



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0134

Viacúrovňová intenzifikácia chemických procesov a priemyselných klastrov

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Zuzana Labovská, PhD.**

Príjemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Oddelenie chemického a biochemického inžinierstva, Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, FCHPT STU v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

-

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Výsledky práce riešiteľského kolektívu boli predstavené odbornej verejnosti vo forme 22 karentovaných publikácií, ako aj vo forme publikácií iného typu v počte až 79. Za najvýznamnejšie sa dajú považovať publikácie v karentovaných domácich (1) a zahraničných časopisoch (21):

1. ŠULGAN, Branislav – LABOVSKÝ, Juraj – LABOVSKÁ, Zuzana. Multi-aspect comparison of ethyl acetate production pathways: Reactive distillation process integration and intensification via mechanical and chemical approach, In Processes. Vol. 8, iss. 12 (2020), Article number 1618, Pages 1-32. DOI: 10.3390/pr8121618
2. VARINY, Miroslav - JEDINÁ, Dominika - KIZEK, Ján - ILLÉS, Peter - LUKÁČ, Ladislav - JANOŠOVSKÝ, Ján - LESNÝ, Marián. An Investigation of the Techno-Economic and Environmental Aspects of Process Heat Source Change in a Refinery. In Processes. Vol. 7, iss. 11 (2019), s. 776-776, Art. No. 776. ISSN 2227-9717. DOI: 10.3390/pr7110776 ;
3. ŠULGAN, B. – LABOVSKÝ, J. – LABOVSKÁ, Z., Multi-aspect comparison of ethyl acetate production pathways: Reactive distillation process integration and intensification via mechanical and chemical approach, In Processes. Vol. 8, iss. 12 (2020), Article number 1618, Pages 1-32. DOI: 10.3390/pr8121618
4. JANOŠOVSKÝ, J. – VARINY, M. – MIERKA, O., Cost-Saving Opportunities in the Energy Management of Papermaking Processes, Chem. Eng. Technol. 2020, 43, No. 6, 1194–1204, DOI: 10.1002/ceat.201900483
5. JANOŠOVSKÝ, Ján – MARKOVÁ, Eva – KAČMÁROVÁ, Adriána - VARINY, Miroslav.

- Green Dairy Plant: Process Simulation and Economic Analysis of Biogas Use in Milk Drying. In Processes. Vol. 8, iss. 10 (2020), s. 1262.
6. FURDA, P. - VARINY, M. - LABOVSKÁ, Z. - CIBULKA, T., Process Drive Sizing Methodology and Multi-Level Modeling Linking MATLAB® and Aspen Plus® Environment, Processes 2020, 8, 1495; doi:10.3390/pr8111495
7. HRUŠKA, M. - VARINY, M. - HAYDARY, J. - JANOŠOVSKÝ, J., Sulfur Recovery from Syngas in Pulp Mills with Integrated Black Liquor Gasification, In Forests, ISSN 1999-4907, 2020, Vol. 11, art. no.1173
8. LUKÁČ, L. - RIMÁR, M. - VARINY, M. - KIZEK, J. - LUKÁČ, P., - JABLONSKÝ, G. - JANOŠOVSKÝ, J. - FEDÁK, M., Experimental Investigation of Primary De-NO_x Methods Application Effects on NO_x and CO Emissions from a Small-Scale Furnace. In Processes. ISSN 2227-9717, 2020, Vol. 8, iss. 8, p. 1-18, art. no. 940. 2019: 2.753
9. VARINY, M. - FURDA, P. - ŠVISTUN, L. - RIMÁR, M. - KIZEK, J. - KOVÁČ, N. - ILLÉS, P. - JANOŠOVSKÝ, J. - VÁHOVSKÝ, J. - MIERKA, O., Novel Concept of Cogeneration-Integrated Heat Pump-Assisted Fractionation of Alkylation Reactor Effluent for Increased Power Production and Overall CO₂ Emissions Decrease. In Processes. ISSN 2227-9717, 2020, Vol. 8, iss. 2, p. 1-27, Art. No. 183.
10. DANKO, Matej - LABOVSKÝ, Juraj - JELEMENSKÝ, Ľudovít. Model based hazard identification: Process time accelerated by GPU redesigning approach. In Computers and Chemical Engineering. Vol. 144, (2021), s. (1-11), art. no. 107129. ISSN 0098-1354 (2020: 3.845 - IF, Q2 - JCR Best Q, 1.017 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.compchemeng.2020.107129
11. ŠULGAN, Branislav - LABOVSKÝ, Juraj - VARINY, Miroslav - LABOVSKÁ, Zuzana [Švandová, Z.]. Multi-Objective Assessment of Heat Pump-Assisted Ethyl Acetate Production. In Processes. Vol. 9, iss. 8 (2021), s. [1-32], art. no. 1380. ISSN 2227-9717: DOI: 10.3390/pr9081380
12. MIHAL', Mário - ČERVEŇANSKÝ, Ivan - MARKOŠ, Jozef. Application of immersed silicone rubber membrane module for biocatalytic production of 2-phenylethanol and phenylacetic acid. In Chemical Engineering and Processing. Vol. 166, (2021), s. [1-7], art. no. 108474. ISSN 0255-2701; DOI: 10.1016/j.cep.2021.108474
13. VARINY, Miroslav - JEDINÁ, Dominika - FURDA, Patrik. Comment on Hamayun et al. Evaluation of Two-Column Air Separation Processes Based on Exergy Analysis. Energies 2020, 13, 6361. In Energies. Vol. 14, iss. 20 (2021), s. [1-8], art. no. 6443. ISSN 1996-1073; DOI: 10.3390/en14206443
14. VARINY, Miroslav - HANUS, Kristián - BLAHUŠIAK, Marek - FURDA, Patrik - ILLÉS, Peter - JANOŠOVSKÝ, Ján. Energy and Environmental Assessment of Steam Management Optimization in an Ethylene Plant. In International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 18, iss. 22 (2021), s. [1-17], art. no. 12267. ISSN 1660-4601; DOI: 10.3390/ijerph182212267
15. Šulgan B., Furda P., Labovská Z., Effect of side reactions in hybrid distillation system: Parallel production of ethyl acetate and glycols, (2022) Chemical Engineering Journal, 450, art. no. 138154, DOI: 10.1016/j.cej.2022.138154
16. Furda P., Variny M., Labovská Z., Towards time-effective optimization: Enviro-economic study of the C3MR LNG process, (2022) Energy Conversion and Management, 260, art. no. 115602, DOI: 10.1016/j.enconman.2022.115602
17. Variny M., Comment on Rogalev et al. Structural and Parametric Optimization of S-CO₂ Thermal Power Plants with a Pulverized Coal-Fired Boiler Operating in Russia. Energies 2021, 14, 7136, (2022) Energies, 15 (5), art. no. 1640, DOI: 10.3390/en15051640
18. Variny M., Kšiňanová M., Repowering Industrial Combined Heat and Power Units: a Contribution to Cleaner Energy Production, (2022) Polish Journal of Environmental Studies, 31 (3), pp. 2861 - 2879, DOI: 10.15244/pjoes/144096
19. Janošovský J., Boháčiková V., Kravárová D., Variny M., Multi-criteria decision analysis of steam reforming for hydrogen production, (2022) Energy Conversion and Management, 263, art. no. 115722, DOI: 10.1016/j.enconman.2022.115722
20. Janošovský J., Rosa I., Vincent G., Šulgan B., Variny M., Labovská Z., Labovský J., Jelemenský, Methodology for selection of inherently safer process design alternatives based on safety indices (2022) Process Safety and Environmental Protection, 160, pp. 513 - 526, DOI: 10.1016/j.psep.2022.02.043
21. Kafková, V., Kubinec, R., Mikulec, J., Variny, M., Ondrejčíková, P., Ház, A., Brisudová,

A., Integrated Approach to Spent Coffee Grounds Valorization in Biodiesel Biorefinery. In Sustainability [elektronický zdroj]. Vol. 15, iss. 7 (2023), s. [1-17], art. no. 5612. ISSN 2071-1050.

22. Šulgan, B., Furda, P., and Labovská, Z., "Economic and environmental assessment of heat pump integration in thermally coupled hybrid separation," Chem. Eng. J., p. 144298, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.cej.2023.144298.

Uplatnenie výsledkov projektu

Hlavným cieľom projektu bolo zostaviť a na optimalizačných problémoch rôznej komplexnosti overiť efektívnu metodiku viacúrovňovej intenzifikácie procesov, s dôrazom na posúdenie vplyvu navrhnutých úprav na mieru bezpečnosti optimalizovaného systému. Súbežná analýza bežne optimalizovaných parametrov a bezpečnostných parametrov má predchádzať zanášaniam nežiaducich rizík do výrobného procesu, príp. včasne upozorniť na potenciálne nebezpečné chovanie systému ako dôsledok zmeny prevádzkovania. Navrhovaná metodika viacúrovňovej optimalizácie bola aplikovaná na systémy rôznej komplexnosti, kde sa osvedčila a ukázala sa byť vhodná nielen pri optimalizáciách, intenzifikáciách už existujúcich výrob, ale aj pri vývoji nových výrob počas ich zostavovania a návrhu. Metodika sa bude využívať aj v ďalšej výskumnej činnosti ako aj v pedagogickom procese a popularizácii vedy. Počas testovania metodiky boli vytvorené dva softvérové produkty (Parallel Genetic Algorithm Interface (PAGAN-II) a Hazard Detection Software II (HADES-II)), ktoré rovnako ako metodika samotná budú využívané vo výskumnej ako aj pedagogickej praxi.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Očakávané výsledky projektu, ktorý mal charakter základného výskumu, boli v troch základných kategóriách:

I. kategória: Publikácie a citácie,

III. kategória: Aplikované výsledky,

IV. kategória: Výstupy do vzdelávania a popularizácie vedy.

V kategórii „Publikácie a citácie“ boli očakávania vysoko prekročené a to z pohľadu kvantitatívneho aj kvalitatívneho. Dosiahnutý počet publikácií v zahraničných karentovaných časopisoch a karentovaných časopisoch v SR bol 22, namiesto očakávaným 8 publikáciám. Podobne to bolo aj v prípade ostatných výstupov v tejto kategórii. Celkový počet ostatných príspevkov („nekarentových“) bol 79, namiesto očakávaných 12. Počet citácií na práce publikované s podporou projektu je len v období do ukončenia projektu viac ako 70 (len v rokoch 2019-2023).

V kategórii aplikovaného výskumu sa podarilo pripraviť 2 softvérové produkty (Parallel Genetic Algorithm Interface (PAGAN-II) a Hazard Detection Software II (HADES-II)), ktoré budú slúžiť nielen na ďalší výskum, ale aj v pedagogickom procese.

V kategórii „Výstupy do vzdelávania a popularizácie vedy“ boli očakávania tiež vysoko prekročené. Na projekte sa podieľalo 19 diplomantov, namiesto predpokladaných 5. Doktorandskú prácu súvisiacu s projektom obhájil 1 študent a ďalšie 3 práce by mali byť obhájené najneskôr do augusta roku 2025. Ciele neboli naplnené iba v oblasti popularizačných aktivít v dôsledku nepriaznivej situácie súvisiacej s pandémiou COVID19, kedy nebolo možné organizovať workshopy podľa plánu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The anticipated outcomes of the project, which had the character of basic research, were in three basic categories:

Category I: Publications and citations,

Category III: Applied outcomes,

Category IV: Outputs into education and popularization of science.

In the "Publications and citations" category, anticipated outcomes were significantly exceeded, both quantitatively and qualitatively. The number of international current contents and current contents publications in SR achieved was 22 instead of the anticipated 8 publications. It was the same with other outcomes in this category. The total number of other contributions (non-current content publications) was 79 instead of expected 12. The number of citations of the publications originated within project in current contents journals exceeded 70 (only in 2019-2023).

In the "Applied outcomes" category, 2 software products (Parallel Genetic Algorithm Interface (PAGAN-II) a Hazard Detection Software II (HADES-II)) were prepared, and these will be used not only for further research, but also in the further pedagogical process.

In the "Outputs into education and popularization of science" category, anticipated outcomes were also significantly exceeded. The number of master theses accomplished within project was 19 instead of expected 5. One dissertation theses related to the project was defended in August 2022 and the other 3 dissertations should be defended by August 2025 at the latest. The goals in the field of popularization activities could not be fulfilled due to the situation related to the COVID19 pandemic, when it was not possible to organize workshops as planned.