

**doc. Ing. Cyril Belavý, CSc., Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky,
Strojnícka fakulta STU v Bratislave**

Príloha k žiadosti o začatie vymenúvacieho konania za profesora v odbore **5.2.14 Automatizácia**

**Vedeckovýskumný profil
a prehľad plnenia vedeckovýskumných kritérií pre vymenovanie za profesora
na Strojníckej fakulte STU v Bratislave**

Môj vedeckovýskumný profil je orientovaný na modelovanie a riadenie systémov s rozloženými parametrami (SRP). Sú to systémy, ktorých stavové, resp. výstupné veličiny sú funkciou nielen časovej premennej, ale aj priestorových premenných. Veľmi často sú to systémy definované na zložitých 3D oboroch definície a pri ich činnosti prebiehajú interakcie polí veličín, napr. v mechatronických smart štruktúrach sú to polia mechanických napätí, deformácií, rýchlostí; ďalej polia materiálového toku v hydraulických a pneumatických systémoch; teplotné polia v rôznych energetických zariadeniach, ako sú ohniská kotlov, tepelné výmenníky; v strojárskych technológiách pri všetkých formách tepelného spracovania, v metalurgii v ohrievacích a taviacich peciach; polia koncentrácií rôznych látok v chemických a potravinárskych strojoch a zariadeniach; v zariadeniach pre biotechnológiu; v systémoch tvorby a ochrany životného prostredia a pod. Z matematického hľadiska je dynamika SRP popisovaná parciálnymi diferenciálnymi rovnicami (PDR) so špecifikovanými začiatočnými a okrajovými podmienkami.

Pre hlbšie štúdium SRP boli na Ústave automatizácie, merania a aplikovanej informatiky Sjf STU vybudované fyzikálne modely výmenníkov tepla, ohrevu sklenej tyče, okrajového ohrevu kovovej tyče, ďalej fyzikálny model sklárskej taviacej pece v tvare vane s etylénglykolovou náplňou a radiačným ohrevom, fyzikálny model teplovzdušnej sústavy a v súčasnosti je to experimentálne zariadenie na riadenie procesu zlievania ako SRP, vybudované v spolupráci s Ústavom technológií a materiálov Sjf STU. Aktívne som sa podieľal na budovaní uvedených zariadení, tvorbe ich matematických modelov, návrhu riadenia a realizácii experimentov.

V roku 1993 som obhájil kandidátsku dizertačnú prácu vo vednom odbore 26-15-9 Technická kybernetika na tému „*Modelovanie a riadenie jednej triedy sústav s rozloženými parametrami*“, ktorá bola zameraná na formuláciu dynamických modelov sklárskeho taviaceho agregátu ako systému s rozloženými parametrami a návrh syntézy riadenia podľa kvadratického kritéria na báze regulátora stavu. Po úspešnom ukončení habilitačného konania a obhájení habilitačnej práce na tému „*Algoritmy riadenia systémov s rozloženými parametrami*“, som bol s účinnosťou od 1.4.1999 vymenovaný za docenta v odbore „Pristrojová, informačná a automatizačná technika“.

Na pracovisku pre účely modelovania a návrhu riadenia zaviedol prof. G. Hulkó, DrSc. nový prístup na základe interpretácie SRP pomocou systémov so sústredenými vstupmi a rozloženým výstupom, ktorý rešpektuje rozloženosť SRP a zároveň umožňuje prakticky realizovať navrhnuté metódy riadenia SRP. Podieľal som sa na návrhu a overovaní metód riadenia na základe uvedenej metodiky.

Podieľal som sa tiež na tvorbe *Softvérového balíka SRP* a neskôr súboru blokov v softvérovom prostredí Matlab-Simulink na modelovanie a návrh riadenia SRP: *Distributed Parameter Systems Blockset for MATLAB & Simulink – third-party MathWorks product*, ktorý bol uznaný ako partnerský produkt 3 strany s firmou *MathWorks*.

Vo vedeckovýskumnej oblasti sa zaoberám tiež modelovaním SRP na báze metódy konečných prvkov a formuláciou dynamických modelov pre účely riadenia. V softvérovom prostredí COMSOL Multiphysics som modeloval a analyzoval teplotné polia skloviny v sklárskej taviacej peci a teplotné polia v kovovej zlievarenskej forme laboratórneho zariadenia na riadenie procesu zlievania. Na základe sformulovaných dynamických modelov som navrhol a overil rôzne stratégie riadenia teplotných polí ako SRP, od klasických prístupov na báze PID regulátorov, ďalej riadenie s regulátormi stavu podľa kvadratických kritérií, metódy prediktívneho riadenia až po návrh robustného riadenia na báze vnútorného modelu sústavy (IMC), ktorý rešpektuje neurčitosti v modelovaní SRP.

Výsledky vedeckovýskumnej činnosti boli publikované na mnohých domácich a zahraničných konferenciách, ako aj v časopisoch, (viď príloha P6). Spomenuté vedeckovýskumné aktivity boli zastrešené domácimi a zahraničnými projektami, z ktorých väčšina bola oponovaná. Prehľad realizovaných, ako aj v súčasnosti prebiehajúcich projektov je uvedený v časti C2 až C4 tejto prílohy.

Okrem vedeckovýskumnej činnosti v rámci uvedených projektov som sa aktívne podieľal aj na riešení úloh v rámci prác s realizačným výstupom do technologickej praxe, expertíznej činnosti, tvorbe posudkov projektov a príspevkov, tvorbe výskumných štúdií a priebežných správ o stave riešenia výskumných úloh, (viď príloha P8).

Na základe dosiahnutých výsledkov vo vedeckovýskumnej činnosti a referencií sa v súčasnosti realizuje projekt: *Adaptívne riadenie procesov kontiliatia v Železiarňach Podbrezová, a.s. ako systémov s rozloženými parametrami – APRKONTI*. Projekt je riešený v súlade s rámcovou zmluvou o spolupráci medzi ŽP a.s. a Sjf STU v BA. Na príprave tohto projektu som sa tiež aktívne podieľal a v súčasnosti spolupracujem pri analýze dosiahnutých výsledkov v jednotlivých etapách riešenia.

Prehľad plnenia vedeckovýskumných kritérií pre vymenovanie za profesora na Strojníckej fakulte STU v Bratislave je v nasledujúcej tabuľke:

Kritériá	Požiadavky na profesora	Skutočnosť
C. VEDECKOVÝSKUMNÉ KRITÉRIÁ		
1. Prednášky na konferenciách (AFD1 až AFD85) (AFC1 až AFC69)	16+4**	85+69
2. Domáce projekty/ z toho oponované projekty (C2.1 až C2.17)	7/3	17/11
3. Medzinárodné projekty (C3.1, C3.2)	1	2
4. Vedené projekty (C4.1, C4.2)	1	2

C1: Prednášky na konferenciách

Na domácich konferenciách boli prednesené príspevky AFD1 až AFD85, na zahraničných konferenciách boli prednesené príspevky AFC1 až AFC69. Prehľad prednesených príspevkov je v prílohe P6.

C2: Domáce projekty/ z toho oponované projekty

- C2.1 *Modelovanie a adaptívne riadenie tepelných a spracovateľských procesov.* Výskumná úloha ŠPZV III-8-5/05, doba riešenia 1985-1990, oponovaná výskumná úloha.
- C2.2 *Modelovanie a riadenie procesov ako systémov s rozloženými parametrami v kontinuálnych výrobných energetického a spracovateľského priemyslu.* Grant STU/29, č. úlohy 302/A, doba riešenia 1991-1993.
- C2.3 *Riadenie a navrhovanie systémov s rozloženými parametrami.* Slovenská vedecká grantová agentúra VEGA, č. úlohy 1/1756/94, doba riešenia 1994-1996, oponovaný projekt.
- C2.4 *Rozvoj moderných metód riadenia.* Slovenská vedecká grantová agentúra VEGA, č. úlohy 1/1756/94, doba riešenia 1995-1998, oponovaný projekt.
- C2.5 *Rozvoj metód automatického riadenia.* Slovenská vedecká grantová agentúra VEGA, č. úlohy 95/195/198, doba riešenia 1995-1998, oponovaný projekt.
- C2.6 *Modelovanie a riadenie strojárskych a hutníckych technologických procesov a mechatronických smart štruktúr ako systémov s rozloženými parametrami.* Komisia VEGA pre elektrotechniku a informatiku. Grant VEGA, 01/6175/99, doba riešenia 1999-2001, oponovaný projekt.
- C2.7 *Riadenie systémov zadávaných numerickými štruktúrami na zložitých oboroch definície s demonštráciami cez internet.* Komisia VEGA pre elektrotechniku a informatiku. Grant VEGA 1/9278/02, doba riešenia 2002-2004, oponovaný projekt.
- C2.8 *Modelovanie, riadenie a simulácia distribuovaných výrobných systémov.* Grant APVT, 51-011 602, doba riešenia 2002-2005, oponovaný projekt. Riešenie sa uskutočnilo v spolupráci s Ústavom informatiky SAV Bratislava. Výsledky riešenia boli ocenené v roku 2007 Cenou SAV.
- C2.9 *Riadenie dynamických systémov zadávaných numerickými štruktúrami na 3D oboroch definície s demonštráciami cez internet.* Komisia VEGA pre elektrotechniku a informatiku. Grant VEGA, 1/2051/05, doba riešenia 2005-2007, oponovaný projekt.
- C2.10 *Prediktívne riadenie mechatronických systémov s rýchlou dynamikou.* APVV-0280-06, doba riešenia 2007-2010, oponovaný projekt.
- C2.11 *Pokročilé metódy modelovania, riadenia a návrhu systémov s rozloženými parametrami.* Komisia VEGA pre elektrotechniku a informatiku, VEGA 1/10036/08, doba riešenia 2008-2010, oponovaný projekt.
- C2.12 *Pokročilé metódy modelovania, riadenia a návrhu mechatronických systémov ako systémov so sústredeným vstupom a rozloženým výstupom.* APVV-0160-07, doba riešenia 2008-2010, oponovaný projekt.
- C2.13 *Podpora budovania centra excelentnosti pre Smart technológie, systémy a služby.* Centrum excelencie STU v rámci projektu štrukturálnych fondov EÚ, OPVaV-2008/4.1/01-SORO, riešené od roku 2008.

- C2.14 *Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb. Kompetenčné centrum STU v rámci projektu štrukturálnych fondov EÚ, OPVaV-2010/4.2/ - SORO, riešené od roku 2010.*
- C2.15 *High-tech riešenia pre technologické procesy a mechatronické komponenty ako riadené systémy s rozloženými parametrami. APVV- 0131-10, riešené od roku 2011.*
- C2.16 *Metódy prediktívneho riadenia s modelom a spoločný odhad stavu a parametrov pre rýchle nelineárne mechatronické systémy. APVV-0090-10, riešené od roku 2011.*
- C2.17 *Riadenie dynamických systémov zadaných numerickými štruktúrami ako sústav s rozloženými parametrami. VEGA 1/0138/11, riešené od roku 2011.*

C3: Medzinárodné projekty

- C3.1 C1-16-SK Eurasian – American Partnership for ECOLINKS US AID 1999-2001 *Increasing of Thermal Energy Production in Gas Heating Units in Bratislava Town.*
- C3.2 Projekt č. 7995, Slov\Brit 5.: *Stable Model Based Predictive Control for Constrained Systems and Processes.* Projekt riešený v spolupráci s University of Oxford, doba riešenia 1999-2002.

C4: Vedené projekty

- C4.1 *Návrh metodiky a stanovenie presnejšieho ťahového diagramu materiálov na spresnenie numerických elastoplastických výpočtov. VEGA 1/4103/07, doba riešenia 2007-2009. Vedúci projektu.*
- C4.2 ESF projekt č.SORO/JPD3-080/2005: *Doktorandi pre modernú priemyselnú automatizáciu v SR, kód projektu 13120200115, doba riešenia 2007-2008. Vedúci projektu za STU.*

V Bratislave, 01.10.2012

doc. Ing. Cyril Belavý, CSc.