

Doc. Ing. Alena Kozáková, PhD.

Ústav automobilovej mechatroniky

Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave, Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava

Oponentský posudok habilitačnej práce

Názov práce: Optimálna prevádzka membránových separačných procesov
Autor: Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Pracovisko: Ústav informatizácie, automatizácie a matematiky, FCHPT STU v Bratislave
Študijný odbor: 5.2.14 Automatizácia

Oponentský posudok bol vypracovaný na základe poverenia za oponentku habilitačnej práce a žiadosti o vypracovanie oponentského posudku listom dekana FCHPT STU Dr.h.c. prof. Ing. J. Šajbidora, DrSc. č. 5700/2017 zo dňa 9.6.2017.

Habilitačná práca Ing. Radoslava Paulena, PhD. sumarizuje výsledky autorovej vedecko-výskumnej činnosti dosiahnuté v období 2011-2016 a zameriava sa na nájdenie všeobecnej optimálnej prevádzky procesu diafiltrácie, ktorá predstavuje špecifickú triedu membránových separačných procesov so širokým využitím v mnohých priemyselných odvetviach (potravinárstvo, farmaceutický priemysel, biotechnologické aplikácie a pod.). Tieto procesy získavajú zvýšenú pozornosť vďaka nižším energetickým nárokom a väčšej efektívnosti separácie v porovnaní s konvenčnými postupmi. Skvalitňovanie prevádzky a optimalizácia membránových procesov preto predstavuje aktuálnu, dynamicky sa rozvíjajúcu oblasť vedeckého výskumu.

Práca má dve časti – v prvej časti je stručne vysvetlená problematika membránovej diafiltrácie a predstavené sú hlavné prínosy práce, a to metodika riešenia optimálnej prevádzky pre všeobecný vsádzkový diafiltračný proces vzhľadom na rôzne kritériá (minimalizácia času prevádzky, minimalizácia množstva pridaného rozpúšťadla a špeciálny prípad ich kombinácie) na báze numerických a analytických metód dynamickej optimalizácie; ďalšími prínosmi sú riešenia pre časovo-optimálnu prevádzku s viaczložkovou diafiltráciou a časovo-optimálne riadenie vsádzkových diafiltračných membránových procesov so zanášaním membrány s priebežným odhadovaním parametrov matematického modelu zanášania. V závere sú navrhnuté budúce smery výskumu v predmetnej oblasti. Druhá časť habilitačnej práce pozostáva z 9 vybraných významných publikácií, v ktorých sú uvedené detaily odvodenia prezentovaných postupov.

Formálna stránka práce je na vysokej úrovni. Podľa priloženého Protokolu o kontrole originality je podiel textu habilitačnej práce, ktorý sa prekrýva s indexom prác korpusu CRZP, 3,58 %.

V predloženom zozname publikácií Ing. Radoslava Paulena, PhD. je uvedených 58 pôvodných vedeckých prác v zahraničných časopisoch a zborníkoch, z nich 55 je evidovaných v databáze CREPČ. Vedecké práce kategórie A zahŕňajú 3 príspevky na svetových kongresoch IFAC, 1 monografiu vydanú vydavateľstvom Springer a 11 prác v časopisoch zo zoznamu Thomson Scientific Maste Journal List s $IF \geq 1.156$ (sú to zároveň karentované časopisy), z nich v siedmich je habilitant prvým autorom. Súbor predložených prác uchádzača je bohatý a predstavuje významný prínos k rozvoju odboru Automatizácia so zameraním na problematiku optimalizácie membránových diafiltračných procesov.

O akceptovaní výsledkov vedecko-výskumnej činnosti Ing. Paulena svedčí počet evidovaných ohlasov na jeho publikačnú činnosť, ktorý zahŕňa spolu 50 SCI citácií. Za zmienku stojí skutočnosť, že habilitant sa spolupodieľal na príprave významného článku určujúceho smery ďalšieho vývoja v oblasti automatického riadenia, ktorý bol publikovaný v časopise *Annual Reviews in Control*, 43 (2017) a distribuovaný účastníkom posledného svetového kongresu IFAC 2017 v Toulouse ako spoluautor častí 3.5 Manufacturing a 4.5 Cyber-physical system of systems (Lamnabhi-Lagarrigue, F., Annaswamy, A., Engell, S., Isaksson, A., Khargonegar, P., Murray, R.M., Nijmeijer, H., Samad, T., Tilbury, D., Van den Hof, P.: Systems & Control for the future of humanity, research agenda: Current and future roles, impact and grand challenges. Review article).

Svoje odborné znalosti a schopnosti z vedecko-výskumnej oblasti habilitant transformoval do výučby na FCHPT STU v Bratislave ako aj na TU Dortmund, kde pôsobil v období 2012-2017. Významnou mierou sa pričínal o vysokú úroveň výučby a zavádzanie nových progresívnych foriem výučby, ktoré uplatňoval v predmetoch z oblasti riadenia a optimalizácie procesov a priemyselných informačných systémov. Popri priamej výučbe (vedenie prednášok z 3 predmetov, seminárov a laboratórnych cvičení zo 6 predmetov) pripravil e-learningové študijné materiály (prednášky pre 3 predmety, 1 návody na cvičenia) a návody na cvičenia pre 3 predmety. Bol vedúcim 14 diplomových prác, na vedení ďalších 6 participoval. Ako školiteľ-špecialista sa podieľal sa na vedení 3 doktorandských prác, z nich dizertačná práca Ing. Jelemenského získala Cenu rektora.

Ing. Paulen sa etabloval vo vedeckej komunite na základe svojich výskumných výsledkov ku ktorým prispeli viaceré študijné pobyty na významných európskych pracoviskách. Už počas inžinierskeho štúdia bol na trojmesačnom študijnom pobyte na Lorraine Institute of Technology v Nancy, v rámci PhD. štúdia absolvoval viaceré krátko- a dlhodobé študijné pobyty (NTNU Trondheim, Nórsko, Lorraine Institute of Technology, Nancy, Imperial College London). V rokoch 2012 – 2017 bol vedecko-výskumným a pedagogickým pracovníkom na Dept. of Biochemical and Chemical Engineering, TU Dortmund, kde bol spoluriešiteľom 4 projektov, z toho 3 európskych FP7 projektov. Na FCHPT bol členom riešiteľských tímov 5 VEGA projektov, 3 APVV projekty (z nich 2 bilaterálne) a 1 NIL projektu. Jeho ďalšie vedecké aktivity zahŕňajú usporiadanie workshopu a tematickej sekcie na medzinárodných sympóziách, členstvo v programových výboroch 2 významných medzinárodných konferencií, vedenie sekcií, recenzovanie príspevkov na medzinárodné konferencie pod záštitou IEEE, IFAC, EFCE a pre významné časopisy z oblasti chemického inžinierstva.

Predložené podklady k habilitačnému konaniu Ing. Radoslava Paulena, PhD. a jeho vymenúvaniu za docenta v študijnom odbore 5.2.14 Automatizácia potvrdzujú jeho vysokú odbornosť a vedecko-výskumnú a pedagogickú spôsobilosť. Na základe posúdenia habilitačnej práce, súboru publikovaných prác a sumárnych prehľadov pedagogických, výskumných a odborných aktivít konštatujem, že menovaný v plnom rozsahu spĺňa a prekračuje požadované kritériá na získanie titulu docent stanovené Vedeckou radou FCHPT STU v Bratislave.

Na základe týchto skutočností odporúčam po úspešnej obhajobe habilitačnej práce udeliť Ing. R. Paulenovi, PhD. titul docent v odbore 5.2.14 Automatizácia.

Pripomienky a otázky:

- Pojem „riadiaca veličina“, ktorý používate napr. na str. 9 a 18, bol v slovenčine tradične zavedený ako preklad anglických výrazov „reference variable“, resp. „setpoint“. Správny preklad termínu „control variable“ je riadenie, akčná veličina.
- Získané pôvodné teoretické výsledky by bolo vhodné overiť implementáciou navrhnutého optimálneho riadenia na reálnom (laboratórnom) membránovom procese. Uvažovali ste o realizácii takéhoto laboratórneho zariadenia? Aké problémy je možné očakávať v súvislosti s praktickou realizáciou?

Bratislava, 25. 7. 2017

