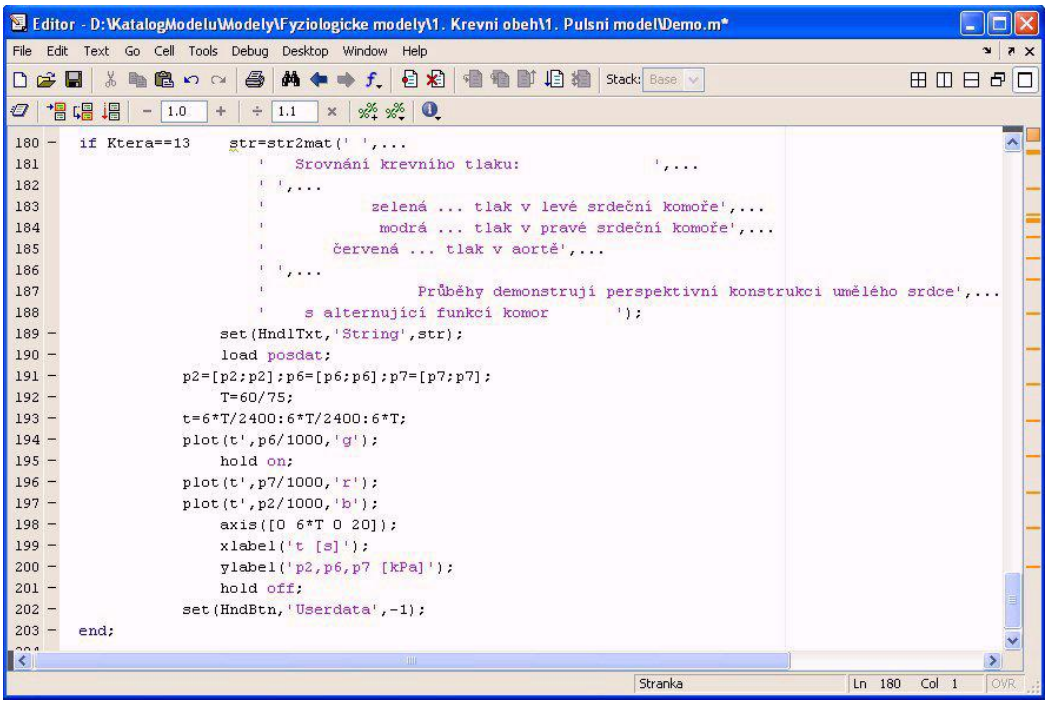
```
function Demo(Ktera,HndlTxt,buttonNext)

if Ktera==1    str=str2mat (' ',...
                Demonstrace výsledků simulace Kermack-McKendrickova modelu   ',...
               '*****************************************************************************',...
               ' ',...
               'Tento model je nejjednodušším modelem pro modelování                          ',...
               ' epidemií. Předpokládá rozdělení obyvatelstva do těchto skupin:                 ',...
               ' ',...
               '  1. Zdraví                                                                     ',...
               '   2. Nemocní                                                                   ',...
               '     3. Jedinci po nemoci                                                       ',...
               '    4. Očkovaní jedinci                                                         ');
                set(HndlTxt,'String',str);
end;
```

Obr. 2.20. Kermack-McKendrickův (KMK) model epidemií - Úvodní strana - Zdrojový kód

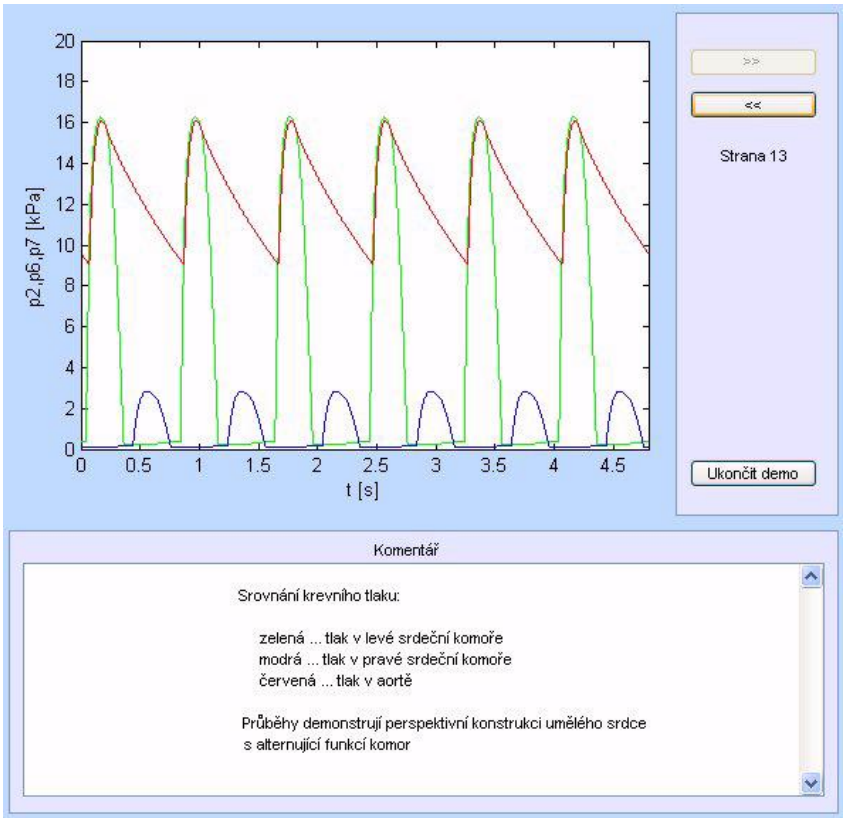


Obr. 2.21. Kermack-McKendrickův (KMK) model epidemií - Úvodní strana - Demo prezentace

Krevní oběh - Pulsní model - Poslední strana

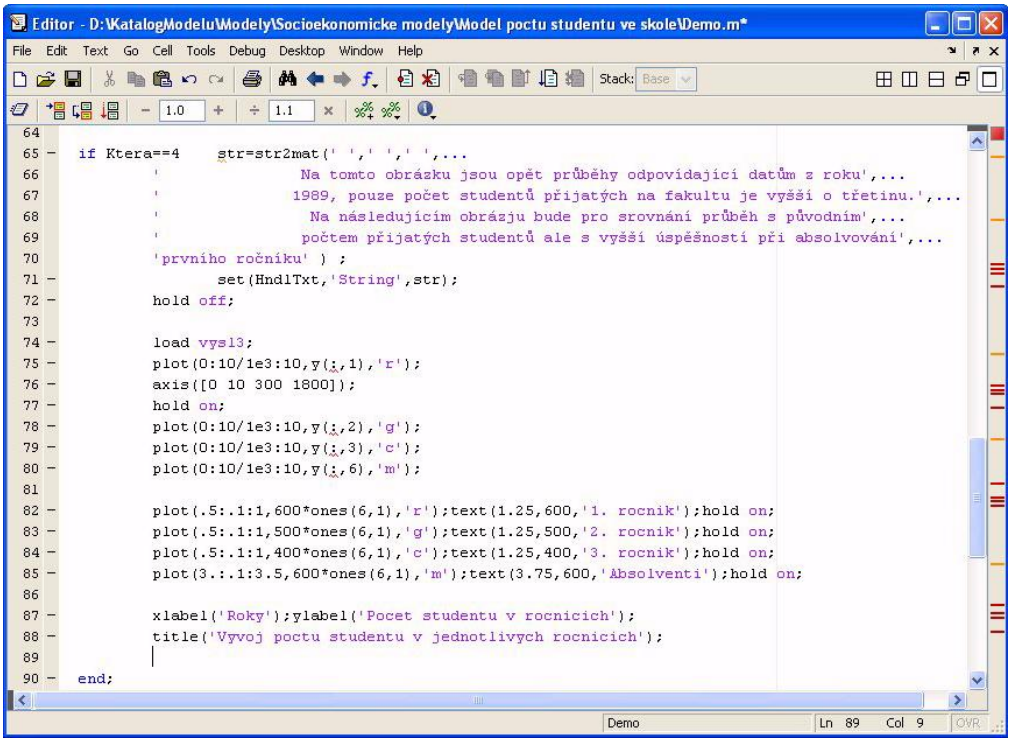


Obr. 2.22. Krevní oběh - Pulsní model - Poslední strana - Zdrojový kód

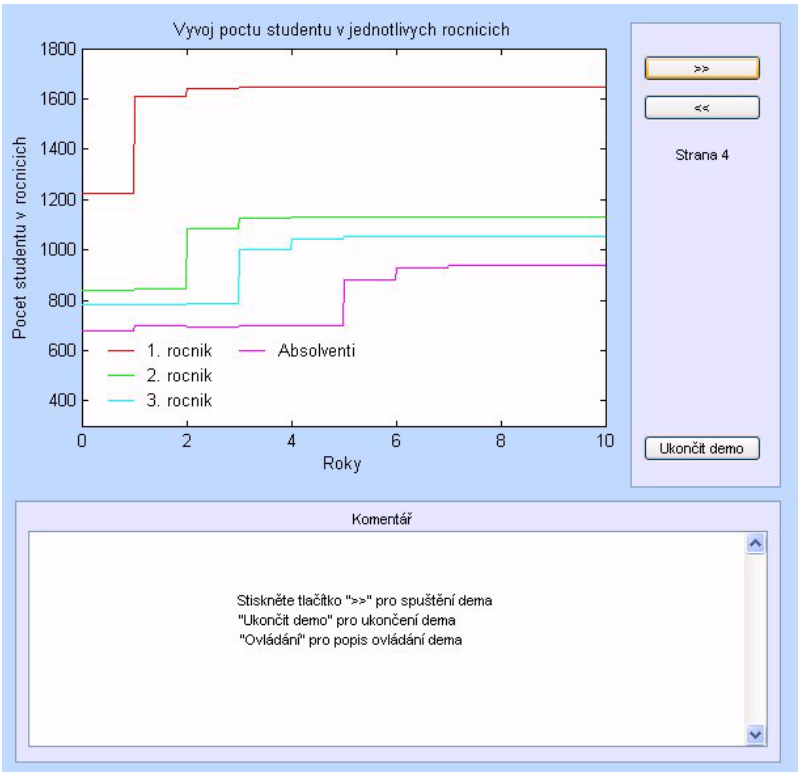


Obr. 2.23. Krevní oběh - Pulsní model - Poslední strana - Demo Prezentace

Model počtu studentů ve škole - Pulsní model - Strana 4



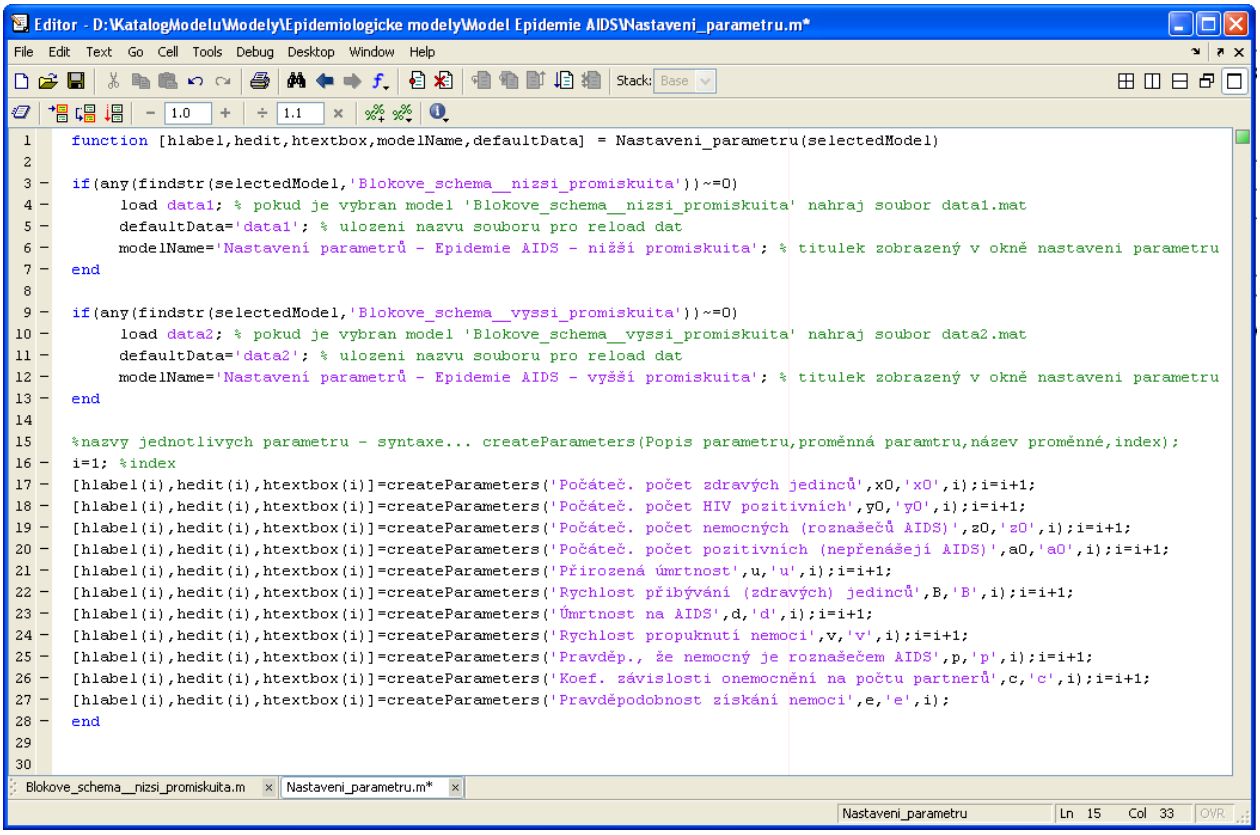
Obr. 2.24. Model počtu studentů ve škole - Strana 4 - Zdrojový kód



Obr. 2.25. Model počtu studentů ve škole - Strana 4 - Demo Prezentace

2.3.3 Vytvoření nabídky nastavení parametrů

V této kapitole se uživatel seznámí s vytvářením nabídky nastavení parametrů pro nově vložený model. Základ této nabídky opět tvoří M-soubor, který musí být umístěn ve stejném adresáři jako model. Tento soubor zde nese název *Nastaveni_parametru.m*. Jeho typický obsah můžete vidět na obr. 2.26.



Obr. 2.26. Demonstrační ukázka souboru *Nastaveni_parametru.m*

Obsah tohoto souboru nebo i celý soubor si opět jednoduše nakopírujte z libovolného již nainstalovaného modelu. Soubory *Nastaveni_parametru.m* můžete nalézt v podadresářích adresáře "Modely". Doporučuji k tomu použít např. soubor *Nastaveni_parametru.m* z následující adresářové cesty:

<adresarInstalaceSystemu>\Modely\Epidemiologicke modely\Model Epidemie AIDS

Pokud si otevřete tento soubor, uvidíte, že se na jeho začátku objevují *if* podmínky. Tyto podmínky zde slouží ke kontrole vybraného modelového souboru v rozbalovací stromové struktuře. Tvorba těchto souborů již byla blíže popsána v kapitole 2.3.1. Podmínky jsou užitečné zejména v případech, kdy máte více datových souborů pro váš model s různými nastaveními parametrů. Příklad takovýchto podmínek můžete vidět na následujícím příkladu.

```
if(any(findstr(selectedModel,'Blokove_schema__nizsi_promiskuita'))~=0)
        load data1;
        defaultData='data1';
        modelName='Nastavení parametrů - Epidemie AIDS - nižší promiskuita';
end

if(any(findstr(selectedModel,'Blokove_schema__vyssi_promiskuita'))~=0)
            load data2;
            defaultData='data2';
            modelName='Nastavení parametrů - Epidemie AIDS - vyšší promiskuita';
end
```

V prvním řádku těchto podmínek probíhá ověření, zda model vybraný v rozbalovací stromové struktuře systému, jehož název je uložen v proměnné *selectedModel*, odpovídá modelu s daty (zde *Blokove_schema__nizsi promiskuita*). Pokud ano nahrají se data (zde *data1.mat*, v kódu bez koncovky .mat). Pokud při porovnání názvu souboru nedojde ke shodě, kontrola se automaticky přesune na následující podmínku (v tomto případě *Blokove_schema__vyssi_promiskuita*). V případě shody se nahrají příslušná data atd. Tímto způsobem se zajistí výběr správného datového souboru pro nastavení parametrů.

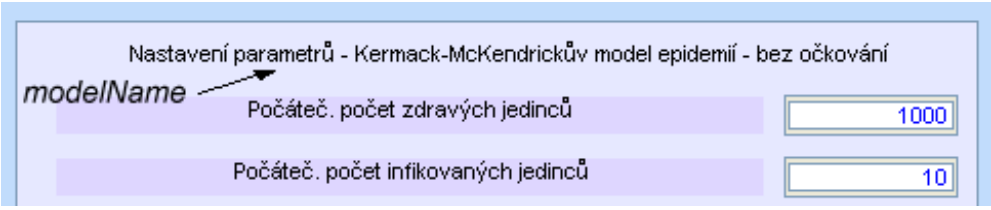
Proměnná *defaultData* zde slouží pouze pro uložení názvu datového souboru, který bude později využit pro opětovné načtení původních parametrů do nabídky nastavení parametrů v systému. Do této proměnné se vkládá totožný název datového souboru v apostrofech. Například pokud uživatel jako zdroj parametrů využije datový soubor s názvem *modelova_data.mat* budou řádky s nahráním dat a proměnnou *defaultData* v souboru vypadat následovně:

```
load modelova_data;
defaultData='modelova_data';
```

Pokud jako zdroj parametrů využijete M-soubor (např. *modelova_data.m*), budou tyto řádky ve vašem souboru vypadat takto:

```
run modelova_data;
defaultData='modelova_data';
```

Proměnná *modelName* zde představuje uživatelskou proměnnou, pomocí které si uživatel může definovat text, který se zobrazí v horní části nabídky nastavení parametrů v systému. Tento text si můžete libovolně zvolit (obr. 2.27.).



Obr. 2.27. Ukázka zobrazení proměnné *modelName* v systému

Následující struktura již slouží ke specifikaci parametrů, které chcete vložit.

i=1; %index

[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]=createParameters('Počáteč. počet zdravých jedinců',x0,'x0',i);i=i+1;

[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]=createParameters('Počáteč. počet infikovaných jedinců',y0,'y0',i);i=i+1;

Proměnná *i* je zde použita jako pořadový index pro jednotlivé parametry. Každý parametr se přidává pomocí funkce *createParameters()*, která má následující vstupní parametry.

createParameters(Textový popis proměnné, proměnná obsahující hodnotu parametru, název proměnné, pořadový index)

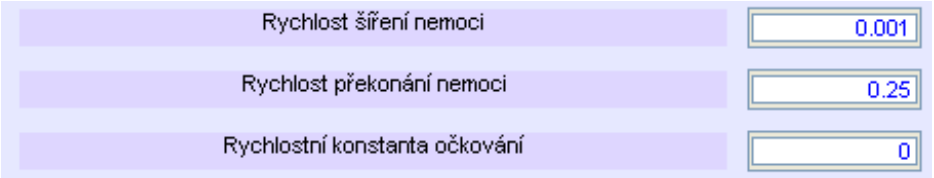
Prvním z těchto parametrů je textový popis proměnné, který bude zobrazený v textovém okně v nabídce nastavení parametrů v systému. Druhý parametr je proměnná, kterou chcete vložit jako parametr. Váš datový soubor by měl tuto proměnnou obsahovat. Následující třetí parametr pouze obsahuje název této proměnné v apostrofech. Do této položky se vyplňuje název proměnné, který musí být shodný s názvem předchozího parametru. Poslední parametr zde již pouze představuje pořadový index *i*, který se před nastavením dalšího parametru inkrementuje.

Proměnné *hlabel*, *hedit* a *htextbox* slouží pro zápis handlerů grafických objektů, které jsou vytvořeny funkcí *createParameters()*. Tyto objekty budou následně zobrazeny v nabídce nastavení parametrů v systému.

[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]

Například 3 následující řádky zdrojového kódu, zobrazí 3 parametry v nabídce nastavení parametrů v systému (obr. 2.28.).

[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]=createParameters('Rychlost šíření nemoci',b,'b',i);i=i+1;
[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]=createParameters('Rychlost překonání nemoci',c,'c',i);i=i+1;
[hlabel(i),hedit(i),htextbox(i)]=createParameters('Rychlostní konstanta očkování',k,'k',i);i=i+1;

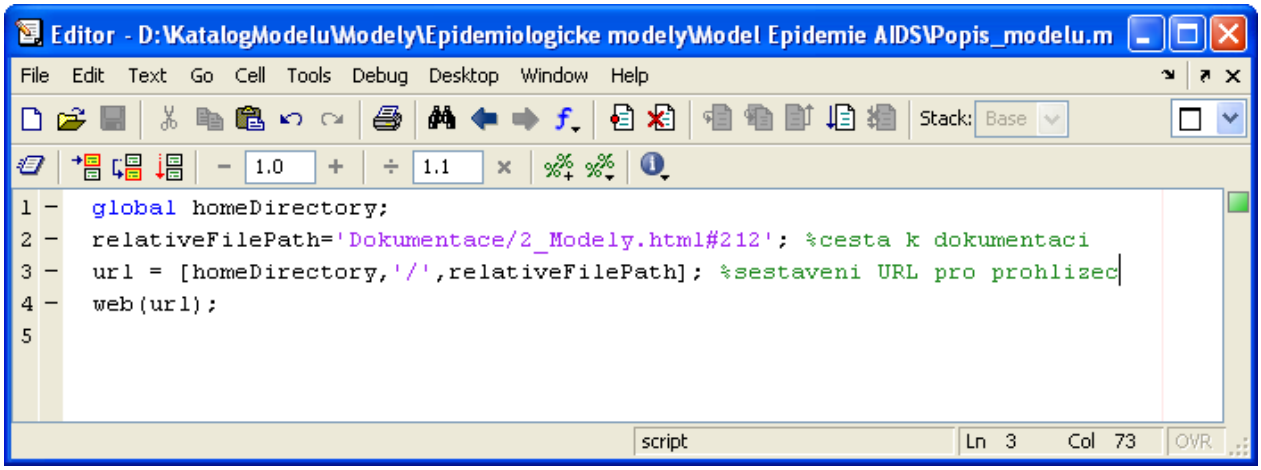


Obr. 2.28. Ukázka zobrazení 3 parametrů v nabídce nastavení parametrů v systému

Tímto způsobem se postupně nastavují všechny parametry, které chcete vložit do nabídky nastavení parametrů pro váš model. Doporučuji si vždy nakopírovat obsah souborů uložených v již instalovaných modelech. Pak již pouze stačí změnit potřebné názvy parametrů na názvy vašich parametrů použitých ve vašem modelu.

2.3.4 Přidání dokumentace k modelu

Tato kapitola popisuje způsob, jakým lze přidávat dokumentaci k modelu, kterou lze následně spustit ze systému. Je možno přidat dokumentaci ve formátu HTML, PDF, DOC nebo i dokumentaci z webových stránek.
Základ pro spouštění dokumentace opět tvoří M-soubor uložený v adresářové struktuře s modelem. Tato struktura byla již blíže rozebrána v kapitole 2.3.1. Jejím popisem se zde již nebudu dále zabývat. Abychom mohli přidat dokumentaci k novému modelu do systému, musíme si nejdříve takovýto M-soubor pro dokumentaci vytvořit. Tento soubor se musí jmenovat *Popis_modelu.m* a musí se nacházet ve stejném adresáři jako model a ostatní soubory k modelu. Typická struktura tohoto souboru je zobrazena na následujícím obrázku.



Obr. 2.29. Demonstrační ukázka souboru *Popis_modelu.m* pro instalovaný model "Epidemie AIDS"

Obsah tohoto souboru nebo i celý soubor si jednoduše nakopírujte z jiného již instalovaného modelu. Tyto soubory najdete v podadresářích adresáře "Modely". Doporučuji k tomu použít např. soubor „*Popis_modelu.m*" z následující adresářové cesty:

<adresarInstalace>\Modely\Epidemiologicke modely\Model Epidemie AIDS

Obsah tohoto souboru je zobrazen na obrázku 2.29. Z tohoto souboru je pro vás důležitý pouze řádek 2.

relativeFilePath='Dokumentace/2_Modely.html#212';

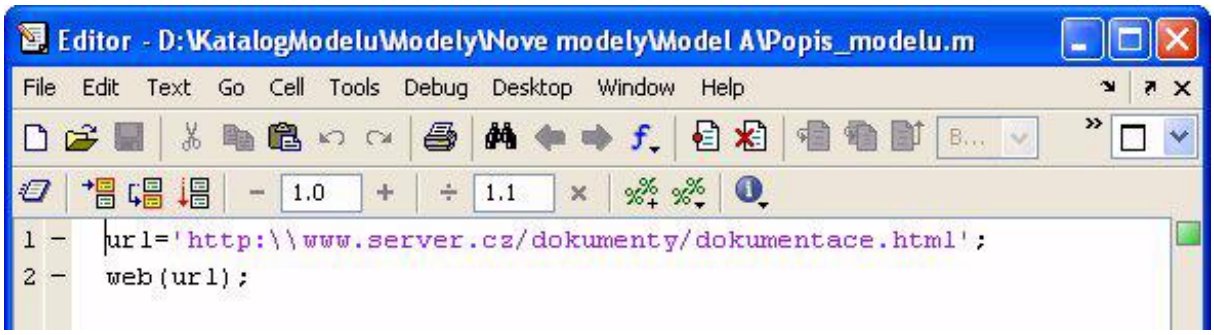
V proměnné *relativeFilePath* je zde uložena pouze relativní adresářová cesta k HTML dokumentaci. Relativní adresářová cesta vychází přímo z kořenového adresáře instalace. Absolutní adresářová cesta je pak vytvořena v proměnné *url* na řádku číslo 4 (viz. obr. 2.29).

Přidání dokumentace z webových stránek:

V případě, že je dokumentace pro váš model umístěna na webové stránce, smažte nebo zakomentujte řádek s proměnnou *relativeFilePath* ve svém souboru a pouze přepište obsah proměnné *url* například na následující tvar:

url='www.server.cz/dokumenty/dokumentace.html';

Příklad nastavení takovéto dokumentace v souboru *Popis_modelu.m* můžete vidět na následujícím obr. 2.30.



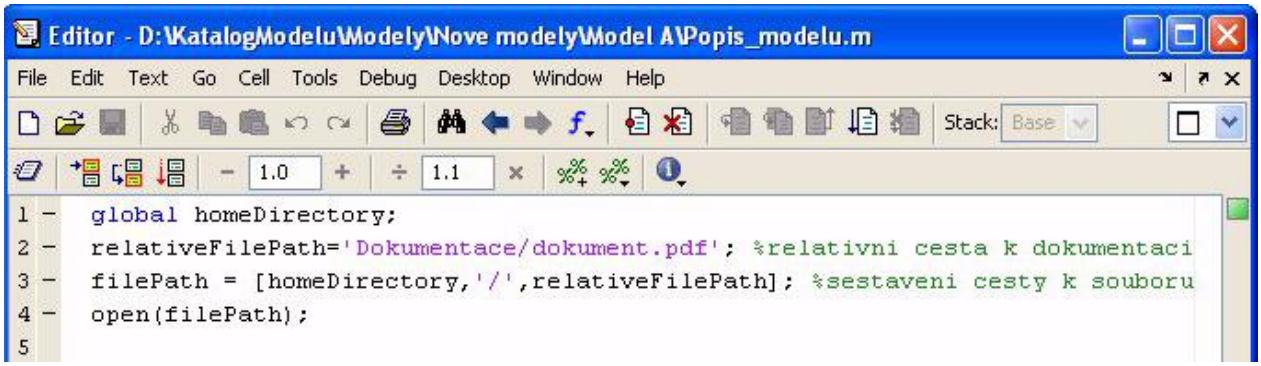
Obr. 2.30. Ukázka souboru *Popis_modelu.m* – webová dokumentace

Vaši dokumentaci k modelu můžete obecně umístit téměř kamkoliv. Jen nedoporučuji pro ni vytvářet nový podadresář v adresáři "Modely", protože by pak tento adresář byl zbytečně zobrazen v rozbalovací stromové struktuře systému. Nejvhodnější místo je nový adresář v kořenovém adresáři instalace nebo podadresář adresáře "Dokumentace", který naleznete v témže adresáři. Pokud váš adresář vytvoříte pod adresářem "Dokumentace" a pojmenujete ho např. jako "ModelA", tak váš výše zmíněný soubor *Popis_modelu.m* bude obsahovat následující relativní cestu:

relativeFilePath='Dokumentace/ModelA/VasModel.html;

Dokumentace ve formátu PDF nebo DOC:

Pro dokumentace ve formátu PDF nebo DOC. Využijte konstrukci souboru *Popis_modelu.m* zobrazenou na obr. 2.31.



Obr. 2.31. Ukázka souboru *Popis_modelu.m* – pro dokumentaci ve formátu PDF

3 Programová část

Tato kapitola se zabývá popisem programového řešení systému.

Systém byl vytvořen v programu Matlab 2007a a je zpětně kompatibilní až do verze Matlabu R14. Pro jeho spuštění stačí mít nainstalovánu verzi Matlabu R14 a vyšší.

Celý systém je naprogramován čistě v prostředí Matlab-Simulink a nevyžaduje žádné další aplikace ani rozšíření Matlabu ke svému spuštění.

Aplikace obsahuje vlastní instalátor, který po spuštění provede uživatele kompletní instalací systému.

3.1 Popis vytvořených funkcí a procedur

Všechny funkce a procedury vytvořené pro tento systém jsou uloženy v adresáři *System*, který naleznete v kořenovém adresáři instalace programu. Funkce a procedury jsou v tomto adresáři dále rozděleny podle oblasti zaměření do podadresářů *Demo*, *Edit*, *Interface* a *Menu*. Například podadresář *Interface* obsahuje všechny funkce, jež se podílí na tvorbě uživatelského a grafického rozhraní systému. Podobně podadresář *Edit* obsahuje všechny funkce, které se podílí na editaci parametrů modelů atd.

a) funkce a procedury uživatelského a grafického rozhraní – adresář "Interface"

main_interface

Tato funkce se stará o inicializaci a zobrazení uživatelského a grafického rozhraní systému. Funkce se spouští ihned po spuštění systému. Je volána přímo funkcí *katalog*, která spouští systém.

Volání: *main_interface(homeDirectory);*

Popis vstupních parametrů:

homeDirectory --- parametr typu String; adresářová cesta kořenového adresáře instalace

model_browser

Tato funkce je volána přímo z funkce *main_interface* a má na starosti vytvoření a obsluhu rozbalovací stromové struktury, ve které jsou zobrazeny instalované modely. Stromová struktura je zde vytvořena pomocí objektu UITREE a jednotlivé uzly struktury jsou tvořeny objekty UITREENODE. Zdrojem dat pro tuto stromovou strukturu je adresář *Modely*, který naleznete přímo v kořenovém adresáři instalace.

Volání:

model_browser(buttonSpustit,buttonDemo,buttonParametry,buttonPopis,homeDirectory);

Popis vstupních parametrů:

buttonSpustit --- handler ovládacího tlačítka "Spustit"; toto tlačítko se využívá pro otevření instalovaných modelů v Simulinku

buttonDemo --- handler ovládacího tlačítka "Demo"; toto tlačítko se využívá pro spouštění demo prezentace pro vybraný model

buttonParametry --- handler ovládacího tlačítka "Nastavení parametrů"; toto tlačítko se využívá pro otevření nabídky nastavení parametrů

buttonPopis --- handler ovládacího tlačítka "Popis modelu"; toto tlačítko se

využívá pro otevření popisu k instalovaným modelům
homeDirectory --- parametr typu String; adresářová cesta kořenového adresáře instalace programu

check_path

Procedura slouží pro kontrolu změny výběru modelu před použitím uživatelských dat.
Volání: *check_path;*

b) funkce pro tvorbu demo prezentace – adresář "Demo"

demo_function

Tato funkce slouží k vykreslení demo prezentace jako sekvence dvojic "grafické okno - komentář". Z této funkce se dále otevírají uživatelské soubory *Demo.m.* Více informací o těchto uživatelských souborech můžete nalézt v kapitole 2.3.2.
Volání: *demo_function(Fce,buttonDemo,buttonParametry,sTree);*
Popis vstupních parametrů:

Fce --- parametr typu String; obsahuje název uživatelského M-souboru s demo prezentací bez souborové koncovky; v systému typicky "Demo"
buttonDemo --- handler ovládacího tlačítka "Demo"; toto tlačítko se využívá pro spouštění demo prezentace pro vybraný model
buttonParametry --- handler ovládacího tlačítka "Nastavení parametrů"; toto tlačítko se využívá pro otevření nabídky nastavení parametrů
sTree --- handler rozbalovací stromové struktury pro výběr modelů

c) funkce a procedury pro editaci a změnu parametrů modelů – adresář "Edit"

Parameters

Tato funkce slouží k inicializaci nabídky nastavení parametrů v systému.
Volání: *Parameters(Fce,buttonDemo,buttonParametry,actualDirectory,selectedModelFil,sTree);*
Popis vstupních parametrů:

Fce --- parametr typu String; obsahuje název uživatelského M-souboru pro nastavení parametrů modelů bez souborové koncovky; v systému typicky "Nastaveni_parametru"
buttonDemo --- handler ovládacího tlačítka "Demo"; toto tlačítko se využívá pro spouštění demo prezentace pro vybraný model
buttonParametry --- handler ovládacího tlačítka "Nastavení parametrů"; toto tlačítko se využívá pro otevření nabídky nastavení parametrů
actualDirectory --- parametry typu String; obsahuje adresářovou cestu vybraného modelu
selectedModel --- parametr typu String; obsahuje název vybraného souboru v rozbalovací stromové struktuře
sTree --- handler rozbalovací stromové struktury pro výběr modelů

createParameters

Tato funkce slouží k inicializaci nabídky nastavení parametrů v systému.

Volání: *[hhlabel,hhframe,hhedit]=createParameters(str,value,variable,index);*

Popis vstupních parametrů:

str --- parametr typu String; obsahuje textový popis parametru; tento popis bude následně zobrazen v textovém popisu parametru v nabídce nastavení parametrů

value --- ukazatel na proměnnou obsahující hodnotu přidávaného parametru

variable --- parametr typu String; obsahuje název proměnné, která je zdrojem hodnoty parametry

index --- parametr typu Integer; pořadový index pro parametry

Popis výstupních parametrů:

hhlabel --- handler textového popisu parametru

hhframe --- handler grafického rámečku v okolí editovatelného textového okna

hhedit --- handler editovatelného textového okna

Pozn.: Funkce *createParameters* byla již blíže popsána v kapitole 2.3.3.

makeEdit

Procedura zajišťující kontrolu formátu uživatelsky vloženého parametru do textových oken v nabídce nastavení parametrů. Tato procedura je podprocedurou funkce *createParameters* a nelze ji použít samostatně.

node2path

Tato funkce slouží k převodu uzlu ze stromové struktury UITREE na adresářovou cestu.

Volání: *path=node2path(node);*

Popis vstupních parametrů:

node --- parametr typu UITREENODE; uzel aktuálně vybraný v rozbalovací stromové struktuře

Popis výstupních parametrů:

path --- parametr typu String; adresářová cesta odpovídající vybranému uzlu v rozbalovací stromové struktuře

defaultParameters

Procedura provádí nahrání původních hodnot parametrů modelu.

Volání: *defaultParameters;*

putValuesGlobal

Procedura zajistí, aby parametry pro vybraný model byly globální a viditelné ve workspace Matlabu, což umožní jejich přímou změnu z Matlabu a zároveň jejich viditelnost pro otevřený model.

Volání: *putValuesGlobal;*

loadValues, saveValues

Procedury provádí nahrání resp. uložení hodnot parametrů do resp. z editovatelných textových oken v nabídce nastavení parametrů.

Volání: *loadValues;*
saveValues;

sliderControl

Callback funkce pro horizontální posuvnou lištu v nabídce nastavení parametrů. Nelze ji použít samostatně.

d) funkce pro změnu velikosti hlavního grafického okna systému – adresář "Menu"

expandMenu, collapseMenu

Dvojice těchto funkcí slouží k roztáhnutí hlavního grafického okna systému pro zobrazení demo prezentace, resp. nabídky nastavení parametrů.

Volání: *expandMenu(menuInt);*
collapseMenu(menuInt);

Popis vstupních parametrů:

menuInt --- parametr typu Integer; určuje, zda se bude upravovat velikost hlavního grafického okna pro zobrazení demo prezentace resp. pro zobrazení nabídky nastavení parametrů (=1 … demo prezentace, =2 … nabídka nastavení parametrů)

4 Rozdělení instalovaných modelů

Cílem této diplomové práce bylo i sestavit vhodný katalog modelů. Obsah tohoto katalogu vychází z diplomových prací diplomantů Tomáše Půži a Jana Příhody. Tyto modely jsou rozděleny do třech hlavních kategorií:

1) Fyziologické modely
2) Epidemiologické modely
3) Socioekonomické modely

4.1 Fyziologické modely

Tato kategorie obsahuje matematické modely lidských orgánů a orgánových soustav. Při klasifikaci orgánových soustav se vycházelo z tradičního rozdělení, uváděného v učebnicích fyziologie a biologie, které člení organismus na následující orgánové soustavy:

1) nervovou
2) srdečně cévní
3) dýchací
4) trávicí
5) vylučovací
6) pohybovou
7) endokrinních žláz

V katalogu modelů jsou uvedeny modely orgánů ze všech zmíněných soustav s výjimkou nervové soustavy, která se způsobem popisu pomocí neuronových sítí či konečných automatů od ostatních soustav velmi odlišuje.

Srdečně cévní soustava je v katalogu zastoupena **modelem krevního oběhu**, **modelem závislosti srdeční frekvence na fyzické zátěži** a **modelem baroflexu**.

Dýchací soustava je zastoupena **modelem regulace dýchání na základě chemického složení mozkomíšního moku a arteriální krve**.

Z trávicí soustavy je zde **model regulace žaludeční kyselosti**.

Vylučovací soustava je zastoupena **modelem funkce ledvin při stabilizaci krevního tlaku**. Tento model je typickým příkladem toho, že rozdělení modelů podle orgánových soustav je pouze orientační, protože funkce jednotlivých orgánů překračují hranice orgánových soustav (v tomto případě je modelována souvislost vylučovací a srdečně cévní soustavy).

Z pohybové soustavy katalog obsahuje **model izometrické kontrakce kosterního svalu**.

Poslední orgánovou soustavu endokrinních žláz zastupuje **model regulace glykémie**.

Kategorie fyziologických modelů ještě navíc obsahuje modely chemické kinetiky a buněčných procesů. Z oblasti chemické kinetiky to jsou modely: **reakce druhého řádu**, **reakce zvratné** a **reakce následné**. Oblast buněčných procesů je zastoupena modely enzymových reakcí (**reakce katalyzované enzymem**, **represe enzymové syntézy**) a modely membránových potenciálů (**akční potenciál nervové buňky**, **akční potenciál svalové buňky**).

Z funkčního hlediska je možné modely rozdělit na dva typy:

1) **Modely bez regulační smyčky**, které určují průběh dynamické odezvy orgánů na vstupní signál (například model závislosti srdeční frekvence na fyzické zátěži a model svalové kontrakce) nebo autonomní chování systému (periodické průběhy veličin v pulsním modelu krevního oběhu).

2) **Modely s regulační smyčkou**. Základním úkolem fyziologické regulace je udržování stálosti buněčného prostředí.

Z hlediska formy **matematického popisu** rozlišujeme modely:

1) **Statické**, které jsou obvykle tvořeny soustavou algebraických rovnic, kterou je nutné řešit numericky. Tento typ modelů může sloužit k určování ustálených hodnot některých fyziologických veličin. Statické modelování se také používá i při popisu částí složitějších systémů, které mají ve srovnání s ostatními částmi systému mnohem rychlejší dynamiku.

2) **Dynamické**, které umožňují sledovat průběh přechodných dějů.

Poznámka: U všech modelů uvedených modelů s výjimkou kategorie socioekonomických diskrétních modelů se uplatňuje **deterministický popis se spojitými veličinami**.

4.2 Epidemiologické modely

Epidemiologie je vědní obor, který se zabývá zkoumáním povahy, vzniku a šíření nemocí v populaci a získané údaje používá k potlačování a předcházení epidemií.

Tato kategorie je v katalogu zastoupena následujícími modely:

- **Kermack-McKendrickovým modelem epidemie**
  Tento model je nejjednodušším modelem pro simulaci epidemií. Má jednu zásadní nevýhodu - neomezený růst epidemie s rostoucím počtem nemocných.

- **Modifikovaným Kermack-McKendrickovým modelem epidemie**
  Model je modifikací předchozího modelu, která odstraňuje výše zmíněnou nevýhodu neomezeného růstu epidemie s rostoucím počtem nemocných.

- **Modelem venerických nemocí počtu studentů ve škole**
  Tento model vychází ze základního Kermack-McKendrickova modelu a popisuje výskyt epidemie obecných venerických nemocí v heterosexuální populaci.

- **Modelem epidemie AIDS**
  Model simuluje šíření epidemie AIDS v populaci.

4.3 Socioekonomické modely

Pojmem socioekonomické modely se obvykle rozumí modely zaměřené na studium lidské společnosti, protože jednotlivé parametry modelů jsou závislé na socioekonomických podmínkách. Předmětem zájmu těchto modelů bývá velikost a struktura společnosti nebo její části např. populační dynamika.

Tato skupina modelů je v katalogu zastoupena následujícími diskrétními modely:

- **Leslieho modelem věkových skupin populace**
  Tento model je příkladem modelu studujícího populační dynamiku a jeho podstata spočívá v rozdělení populace podle věkových skupin. Protože v jednotlivých skupinách budou jednotlivci přibližně stejného věku, lze předpokládat, že tito lidé budou mít i podobné vlastnosti a chování.

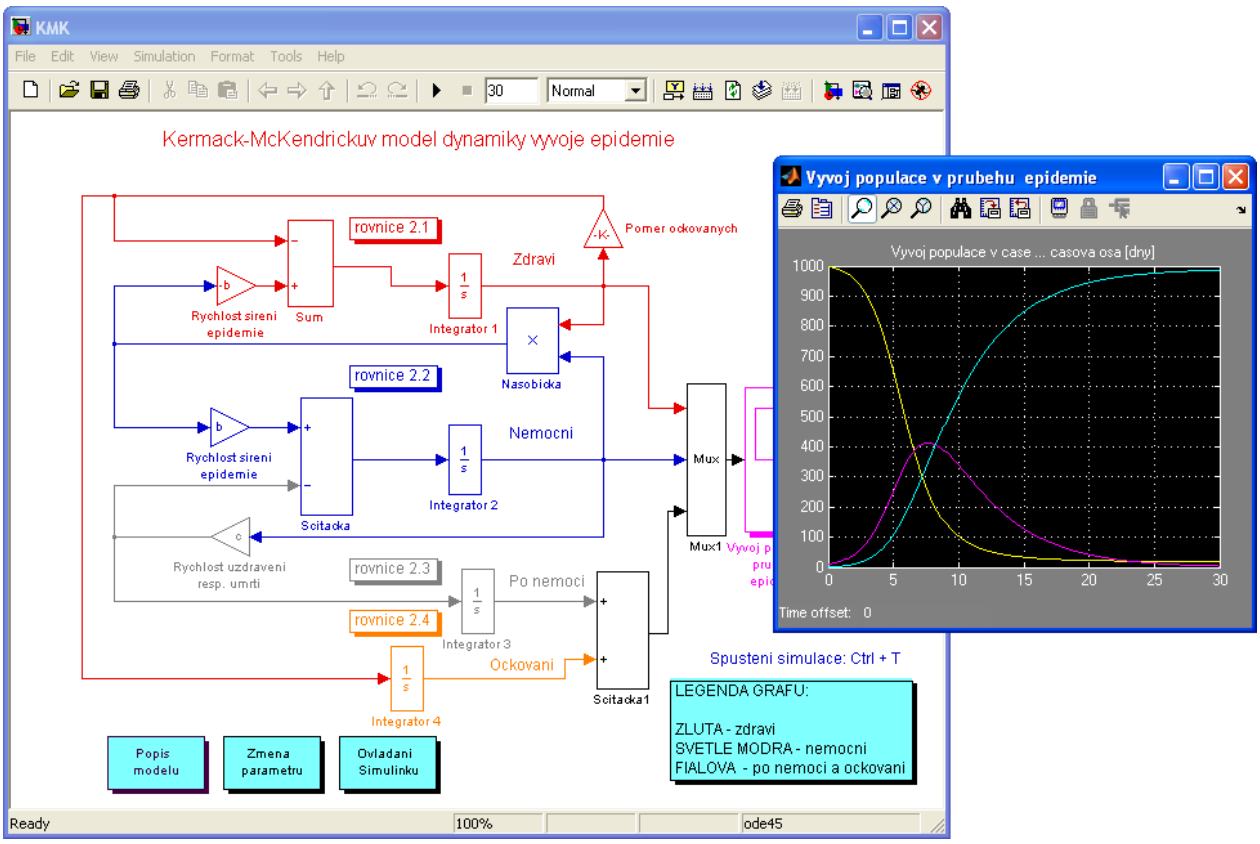
- **Model počtu studentů ve škole**
  Tento model patří mezi společensko-ekonomické systémy popisující dynamiku vývoje počtu studentů v jednotlivých ročnících školy.

Poznámka: Více informací o výše uvedených modelech je možno získat z uživatelské příručky, která je součástí přiloženého instalačního CD, nebo případně z literatury [3], [4] a [5] uvedené v kapitole 7.

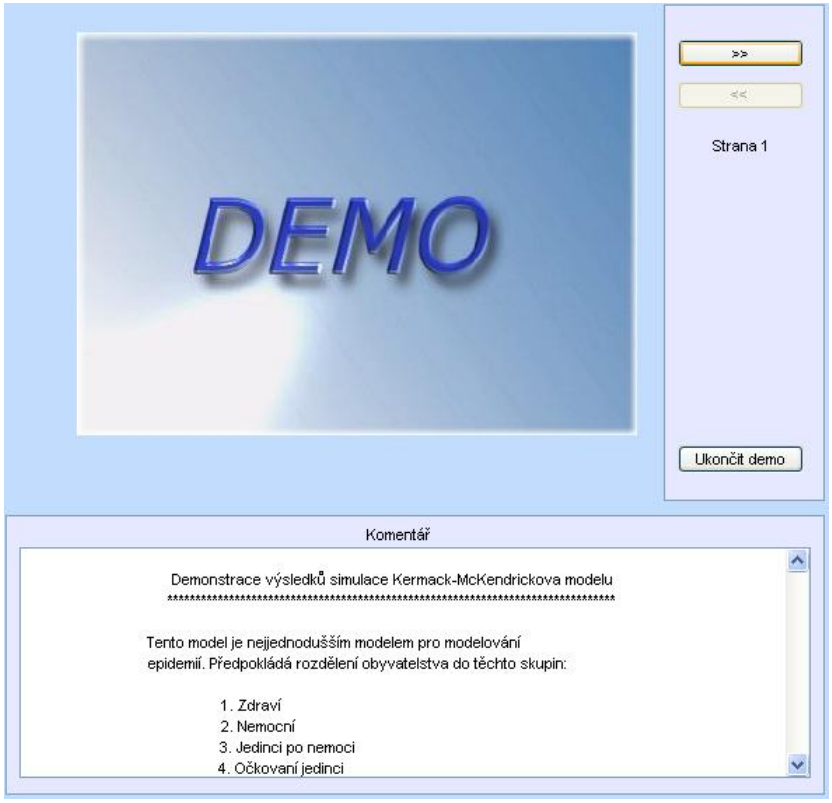
5 Ukázky použití systému

Tato kapitola obsahuje několik obrazových ukázek použití systému na dvou vybraných modelech. Prvním z nich je Kermack-McKendrickův model dynamiky vývoje epidemie z kategorie epidemiologických modelů. Jako druhý je ukázán model vlivu ledvin při stabilizaci krevního tlaku z kategorie fyziologických modelů.

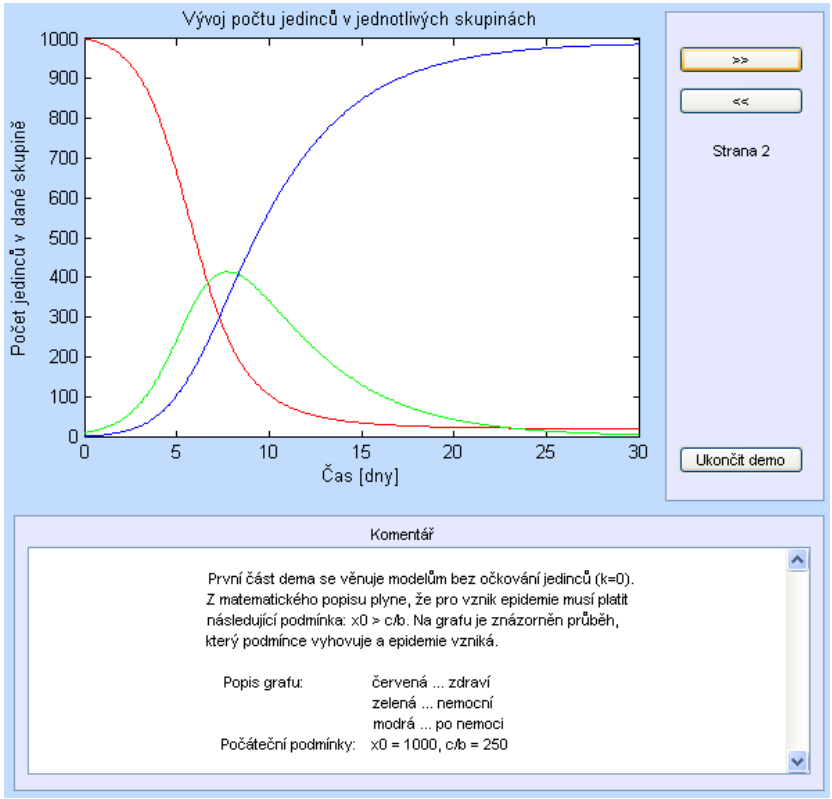
5.1 Kermack-McKendrickův model dynamiky vývoje epidemie



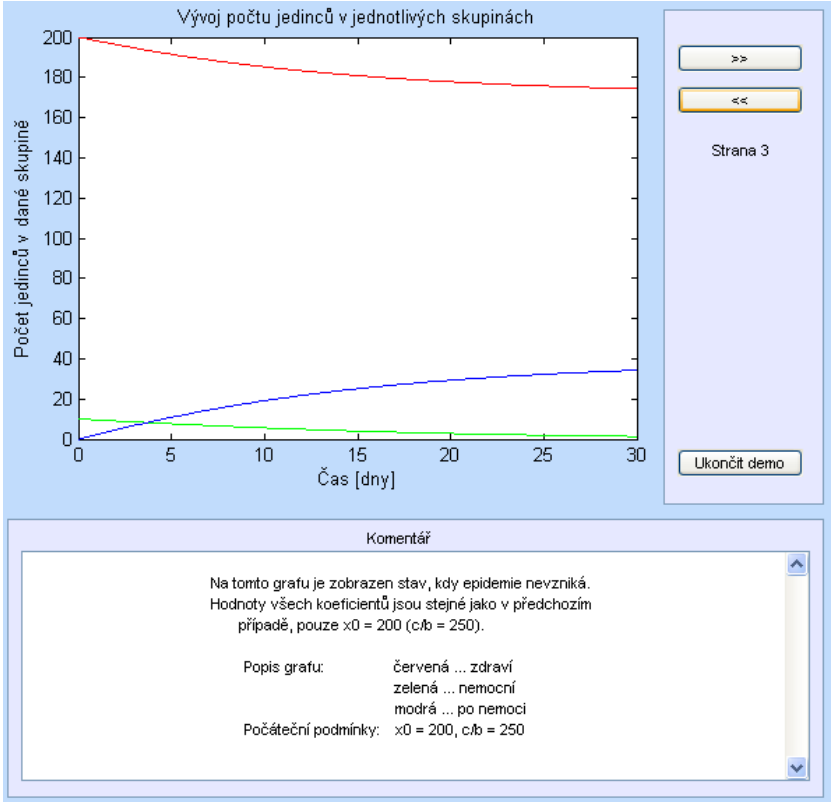
Obr. 5.1. Simulink - Kermack-McKendrickův (KMK) model dynamiky vývoje epidemie



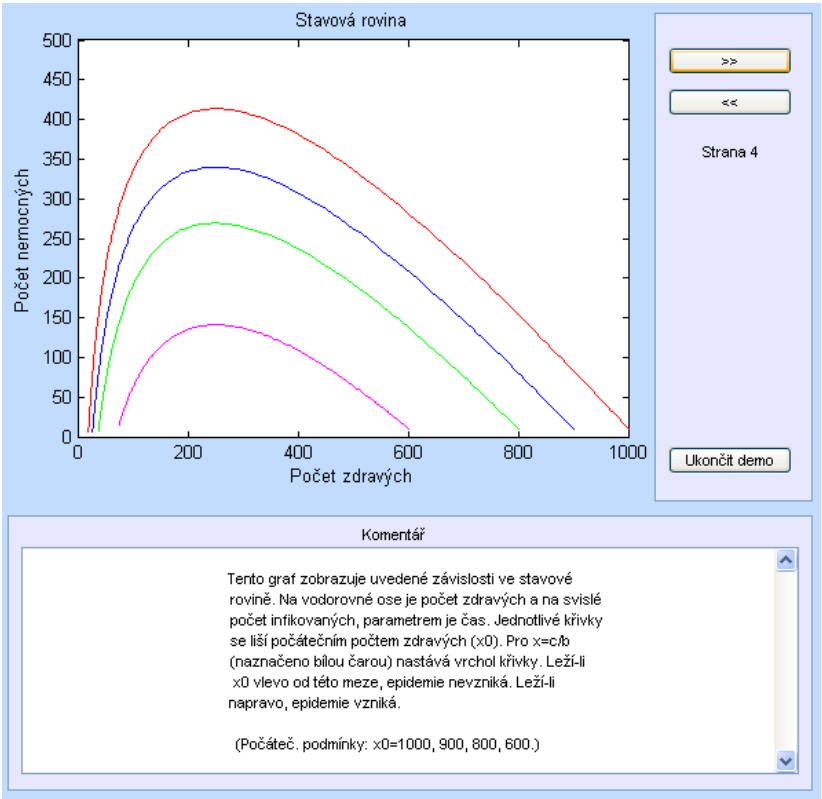
Obr. 5.2. Demo prezentace - KMK model – Strana 1



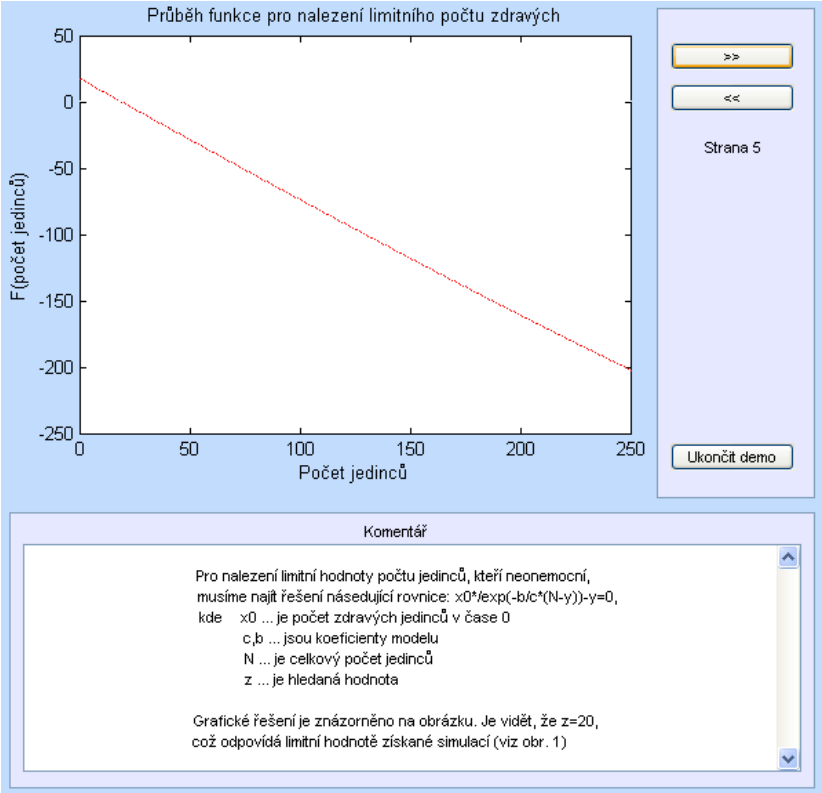
Obr. 5.3. Demo prezentace - KMK model – Strana 2



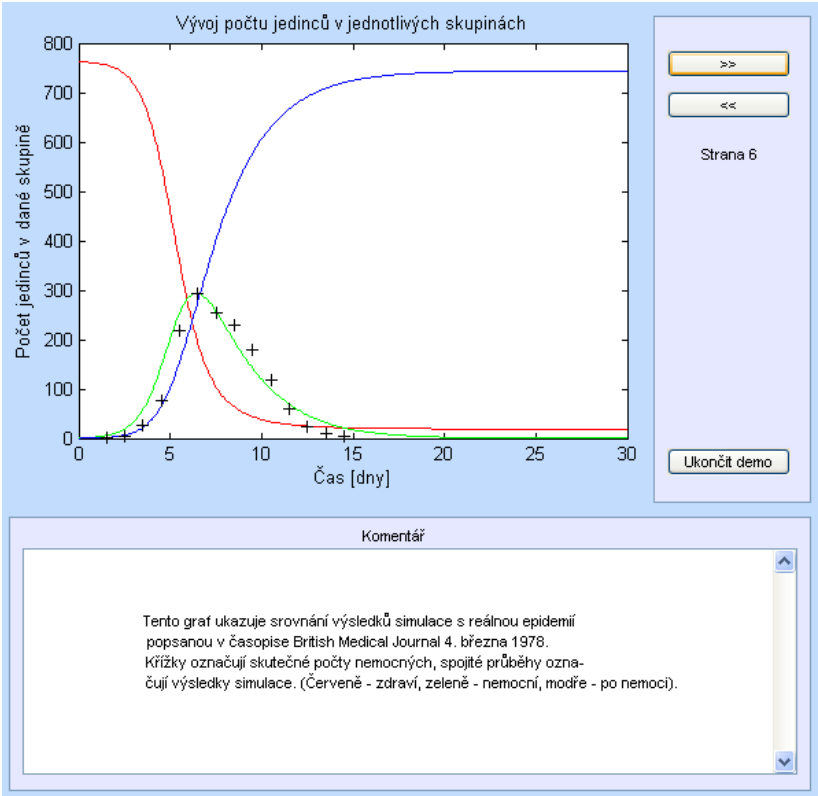
Obr. 5.4. Demo prezentace - KMK model – Strana 3



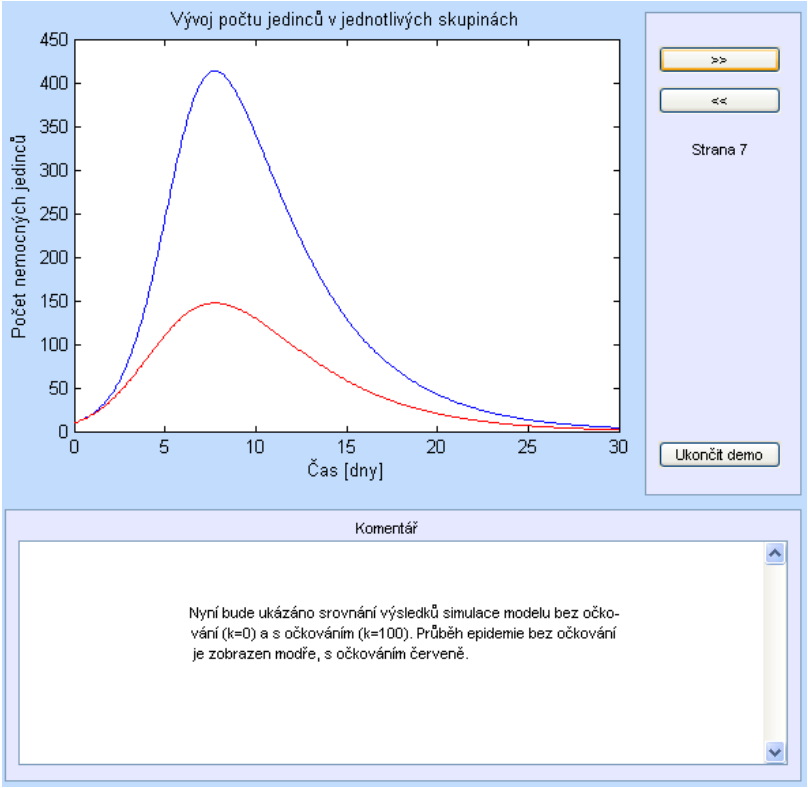
Obr. 5.5. Demo prezentace - KMK model – Strana 4



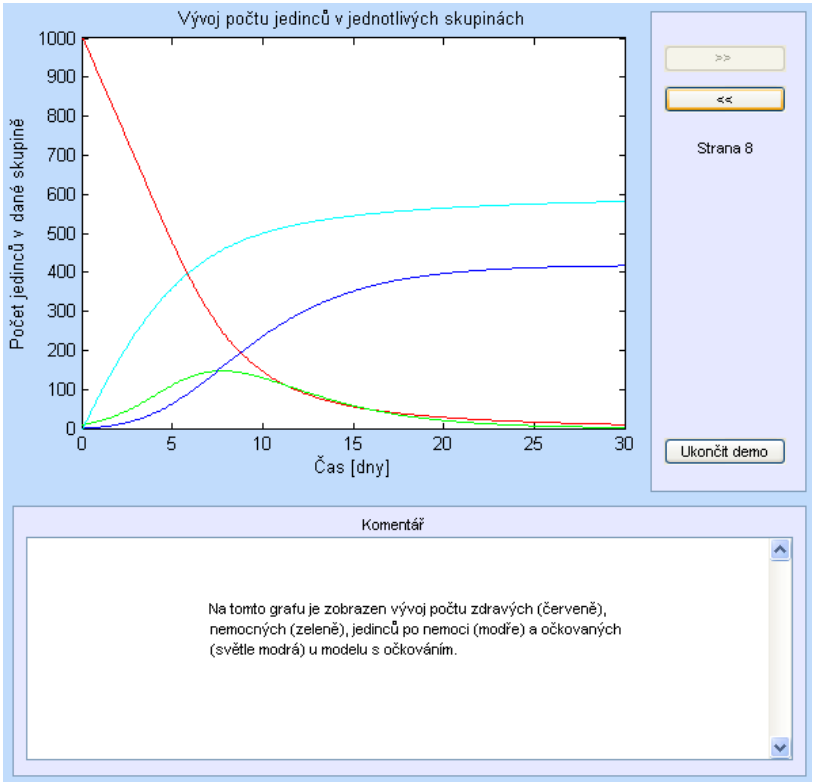
Obr. 5.6. Demo prezentace - KMK model – Strana 5



Obr. 5.7. Demo prezentace - KMK model – Strana 6

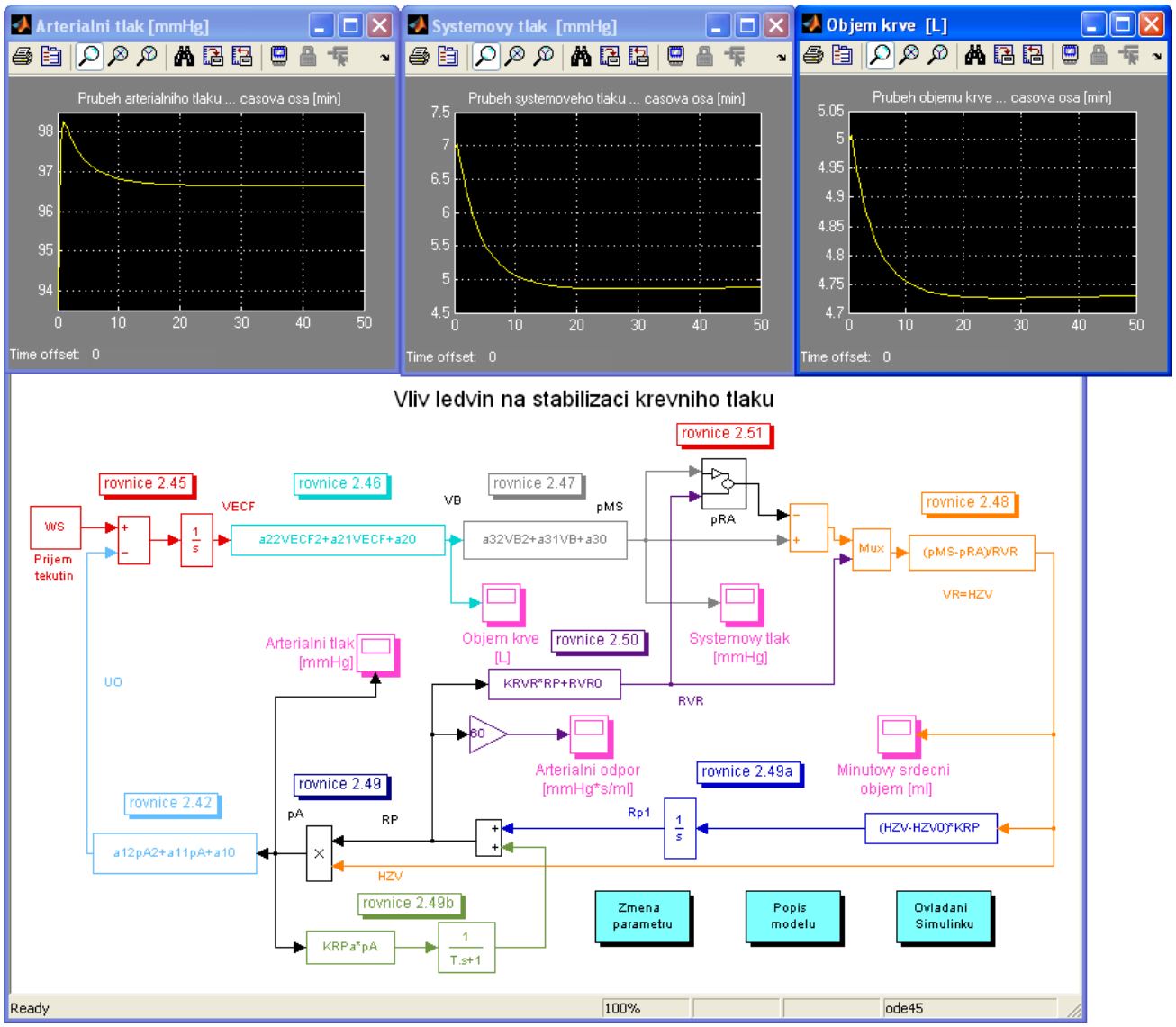


Obr. 5.8. Demo prezentace - KMK model – Strana 7

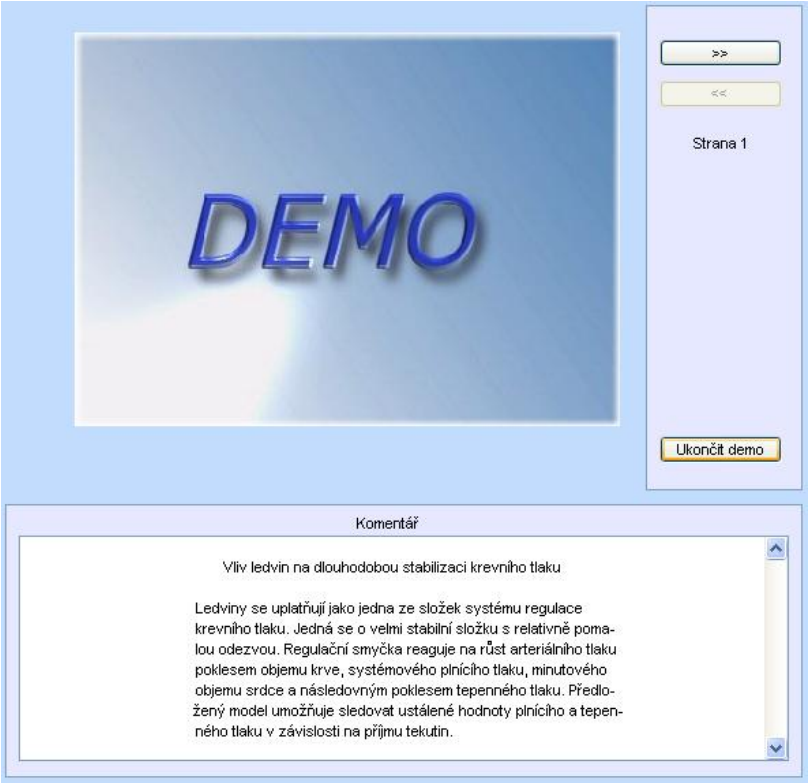


Obr. 5.9. Demo prezentace - KMK model – Strana 8

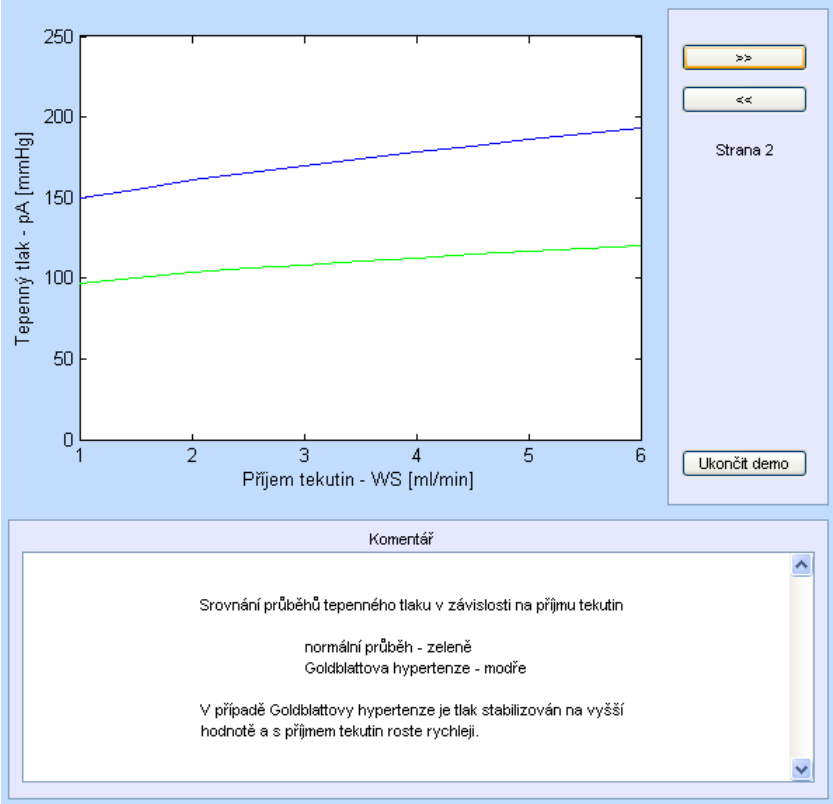
5.2 Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku



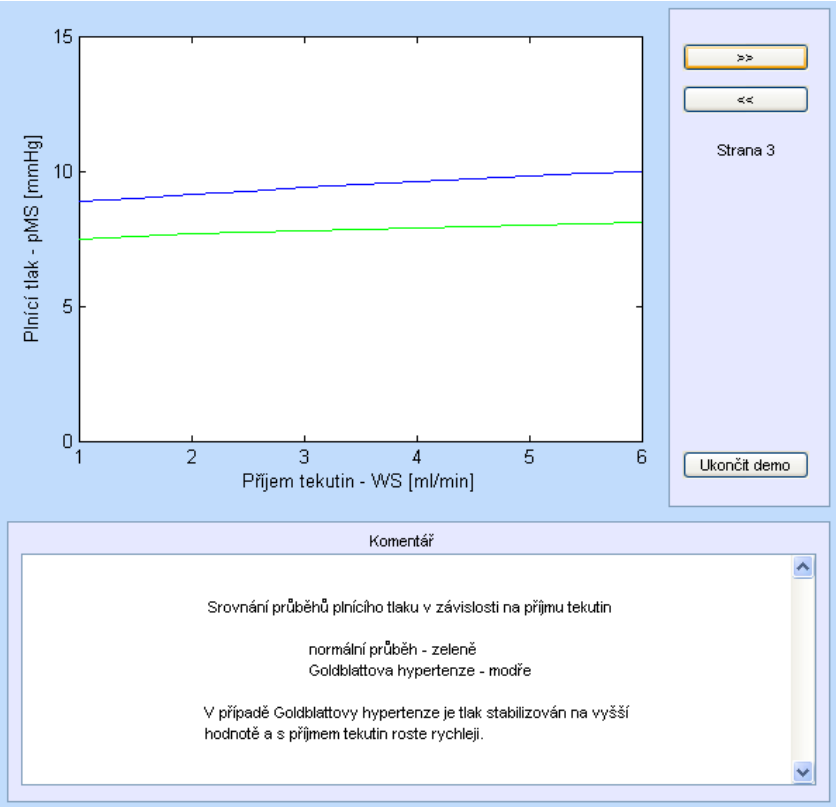
Obr. 5.10. Simulink - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku



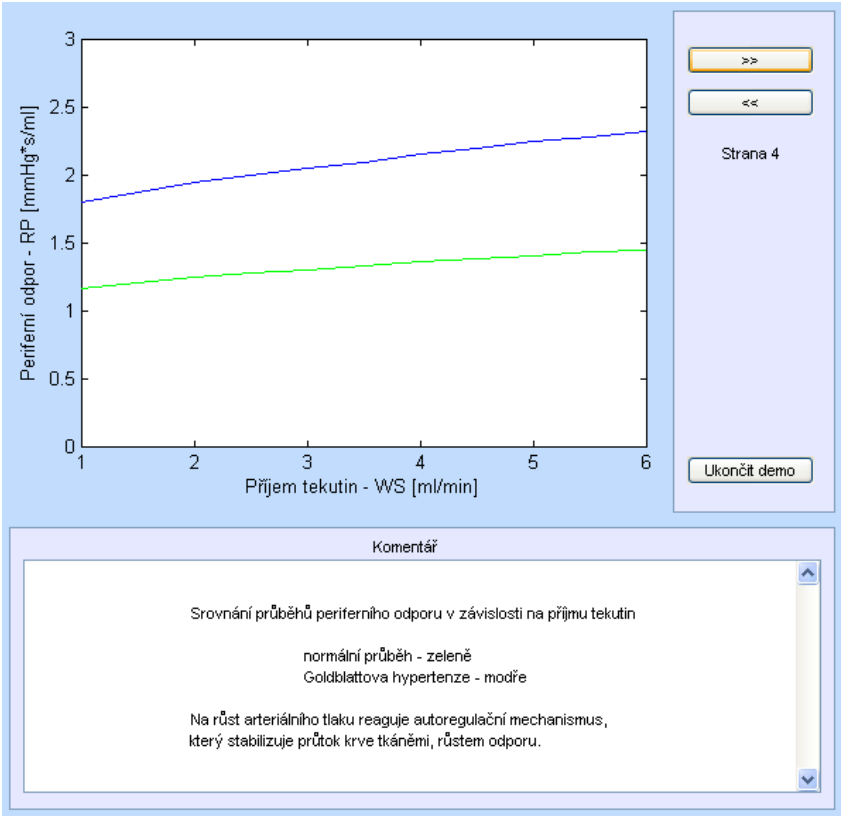
Obr. 5.11. Demo prezentace - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku – Strana 1



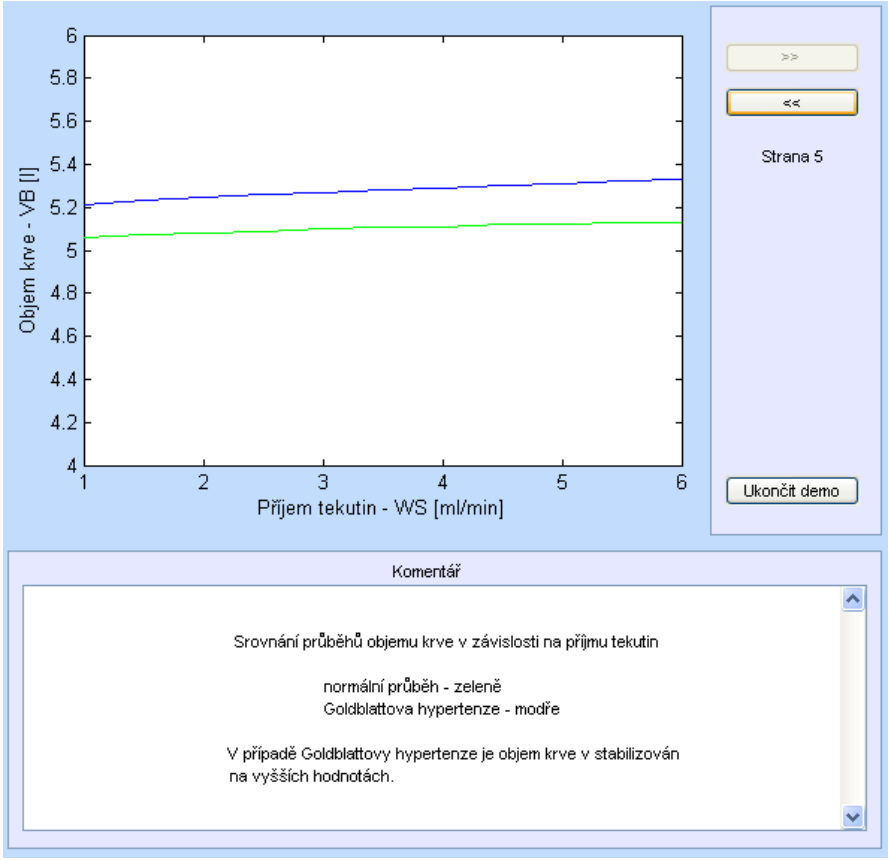
Obr. 5.12. Demo prezentace - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku – Strana 2



Obr. 5.13. Demo prezentace - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku – Strana 3



Obr. 5.14. Demo prezentace - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku – Strana 4



Obr. 5.15. Demo prezentace - Model vlivu ledvin na stabilizaci krevního tlaku – Strana 5

6 Závěr

Výsledkem této diplomové práce je interaktivní katalog modelů pro výuku předmětu Simulace a modelování. Tento katalog byl vytvořen v prostředí MATLAB-Simulink a je koncipován jako otevřený s možností dalšího rozšíření. Katalog umožňuje intuitivní, přehlednou a jednoduchou navigaci mezi instalovanými modely, přidávání nových modelů, editaci a modifikaci všech instalovaných modelů, tvorbu interaktivních demo prezentací z výsledků dosažených simulacemi na modelech. Dále umožňuje editaci a nastavení parametrů modelů, přidání dokumentace k modelům ve formátu PDF, DOC nebo HTML a výuku modelování v Simulinku na barevně rozlišených částech modelů včetně zobrazení modelovaných matematických vztahů.

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. Tyto odkazy umožňují uživateli nejen rychlou orientaci v modelu, ale zároveň i lepší náhled na modelování v Simulinku.

Obsah katalogu vychází z diplomových prací “Katalog modelů orgánů“ od Tomáše Půži a “Katalog biosystémů“ od Jana Příhody. V současné době katalog obsahuje 21 modelů z oblastí Epidemiologie, Fyziologie a Socioekonomie.

K systému byla vydána obsáhlá uživatelská příručka, která obsahuje podrobné informace o systému včetně jeho funkčnosti a možností jeho rozšíření. Tato příručka dále nabízí popis všech instalovaných modelů včetně jejich matematického popisu.

Výhodou systému je intuitivní ovládání, možnosti modifikace a rozšíření, snadná přenositelnost a kompatibilita 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.

Součástí diplomové práce je přiložené CD se zdrojovými kódy, instalátorem a uživatelskou příručkou k programu.

7 Literatura a použité elektronické pomůcky

[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.: *Diplomová práce – Katalog modelů orgánů*: ČVUT Praha, 1995.
[5] Příhoda J.: *Diplomová práce – Katalog biosystémů.* ČVUT Praha, 1995.

elektronické pomůcky

[1] Půža T.: *Diplomová práce – Katalog modelů orgánů* - texty a zdrojové kódy
[2] Příhoda J.: *Diplomová práce – Katalog biosystémů* - texty a zdrojové kódy

použitý software

[1] Matlab verze 7.4.0.287 (R2007a)
[2] Grafický editor - GIMP verze 2.4.5
[3] Program pro tvorbu instalátoru – NSIS verze 2.42

7.1 Obsah přiloženého CD

CD obsahuje následující adresáře a soubory:

/Instalace/	Adresář obsahuje soubory instalace programu Katalog modelů.
/Instalace/cti_me!!!.txt	Soubor obsahuje informace o instalaci a pokyny ke spuštění programu Katalog modelů.
/Instalace/KatalogModelu.exe	Instalátor programu Katalog modelů. Obsahuje průvodce, který provede uživatele kompletní instalací programu. Instalátor obsahuje i zdrojové kódy programu.
/Instalace/KatalogModelu.zip	Rozbalovací ZIP archív s instalací programu Katalog modelů. Archív obsahuje i zdrojové kódy programu.
/Dokumentace/	Adresář obsahuje uživatelskou příručku k programu.
/Dokumentace/index.html	Soubor spouští uživatelskou příručku k programu.
/DP_2009_Onderka_Patrik.pdf	Soubor obsahující dokument ve formátu PDF.