

DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS BLOCKSET V PROSTŘEDÍ MATLAB - Simulink

Gabriel HULKÓ, Štefan CIBIRI, Cyril BELAVÝ, Ivan HURÁK, Michal ONDER, Peter VÉGH

Katedra automatizácie a merania, SjF STU Bratislava

Abstrakt

V článku je prezentovaný **Distributed Parameter Systems Blockset** v prostredí MATLAB - Simulink pre formuláciu a riešenie úloh modelovania, riadenia a návrhu systémov s rozloženými parametrami pomocou metód grafického programovania.

Abstract

In the paper the **Distributed Parameter Systems Blockset** in MATLAB-Simulink is presented. It is an environment for formulation and solution of modeling, control and design problems of distributed parameter systems by means of graphical programming.

Kľúčové slová

Systémy s Rozloženými Parametrami (SRP); Systémy so Sústredeným vstupom a Rozloženým výstupom (SSR); Rozklad dynamiky; Rozklad syntézy riadenia; Súbor blokov.

Keywords

Distributed Parameter Systems (DPS); Lumped-input / Distributed-output Systems (LDS); Decomposition of dynamics; Decomposition of control synthesis; Blockset.

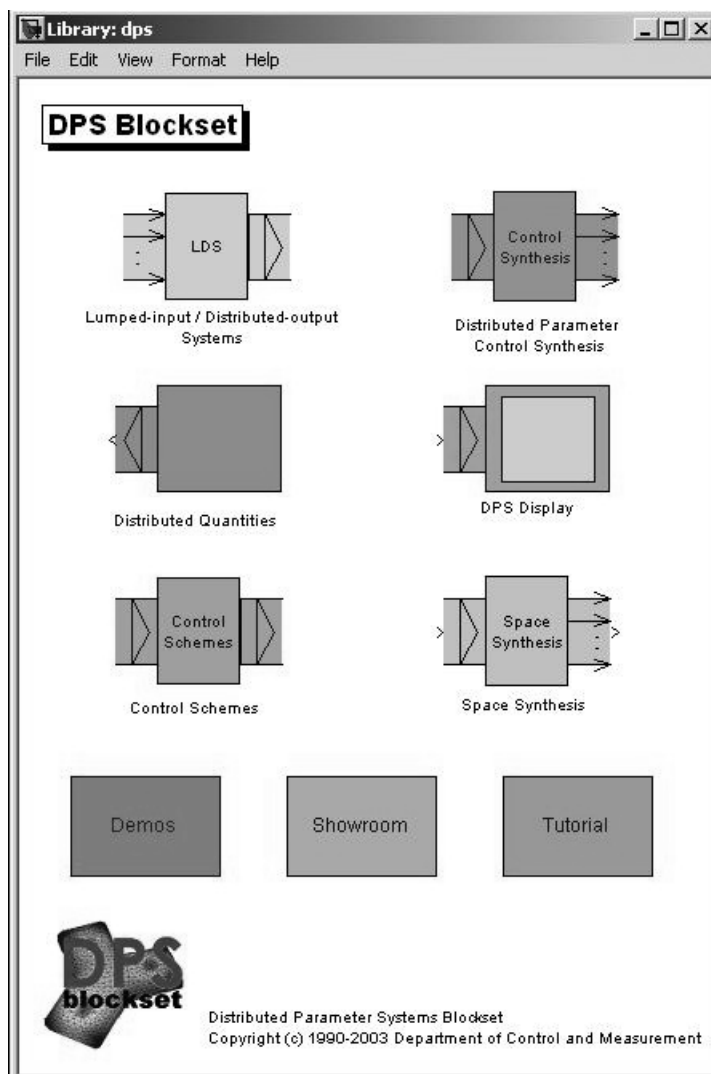
1. ÚVOD

Búrlivý rozvoj výpočtovej techniky otvára široký priestor pre numerickú analýzu dynamiky javov a procesov pomocou softvérových produktov: ANSYS, FEMLAB, FLUENT, MODFLOW,... Napríklad v strojárstve sa bežne vyšetrujú účinky rôznych zaťažení pôsobiacich na súčiastky zložitých tvarov, pri chemických technológiách pohyb pracovných médií v zložitých zariadeniach, v životnom prostredí difúzie nečistôt v spodných vodách znečistených lokalít,...

Vo všeobecnosti sa tu jedná o analýzu dynamiky pohybu hmoty na zložitých oboroch definície. Z pohľadu teórie systémov a riadenia sa jedná vlastne o systémy s rozloženými parametrami. V súčasnosti sme svedkami paradoxnej situácie. Inžinierska prax podrobne pozná vyšetrované rozložené dynamické charakteristiky, ale ich nevyužíva pre účely riadenia. Hlavným cieľom **Blockset-u** je ukázať prístupným spôsobom v prostredí MATLAB - Simulink široké možnosti pre formuláciu a riešenie úloh riadenia sústav s rozloženými parametrami. Pritom **Blockset** obsahuje bloky, okrem numericky zadaných sústav, aj pre systémy s rozloženými parametrami zadávané na báze analytických riešení parciálnych diferenciálnych rovníc, resp. nameraných rozložených dynamických charakteristík.

2. DPS Blockset

Pri koncipovaní **Distributed Parameter Systems Blockset-u** bola snaha vzbudiť záujem o systémy s rozloženým parametrami.



Na strane užívateľa sa predpokladajú iba základné znalosti z analýzy dynamiky, princípov a metód riadenia. **Blockset** obsahuje bloky: **Showroom**, **Demos**, **LDS**, **Control Schemes**, **Control Synthesis**, **Space Synthesis**, **DPS Input**, **DPS Display** a **Tutorial**.

Showroom

Blok **Showroom** obsahuje motivačné príklady:

- riadenie teplotného poľa kovového telesa, ktorého dynamika je modelovaná v prostredí FEMLAB
- riadenie nosníka smart štruktúry,

ktorého dynamika je modelovaná v prostredí ANSYS
- adaptívne riadenie sklárskej vane,
ktorého dynamika je modelovaná v prostredí PDETool
- čistenie spodných vôd znečistenej lokality
ktorého dynamika je modelovaná v prostredí MODFLOW.
Ponuka bloku sa skladá z týchto demonštračných úloh :

Some Distributed Parameter Systems Control Problems

Control of Temperature Field of Metal Body - FEMLAB

Control of Beam of Smart Structure - ANSYS

Adaptive Control of Glass Furnace - PDETool

Underwater Remediation Control - MODFLOW

Demos

Blok **Demos** obsahuje demonštračné príklady modelovania riadených systémov s rozloženými parametrami pomocou sústav so sústredeným vstupom a rozloženým výstupom na báze analytických riešení parciálnych diferenciálnych rovníc, numerických riešení parciálnych diferenciálnych rovníc pomocou softvérových produktov PDETool, FEMLAB, ANSYS a experimentálne získaných dynamických charakteristík vyšetřovaných sústav. Ponuka bloku ďalej obsahuje niektoré úlohy riadenia týchto sústav:

Lumped-input / Distributed-output Systems

LDS Analytic Description

- heated thin metal bar - oscillating string of smart structure

LDS PDETool - oscillating membrane of smart structure

LDS FEMLAB - heated metal body

LDS ANSYS - oscillating beam of smart structure

LDS Experimental Identification - hot-air physical model

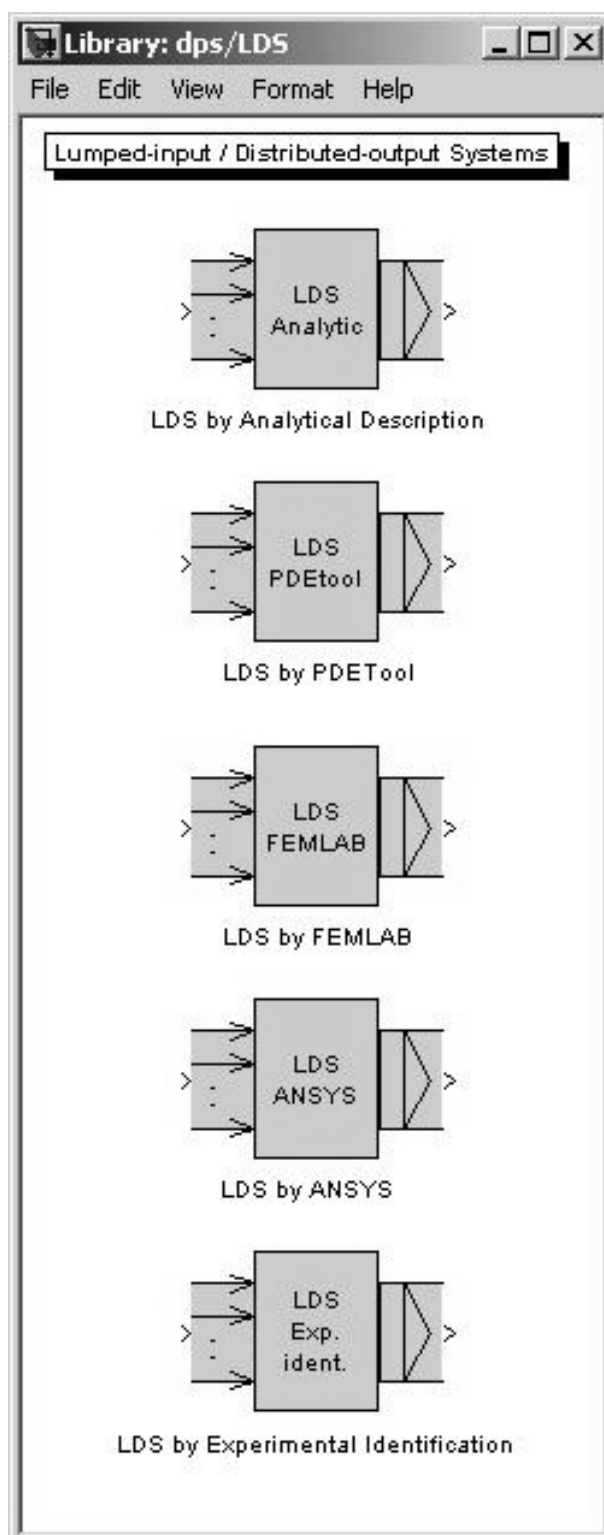
Distributed Parameter Systems of Control

PID Control – Algebraic Control – State-Space Control – Robust Control

LDS

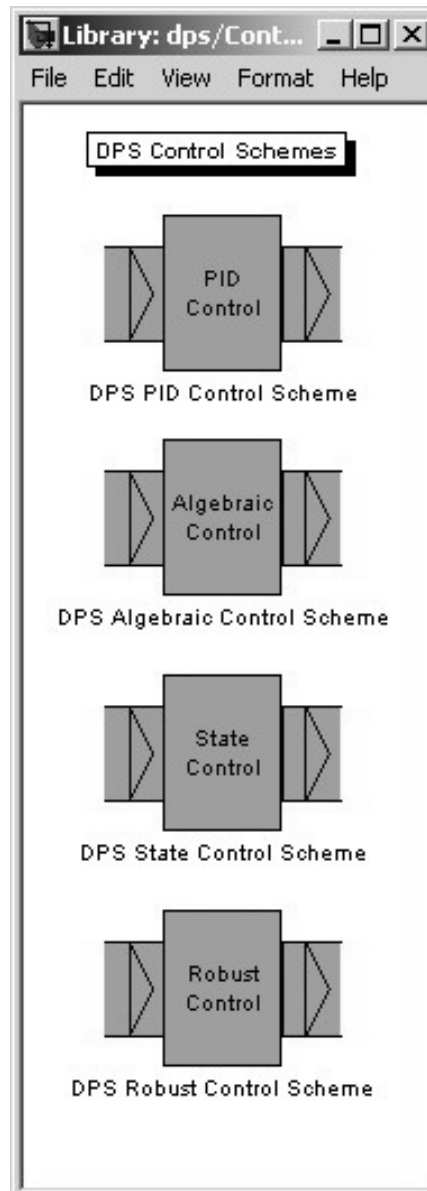
Blok **LDS** obsahuje ďalšie bloky : **LDS Analytic**, **LDS PDETool**, **LDS FEMLAB**, **LDS ANSYS** a **LDS Exp. ident.** Tieto bloky ponúkajú schémy pre zostavovanie modelov

riadených sústav s rozloženými parametrami v tvare sústav so sústredeným vstupom a rozloženým výstupom a tvarovačov nultého rádu. Pri modelovaní sa vychádza z analytických riešení PDR a z numerických riešení PDR pomocou softvérových produktov PDETool, FEMLAB, ANSYS, resp. z experimentálne získaných dynamických charakteristík vyšetřovaných sústav. Jednotlivé bloky v HELPoch obsahujú postupy zostavovania modelov s odkazmi na inštruktívne príklady z **Demos**.



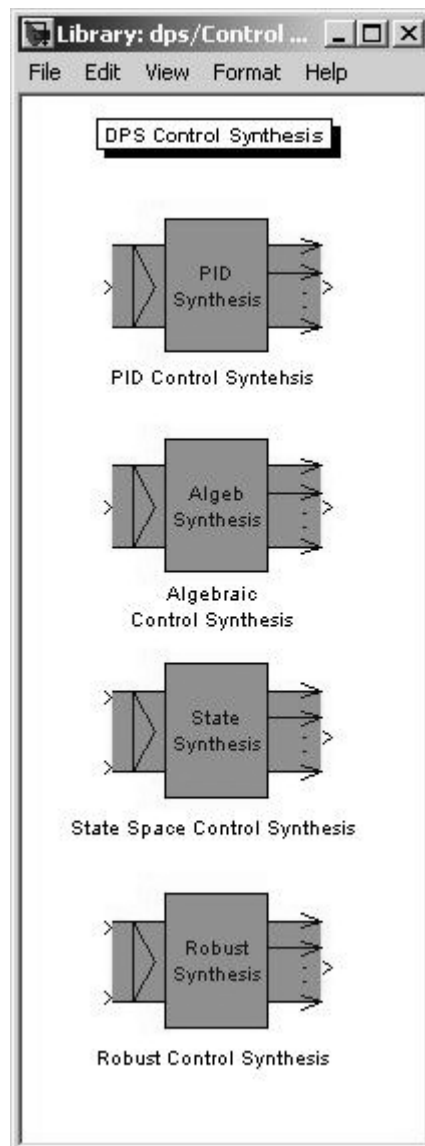
Control

Blok **Control** obsahuje ďalšie bloky **PID Control**, **Algebraic Control**, **State Control**, **Robust Control**. Tieto bloky ponúkajú spätnoväzbové obvody pre PID, algebraické, stavové a robustné riadenie sústav s rozloženými parametrami. V HELP-och sa uvádzajú postupy nastavovania riadiacich obvodov. Pre podporu formulácie a riešenia úloh riadenia sa uvádzajú riešené príklady v **Demos**.



Control Synthesis

Blok **Control Synthesis** obsahuje ďalšie bloky : **PID Synthesis**, **Algebraic Synthesis**, **State Synthesis** a **Robust Synthesis**. Tieto bloky obsahujú riadiace členy s rozloženými parametrami pre PID, algebraické, stavové a robustné riadenie. V HELPochoch sa uvádzajú postupy nastavovania riadiacich členov s odkazmi na príklady z **Demos**.



DPS Input slúži pre zadávanie rozloženej riadiacej a poruchovej veličiny.

DPS Display umožňuje znázorňovanie rozložených, ako aj sústredených veličín procesu riadenia podľa požiadaviek užívateľa. Pritom dialógové okná, resp. HELP-y umožňujú podrobnú špecifikáciu požiadaviek užívateľa.

Tutorial

Blok **Tutorial** obsahuje stručný výklad základov inžinierskeho prístupu k riadeniu sústav s rozloženými parametrami. **Tutorial** je spracovaný na základe monografie G.Hulkó et al.: Modeling, Control and Design of Distributed Parameter Systems with Demonstrations in MATLAB. Publishing House STU, Bratislava, 1998. Táto monografia v databázach internetu sa uvádza medzi najvýznamnejšími prácami v oblasti „distributed parameter systems“, viď napr. Google, Yahoo,...Vzhľadom na nižší náklad monografia bola rýchlo vypredaná. Pre trvalý záujem odbornej verejnosti bola spracovaná elektronická verzia, ktorá je k dispozícii na webovskej stránke www.ldsyste.ms.sk spolu s DPSTOOL – Distributed Parameter Systems Toolbox. Publishing House STU, Bratislava, 1999 tiež na tejto web stránke.

3. ZÁVER

Distributed Parameter Systems Blockset je zostavený tak, aby bol užitočný tak pre začiatočníkov ako aj pre pokročilých užívateľov. Autori odporúčajú každému študentovi inžinierskeho a prírodovedného univerzitného kurzu, doktorandom, resp. odborníkom, ktorí sa zaujímajú o dynamiku a riadenie javov a procesov reálneho sveta aby sa oboznámili cez blok **Showroom** a **Demos** s novými možnosťami riadenia dynamických sústav zadaných na zložitých oboroch definície.

Showroom a **Demos** obsahujú motivačné príklady modelovania a riadenia 1D – 3D sústav z oblasti riadenia ohrevu materiálu, smart materiálových štruktúr, sklárskych vaní, čistenia spodných vôd, využitím metód PID riadenia, stavových a algebraických metód, robustného a adaptívneho riadenia. Pričom popri analytických metód sa uvádzajú riešenia aj pomocou numerických techník na báze softvérových prostredí PDETool a FEMLAB, resp. ANSYS a MODFLOW. Pre pokročilých užívateľov sú pripravené bloky: **PID Control**, **Algebraic Control**,... ktoré umožňujú priamo riešiť tieto typy úloh pre reálne systémy s rozloženými parametrami prakticky vo všetkých oblastiach technickej praxe.

Distributed Parameter Systems Blockset je koncipovaný v otvorenej filozofii a umožňuje zostavovať systémy riadenia aj pre špecifické požiadavky čo sa týka dynamiky, úloh riadenia ako aj zložitosti oborov definície riadených sústav.

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.

Literatúra

- [1] www.LDSsystems.sk , www.LDScontrol.sk
- [2] Hulkó, G. et al.: Modeling, Control and Design of Distributed Parameter Systems with Demonstrations in MATLAB. Publishing House of STU, Bratislava, 1998.
- [3] Hulkó, G. et al.: DEMODPS. Publishing House of STU, Bratislava, 1999.
- [4] Hulkó, G. et al.: DPSTOOL. Publishing House of STU, Bratislava, 1999.
- [5] THE MATH WORKS, INC.: User's Guides for MATLAB-Simulink, Natick, Mass. 017 60, USA, 2000.

Kontaktné informácie:

Prof. Ing. Gabriel Hulkó, DrSc.

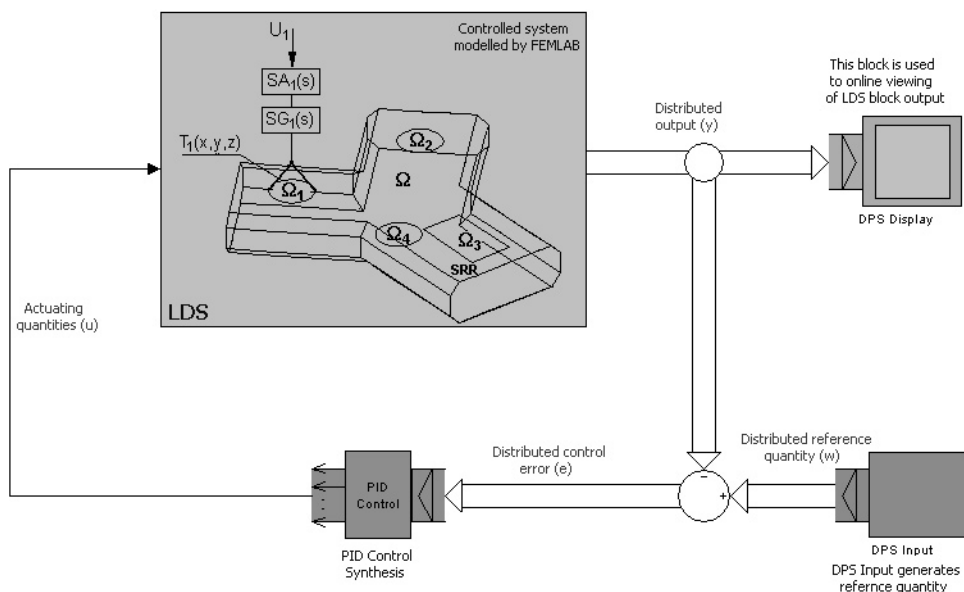
Katedra automatizácie a merania, SjF STU Bratislava

Nám. Slobody 17, 812 31 Bratislava, Slovenská Republika

Tel. +421 2 5249 7193, fax +421 2 52495315, e-mail : hulko@kam.vm.stuba.sk

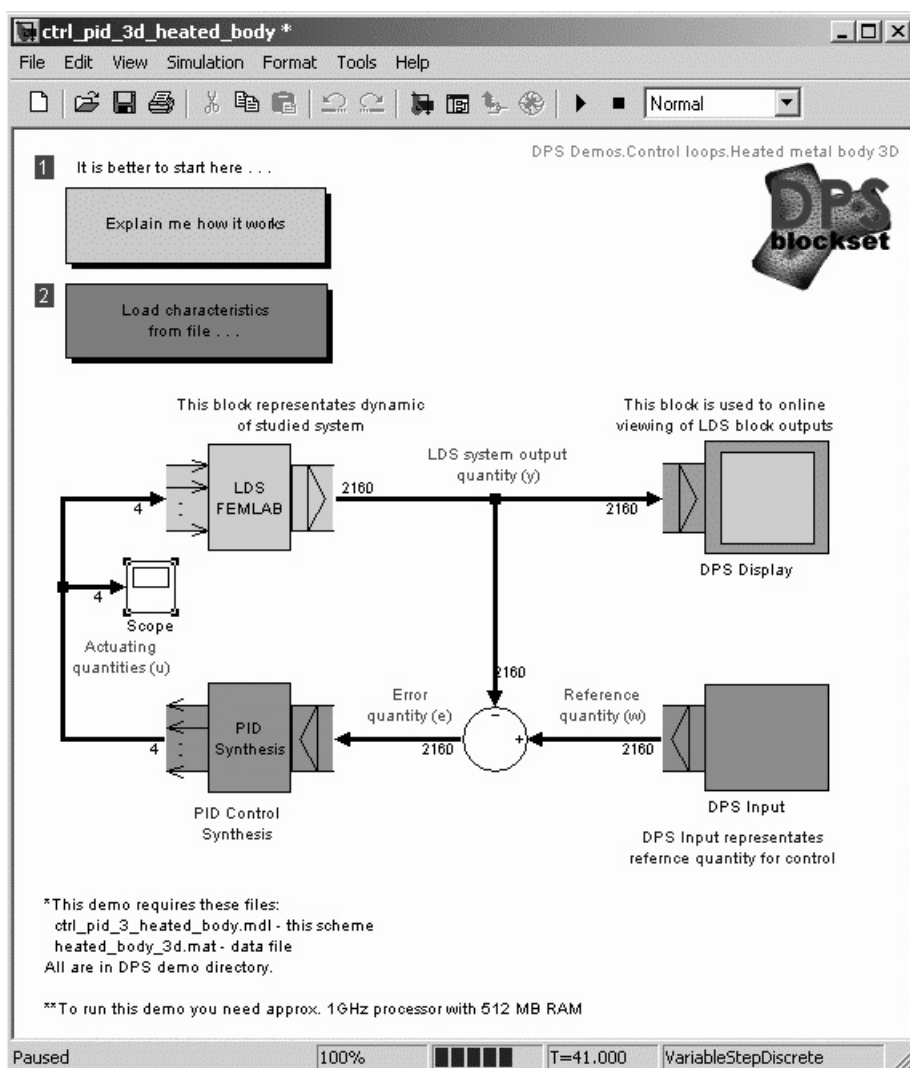
PRÍLOHA

V tejto časti najprv uvedieme prvú ilustračnú schému systému riadenia teplotného poľa kovového polotovaru zloženého tvaru z prvej položky bloku **Showroom**:



Control of Temperature Field of Metal Body – FEMLAB

Ďalej sa uvádza schéma PID riadenia z ponuky bloku **Control** :



Nakoniec je prezentovaný výstup z bloku **DPS Display** v procese riadenia. Pritom rozložené veličiny reprezentuje 2160 zložkový vektor, ktorý prislúcha hodnotám teplotného poľa v 2160 bodoch siete numerickej schémy FEMLAB.

V prvom obrázku zhora je pole žiadaných veličín, v ďalšom okne sa prezentuje priebeh riadenej veličiny. Priebehy akčných veličín a kvadratickej odchýlky riadenia sa uvádzajú v treťom a štvrtom okne.

