

# DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS WIZARD V PROSTREDÍ MATLAB & SIMULINK

*Gabriel Hulkó, Cyril Belavý, Štefan Cibiri*

Katedra automatizácie a merania, Strojnícka fakulta STU Bratislava

## Abstrakt

V článku je prezentovaný **DPS Wizard** pre third-party MathWorks produkt **Distributed Parameter Systems Blockset for MATLAB & Simulink**. **DPS Wizard** v režime step-by-step udáva postup pre zostavovanie a nastavenie riadiacich obvodov s rozloženými parametrami. Sú to kroky pre zadávanie geometrie riadeného systému s rozloženými parametrami, pre zadávanie a prezentáciu dynamiky riadeného systému. Samostatné kroky sú venované identifikácii, syntéze riadenia v časovej a priestorovej závislosti, resp. k zostaveniu celého riadiaceho obvodu s rozloženými parametrami.

**DPS Wizard** v prostredí MATLAB & Simulink obsahuje päť modelových úloh s prednastavenými parametrami pre podrobnú demonštráciu úloh zostavovania a nastavovania systémov riadenia s rozloženými parametrami

## 1. Úvod

Mohutný rozvoj informačných technológií vytvára široký priestor pre intenzívne využívanie metód a softvérových produktov pre 3D numerickú analýzu dynamiky reálnych systémov s rozloženými parametrami v rôznych oblastiach technickej praxe. V súčasnosti tieto sofistikované metódy a nástroje dynamickej analýzy vzbudzujú značný záujem odbornej ale aj laickej verejnosti. Atraktívne časovo-priestorové 3D animácie znamenajú veľkú výzvu aj pre odbornú komunitu z oblasti riadenia pre riadenia týchto systémov...

V rámci vysokoškolskej výchovy v súčasnosti prakticky každý študent technickej, resp. prírodovedeckej fakulty sa oboznamuje s numerickými metódami dynamickej analýzy a dostáva sa do kontaktu so špecializovanými softvérovými produktmi: ANSYS, FEMLAB, FLUENT, MODFLOW, PM-SYSTEMS.... Desaťtisíce predaných licencií týchto softwarových produktov svedčí o masovom záujme priemyselnej praxe o štúdium dynamických charakteristík v časovo-priestorovej závislosti. - Znamená to vlastne masový záujem o systémy s rozloženými parametrami aj keď sa pritom fakticky o systémoch s rozloženými parametrami explicitne ani nehovorí...

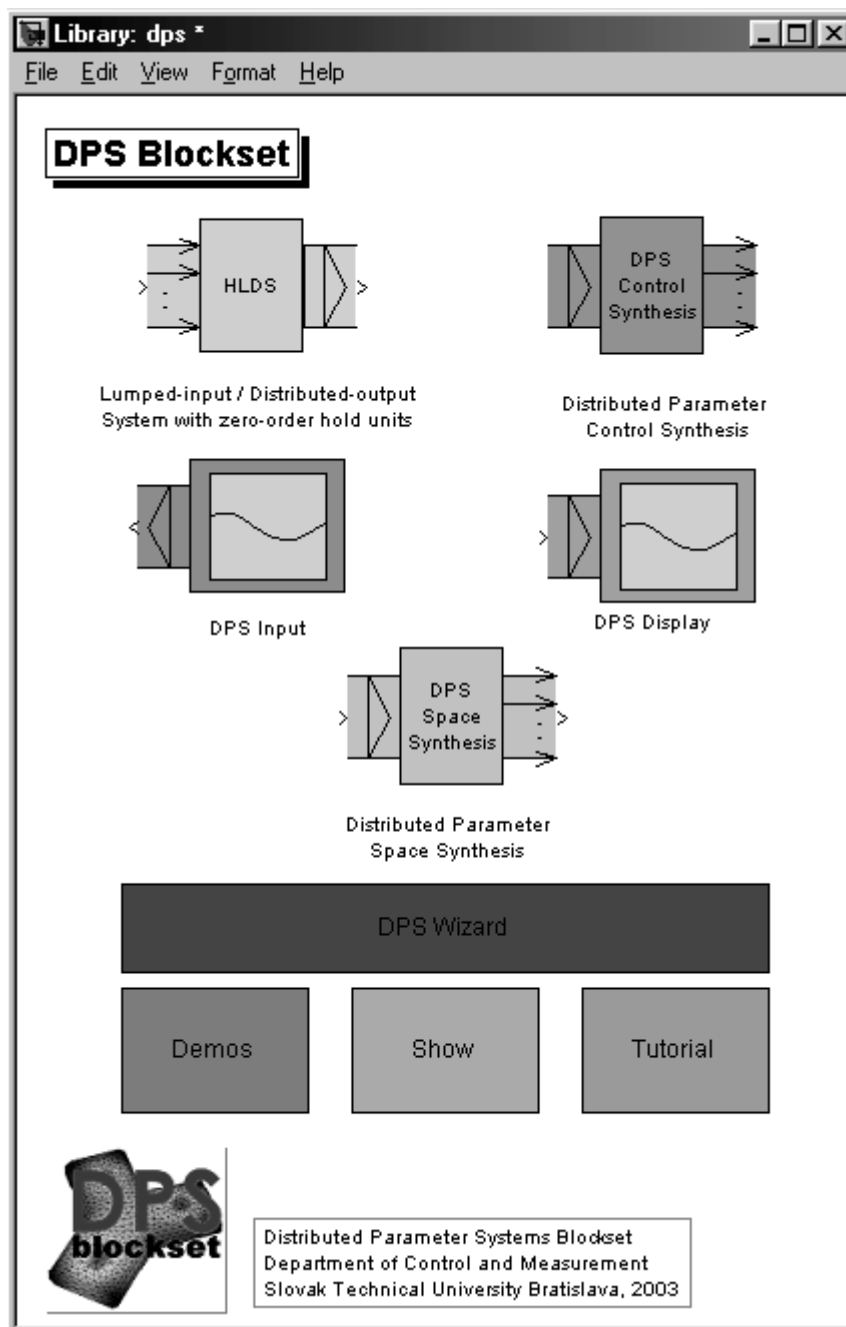
Práve preto výchova inžinierov v oblasti riadenia má reagovať na tento významný nový trend v technických disciplínach a ponúknuť pre univerzitnú vyúku ako aj pre inžiniersku komunitu flexibilné metódy modelovania, riadenia a návrhu sústav s rozloženými parametrami.

Pre zabezpečenie širokej dostupnosti na web stránke [www.DPScontrol.sk](http://www.DPScontrol.sk) bolo zostavené control design environment: **Distributed Parameter Systems**, ktorý ponúka na metodologickej úrovni internetovú monografiu, tutorial a motivačné príklady. Na softvérovej úrovni ponúka **Distributed Parameter Systems Blockset for MATLAB & Simulink** spolu s **DPS Wizardom** pre demonštráciu postupu zostavovania a nastavovania riadiacich obvodov s rozloženými parametrami. Súčasťou control design environmentu je aj internetová služba **Interactive Control**, ktorá ponúka formuláciu a riešenie modelových úloh riadenia dynamických sústav zadávaných numerickými štruktúrami na zložitých 3D oboroch definície cez internet.

## 2. DPS Blockset for MATLAB & Simulink – third-party MathWork produkt

Pri koncipovaní **DPS Blockset-u** bola snaha ukázať aktuálne možnosti inžinierskej teórie systémov s rozloženými parametrami a vzbudiť záujem o tieto systémy pomocou motivačných a demonštračných príkladov v blokoch **Show** a **Demos**, resp. pomocou bloku **DPS Wizard**, ktorý v režime step-by-step uvádza metodický postup zostavovania a nastavovania riadiacich obvodov s rozloženými parametrami. Na strane užívateľa sa predpokladajú iba základné znalosti z analýzy dynamiky, princípov a metód riadenia.

**DPS Blockset**, obr.1, celkove obsahuje bloky: **Demos**, **Show**, **Tutorial**, **DPS Wizard**, **HLDS**, **DPS Control Synthesis**, **DPS Space Synthesis**, **DPS Input** a **DPS Display**.



Obr. 1 DPS Blockset

### **3. Distributed Parameter Systems Wizard**

Blok **DPS Wizard** demonštruje postup zostavovania a nastavovania systémov riadenia s rozloženými parametrami. Pritom vo väzbe na príklady **Demos** vedie užívateľa v režime step-by-step po metodologickej línii metodológie prezentovanej v **Tutoriáli**.

#### **1. krok - úvod**

Úvodné okno so stručným popisom je na obr. 2. Po načítaní dát nasleduje v 1. kroku možnosť výberu jednej z 5 ponúkaných úloh 1D až 3D analýzy dynamiky, na obr. 3 je to ohrev kovového telesa zložitého tvaru.

#### **2. krok - geometria**

Geometria analyzovaného systému. Dynamika systému je modelovaná numericky metódou konečných prvkov (MKP). Rozloženie uzlov siete rešpektuje umiestnenie jednotlivých sústredených vstupných veličín, obr. 4.

#### **3. krok - dynamika**

Dynamika analyzovaného systému. V tomto prípade získame rozložené dynamické charakteristiky od jednotlivých vstupov, obr. 5, teplotné polia v ustálenom stave od jednotlivých vstupov.

#### **4. krok - dynamické charakteristiky**

Analýza rozložených a sústredených prechodových a impulzných charakteristík od jednotlivých vstupov, obr. 6.

#### **5. krok - identifikácia**

Identifikácia časových zložiek dynamiky riadeného systému, obr. 7, kde je identifikácia parciálnych dynamických charakteristík je riešená Pronyho metódou.

#### **6. krok - časová zložka syntézy riadenia**

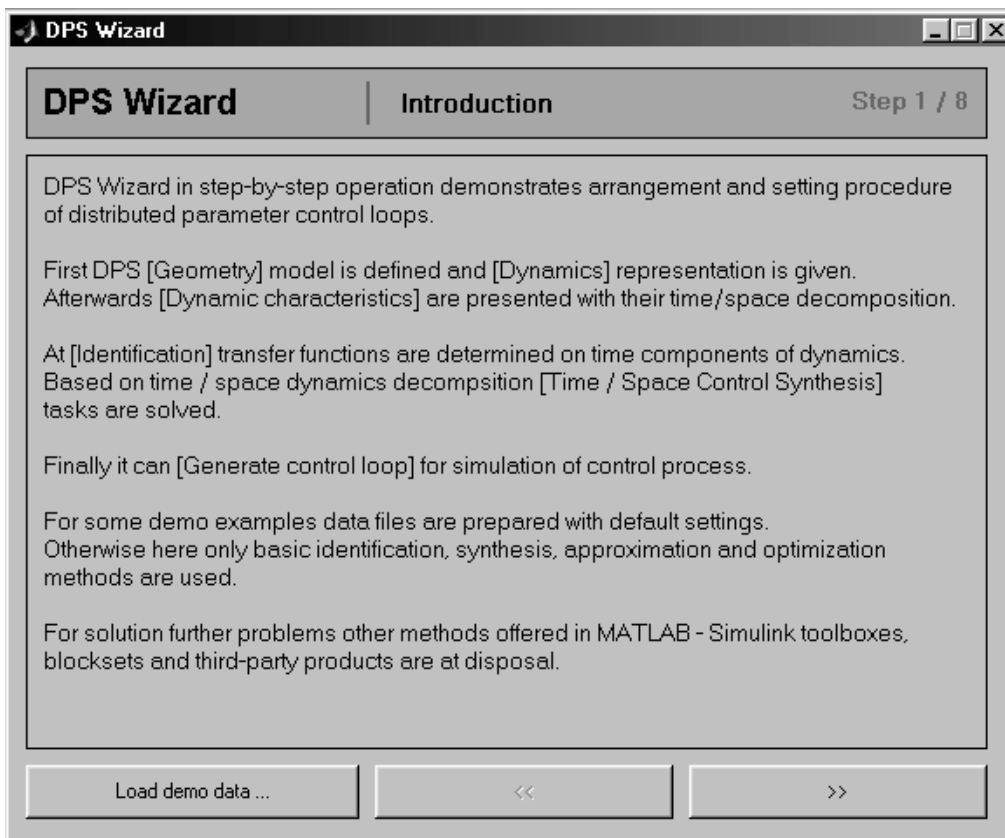
Syntéza jednoparametrových riadiacich obvodov na základe dynamiky parciálnych prechodových charakteristík, obr. 8. Možnosť voľby metódy syntézy riadenia (manuálne nastavenie parametrov PID regulátorov, ITAE kritérium a pod.), časového horizontu riadenia...

#### **7. krok - priestorová zložka syntézy riadenia**

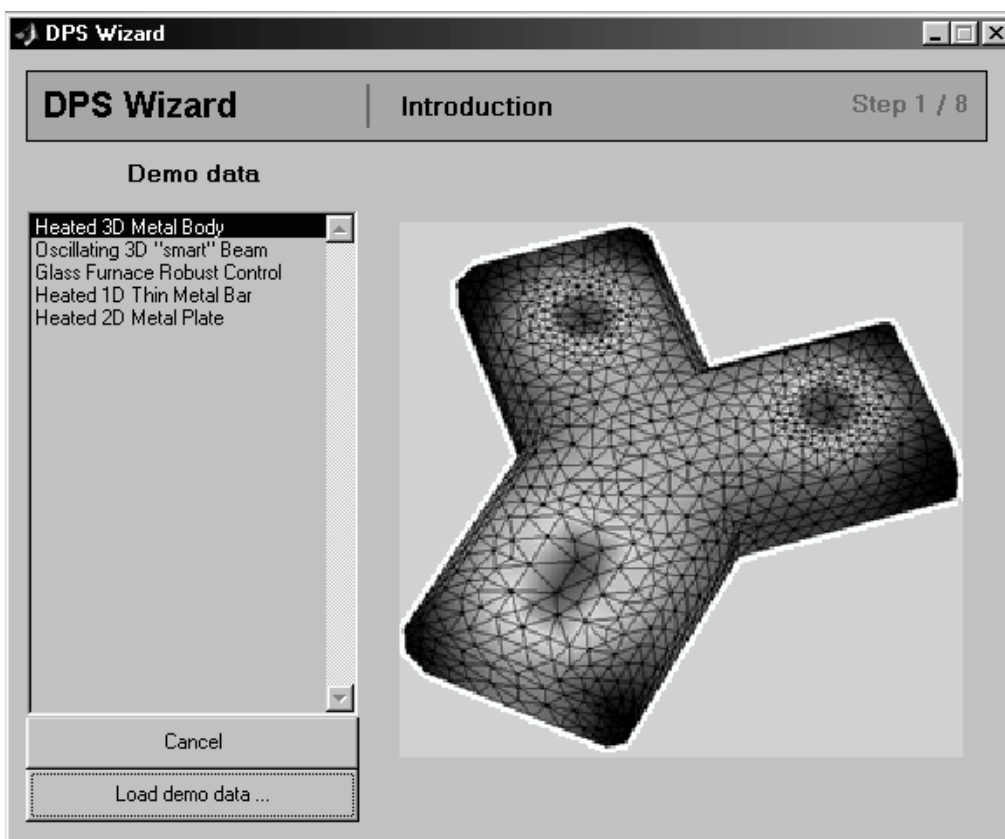
Priestorová zložka syntézy riadenia je riešená metódami aproximácie. Možnosť voľby váhovania aproximačných koeficientov, obr. 9.

#### **8. krok - generovanie obvodu riadenia s rozloženými parametrami**

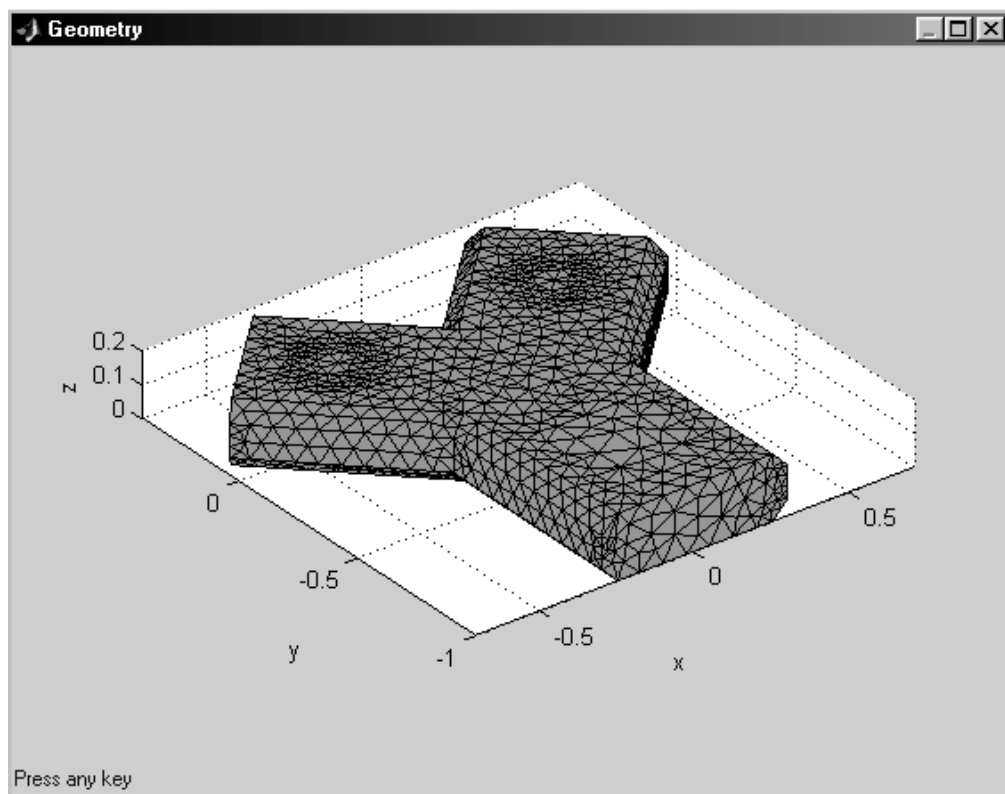
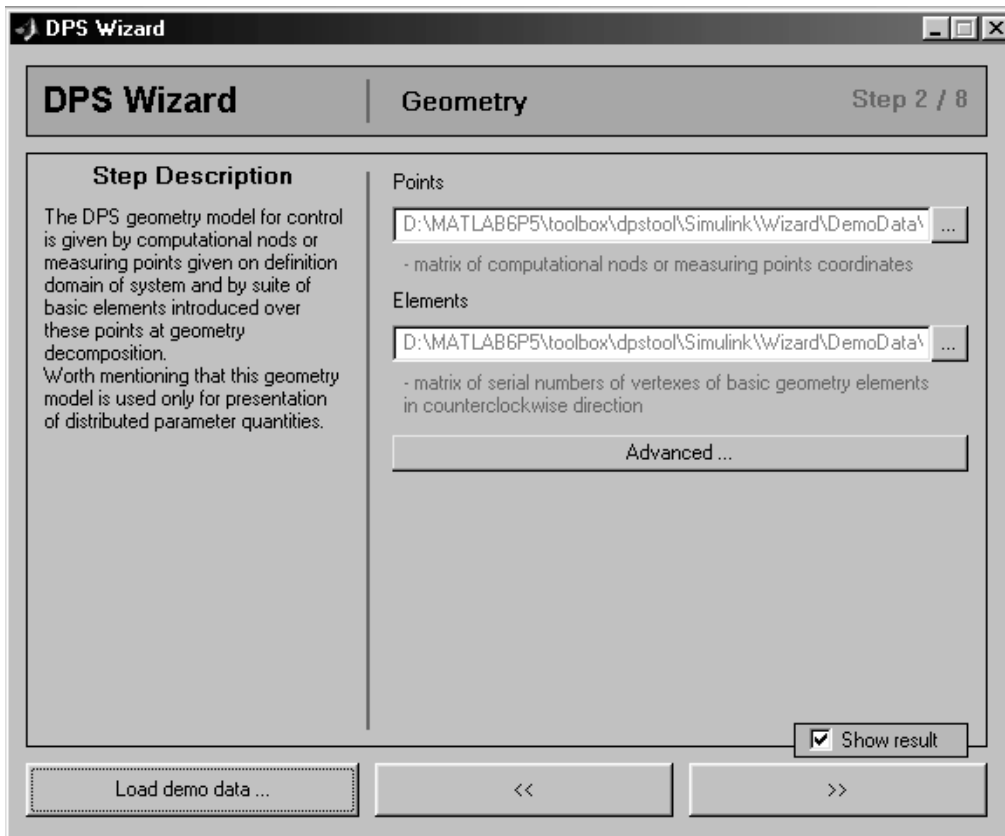
Obvod riadenia s rozloženými parametrami je vygenerovaný ako výsledok predchádzajúcich krokov a uvedeného step-by-step postupu. Vytvorený obvod riadenia je uložený pod zvoleným menom, obr. 10, súbor result. Schéma obvodu riadenia s rozloženými parametrami a výsledky procesu riadenia teplotného poľa sú na obr. 11. Celkovým ukazovateľom kvality riadenia je kvadratická norma odchýlky riadenia určená v každom časovom kroku.



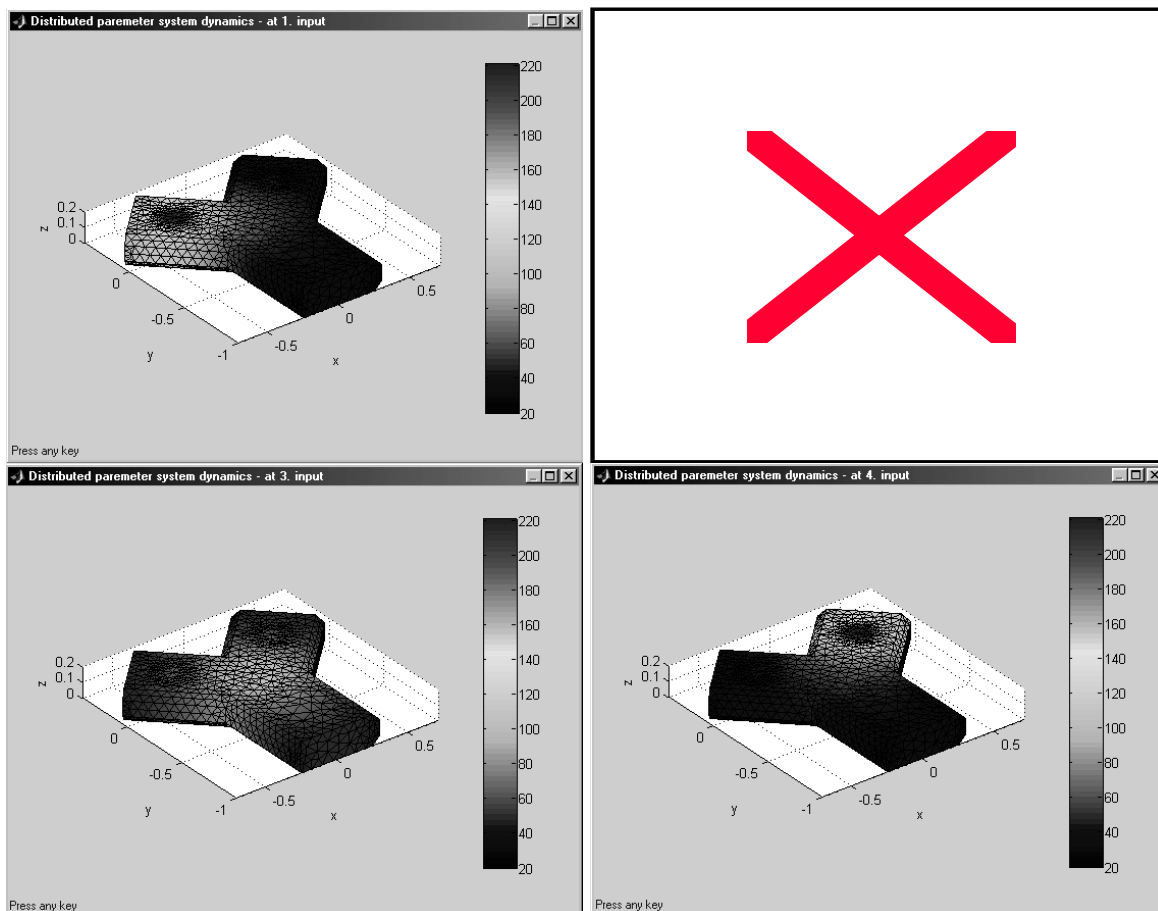
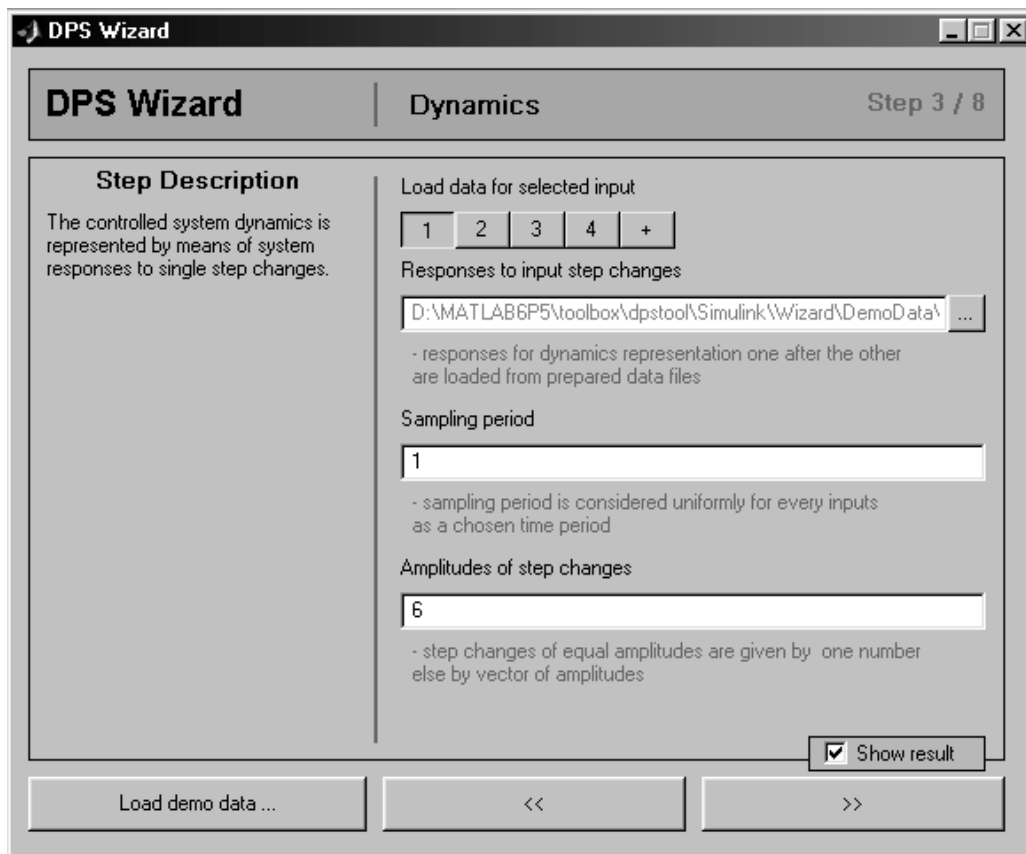
Obr. 2 Úvodné okno DPS Wizard



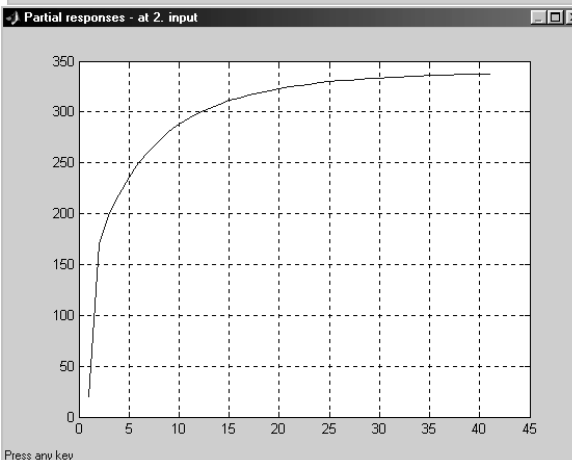
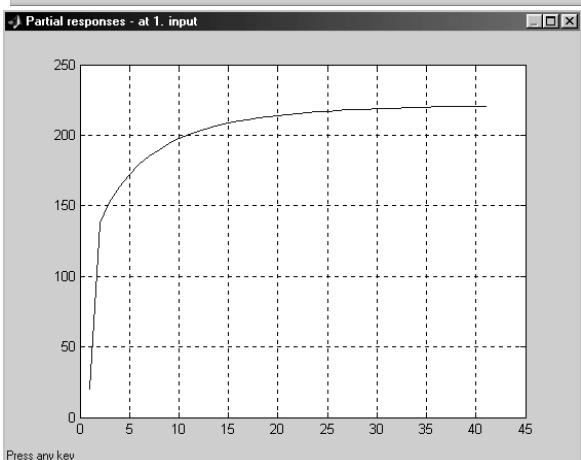
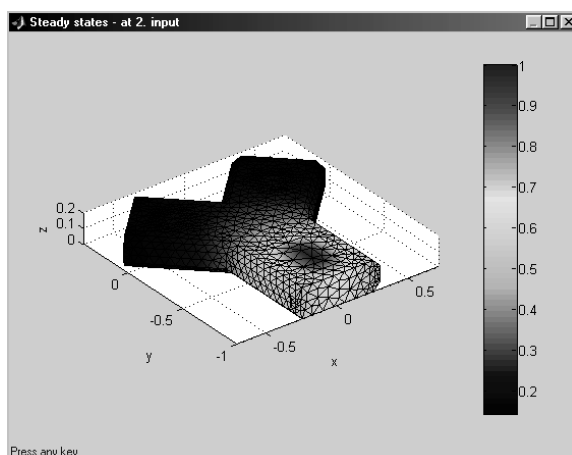
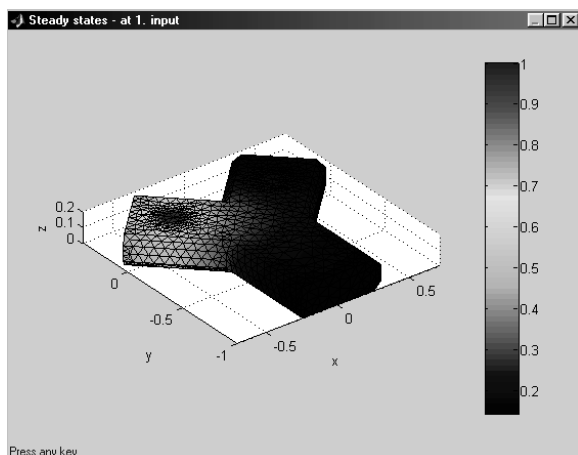
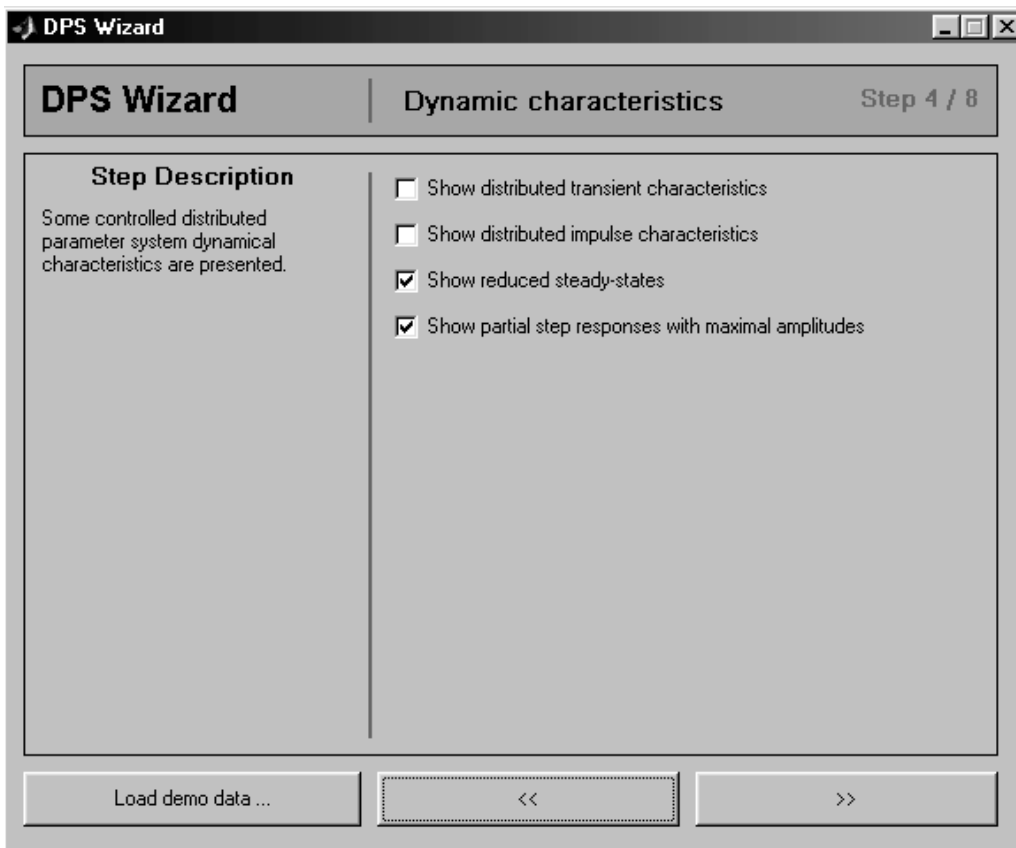
Obr. 3 Výber riešenej úlohy - ohrev 3D kovového telesa



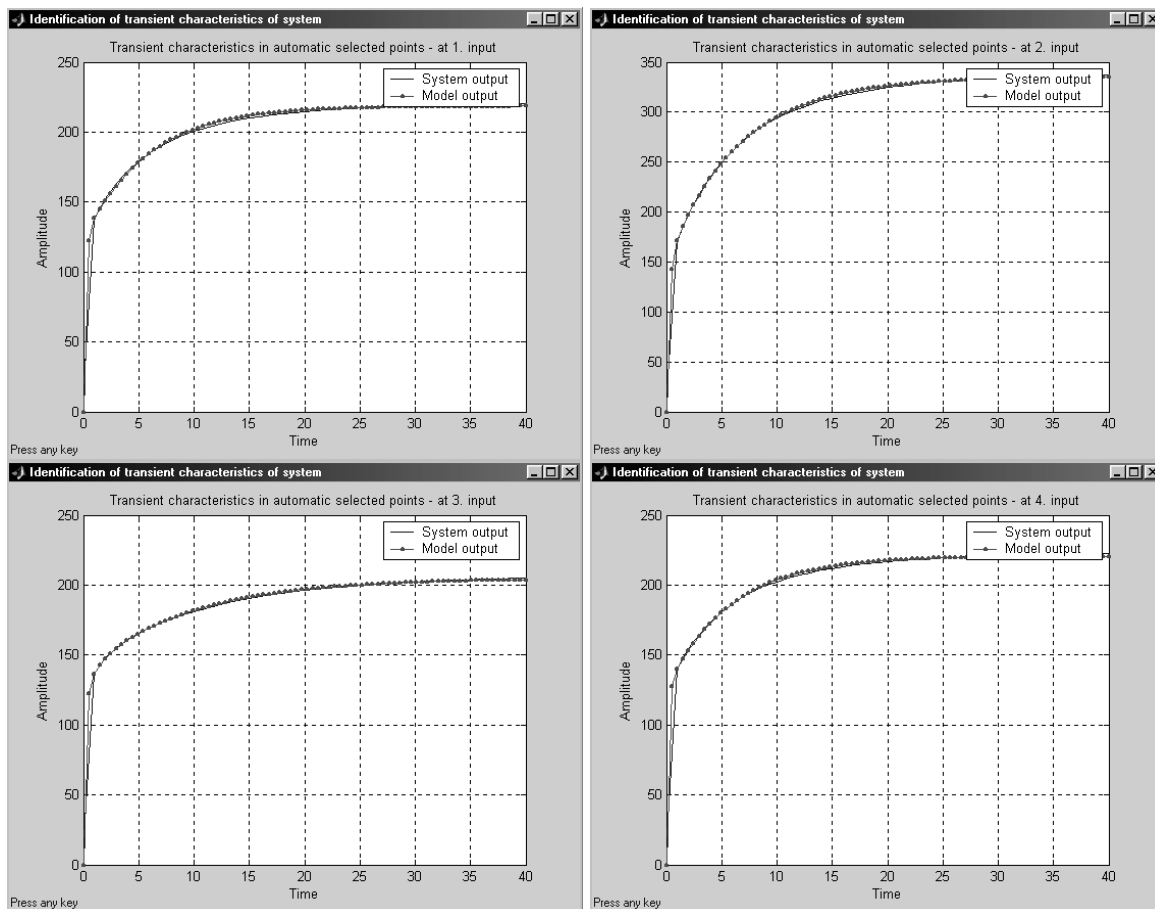
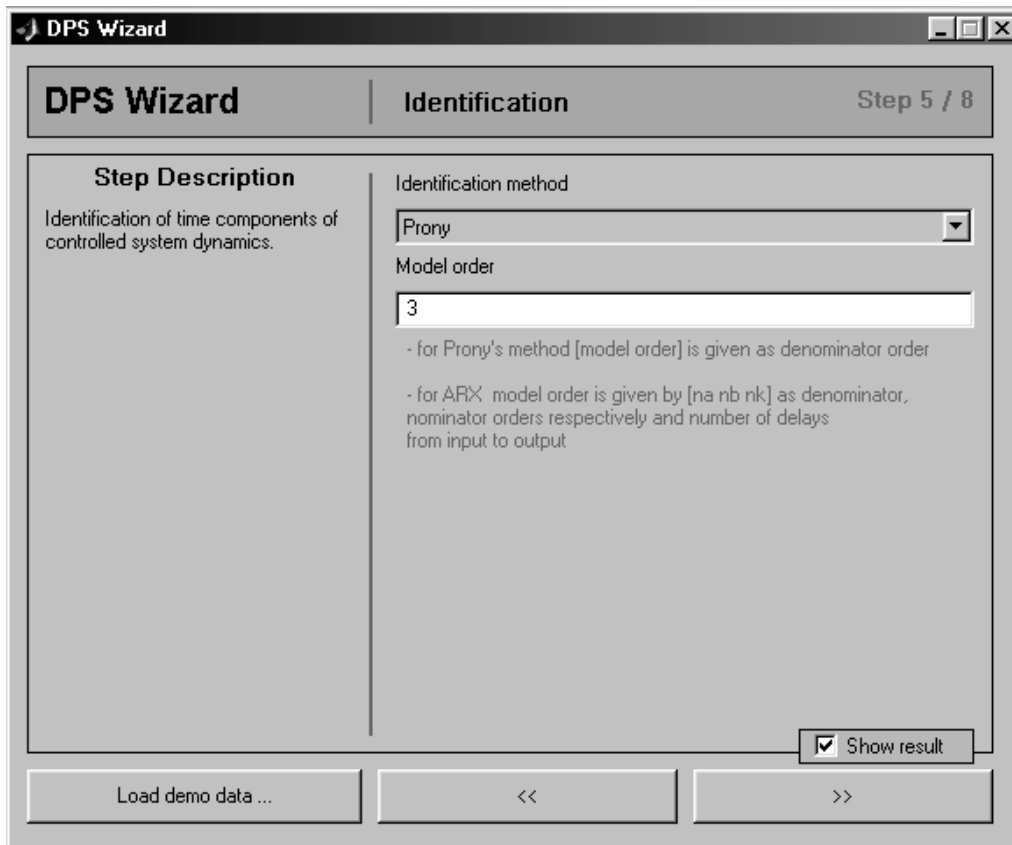
*Obr. 4 Geometria ohrievaného telesa*



Obr. 5 Teplotné polia od jednotlivých vstupov

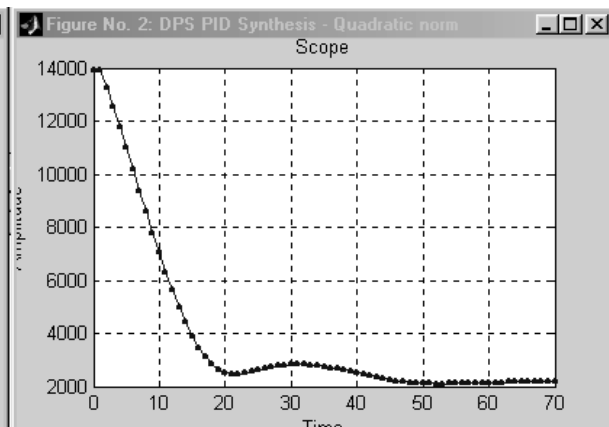
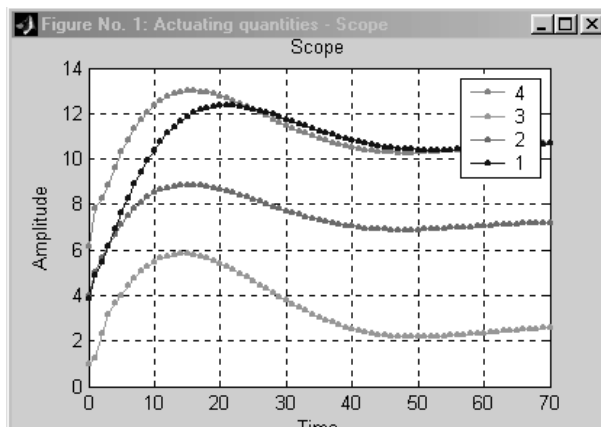
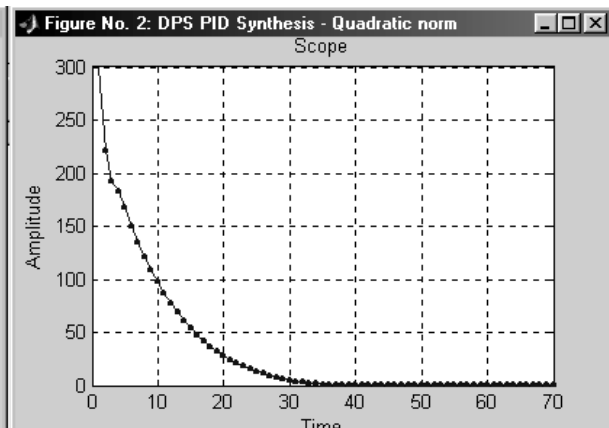
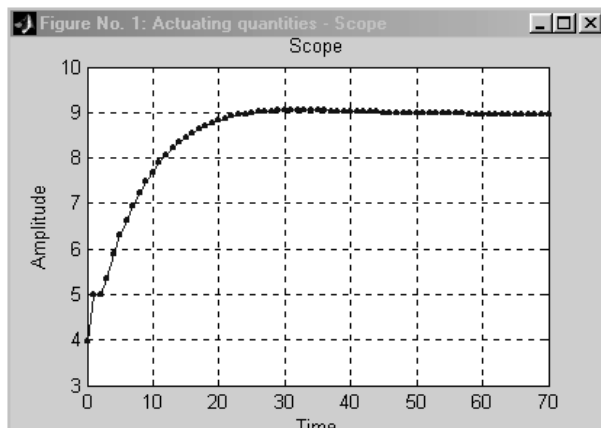
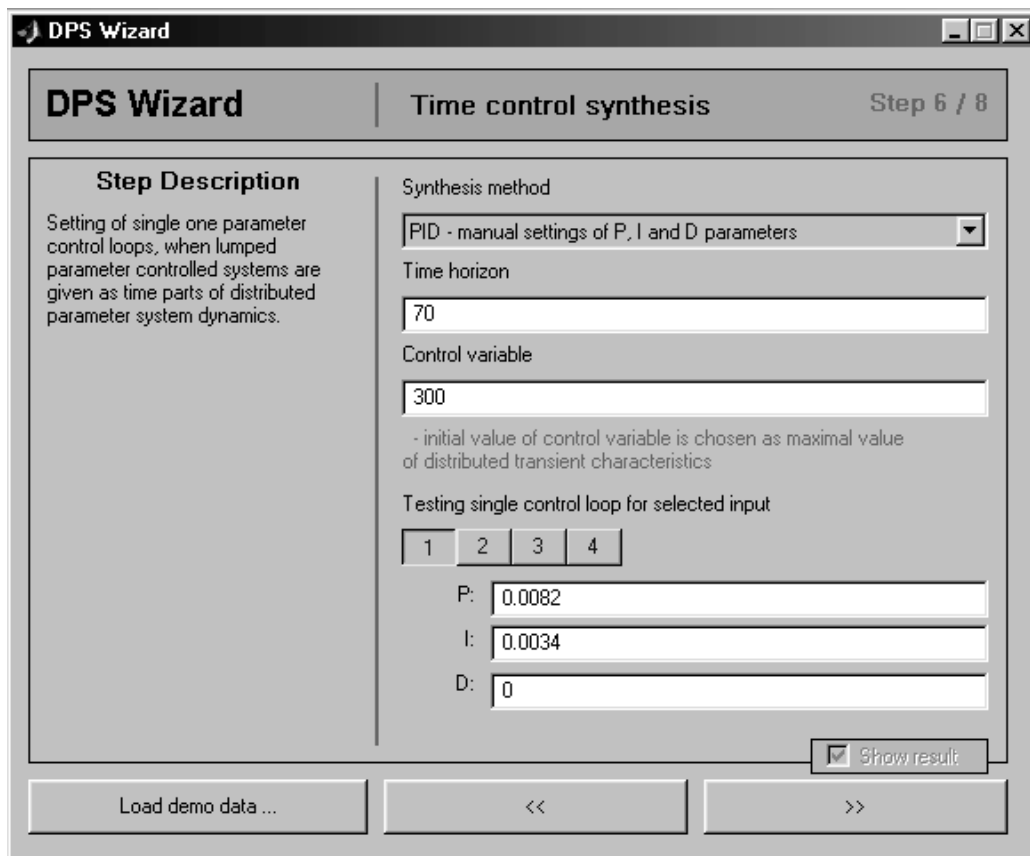


Obr. 6 Rozložené a sústredené dynamické charakteristiky od vstupu č. 1 a 2

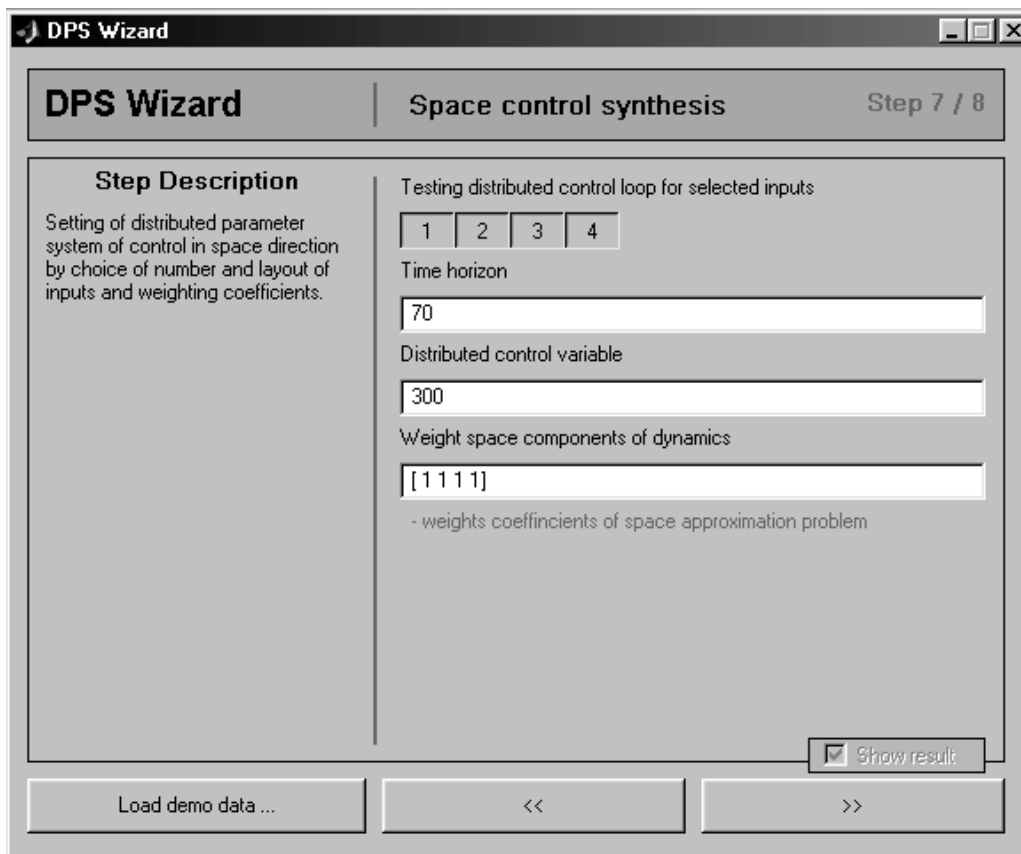


Obr. 7 Identifikácia parciálnych prechodových charakteristik





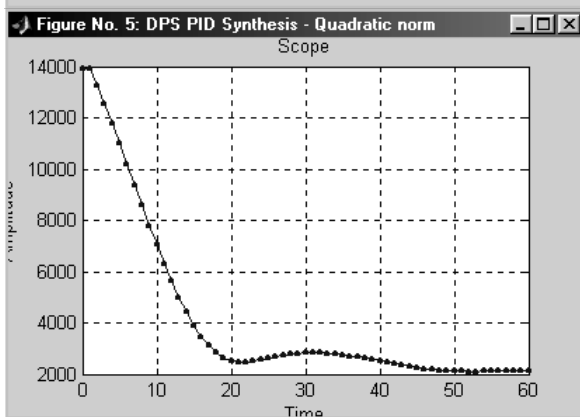
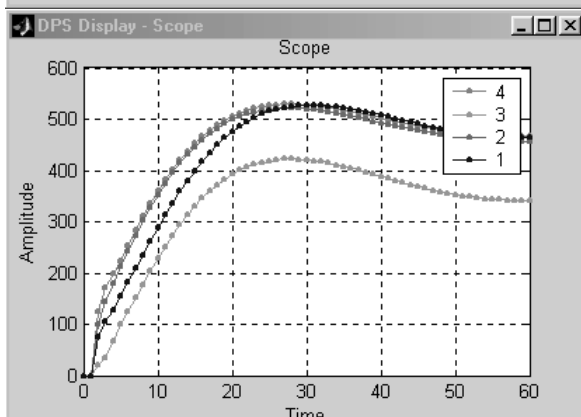
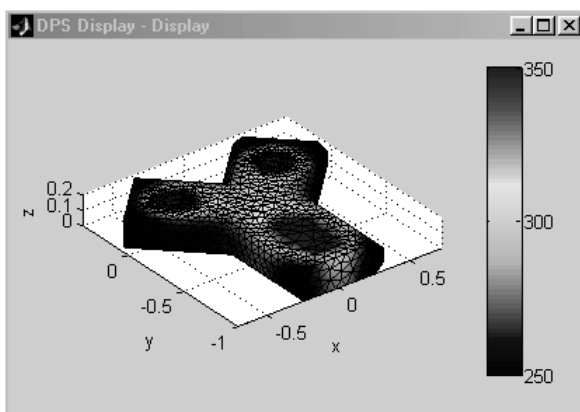
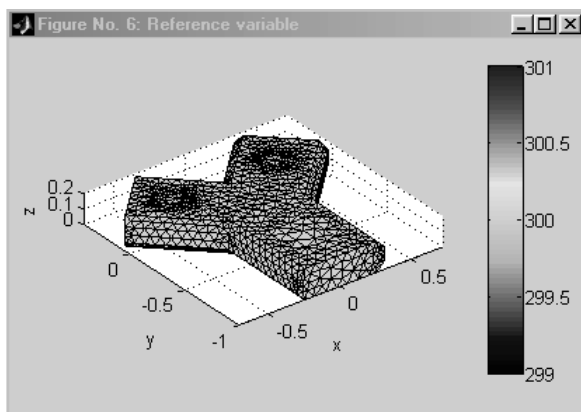
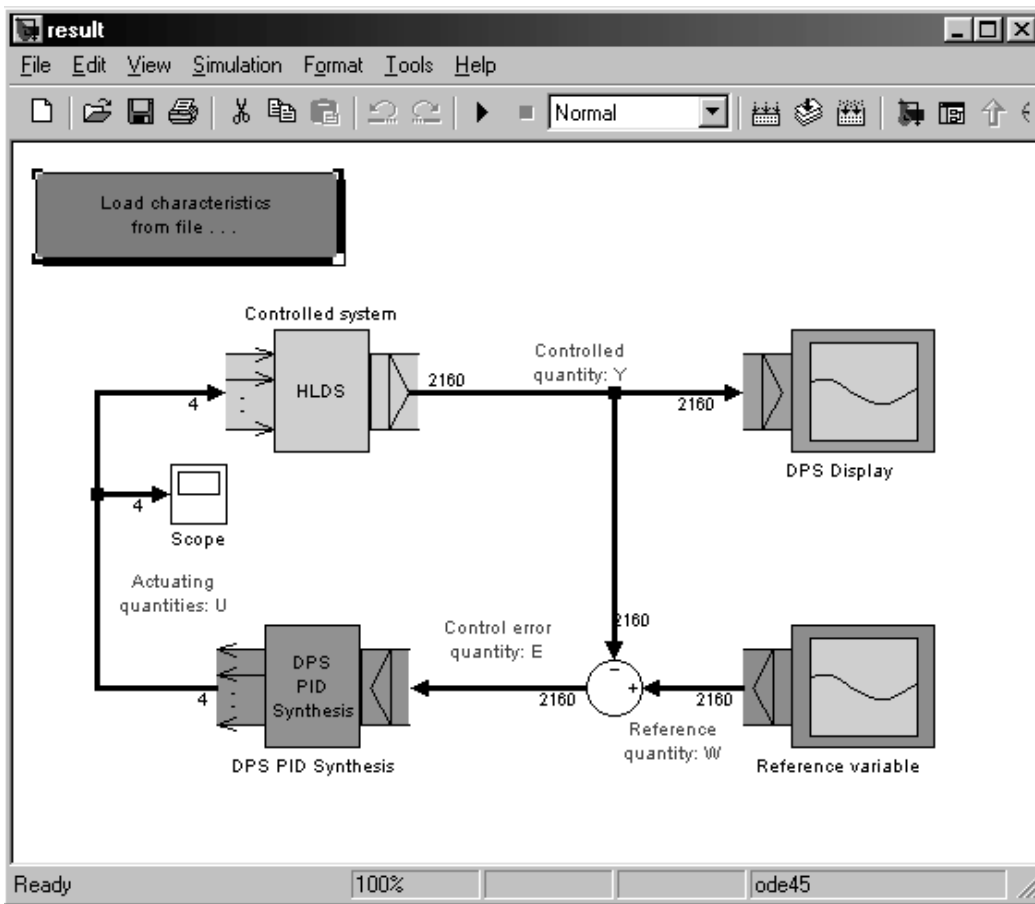
Obr. 8 Časová zložka syntézy riadenia - akčné veličiny a kvadratická norma odchýlky



Obr. 9 Priestorová zložka syntézy riadenia



Obr. 10 Záverečné okno - generovanie obvodu riadenia



Obr. 11 Vytvorený obvod riadenia s rozloženými parametrami a výsledky procesu riadenia teplotného poľa

#### 4. Záver

**DPS Wizard** demonštruje možnosti inžinierskych metód riadenia systémov s rozloženými parametrami a dáva postup pre riešenie modelových úloh riadenia z inžinierskej praxe. Cieľom **DPS Wizard-u** je ukázať inžinierskej komunite jednoduché možnosti ako využiť dynamické charakteristiky, získané numerickou analýzou na zložitých 3D oboroch definície pre riadenie systémov s rozloženými parametrami.

#### PodĎakovanie

Článok bol pripravený pri grantovej podpore VEGA projektu: 1/9278/02 - Riadenie systémov zadaných numerickými štruktúrami na zložitých oboroch definície s demonštráciami cez internet a grantovej podpore Agentúry na podporu vedy a techniky projektu APVT-51-011602 – Modelovanie, riadenie a simulácia distribuovaných výrobných systémov.

#### Literatúra

- HULKÓ, G. et al.: *Modeling, Control and Design of Distributed Parameter Systems with Demonstrations in MATLAB*. Bratislava : Publishing House of STU, 1998.
- HULKÓ, G. et al.: DEMODPS. Bratislava : Publishing House of STU, 1999.
- HULKÓ, G. et al.: DPSTOOL. Bratislava : Publishing House of STU, 1999.
- HULKÓ, G. et al.: [www.dpscontrol.sk](http://www.dpscontrol.sk) Distributed Parameter Systems Control. Web stránka, dátum registrácie: október 2001.
- HULKÓ, G. et al.: *Control of Continuum Mechanical Systems*. Internetová anglicko/slovenská monografia, Bratislava : Publishing House of STU, 2002.
- HULKÓ, G. et al.: Interactive Web-based learning services for control of dynamical systems given on complex definition domains. In: *Preprints of 6th IFAC Symposium on Advances in Control Education*. Oulu, Finland, 2003.
- HULKÓ, G., BELAVÝ, C.: PID Control of Distributed Parameter Systems. In: *Preprints of the IFAC Conference Control Systems Design '03*, Bratislava, 2003.
- HULKÓ, G. et al.: Distributed Parameter Systems Blockset v prostredí MATLAB – Simulink. In: *Zborník príspevkov 11. Ročníka konferencie MATLAB 2003*, Praha, 2003, ISBN 80-7080-526-9.

#### Kontaktné informácie:

Prof. Ing. Gabriel Hulkó, DrSc.  
Katedra automatizácie a merania  
Strojnícka fakulta STU Bratislava  
Námestie Slobody 17, 812 31 Bratislava  
Tel.: +421 2 57294343, Fax: +421 2 52495315,  
e-mail: [gabriel.hulko@stuba.sk](mailto:gabriel.hulko@stuba.sk)