

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Monika Bakošová, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	3
# Q1 publications / 5 years	1
# Q2 publications / 5 years	
H index	WoS 8, Scopus 11
Publication/Project 1	J. Oravec – M. Horváthová – M. Bakošová: Energy efficient convex-lifting-based robust control of a heat exchanger. Energy, č. 201, str. 117566, 2020.
Publication/Project 2	A. Vasičkaninová – M. Bakošová – Ľ. Čirka – M. Kalúz – J. Oravec: Robust Controller Design for a Laboratory Heat Exchanger. Applied Thermal Engineering, zv. 128, str. 1297–1309, 2018.
Additional funding	VEGA 1/0545/20 (Principal Investigator)
<i>PhD Topic</i>	
Title	Robust Predictive Control of Chemical and Biochemical Processes
Title in Slovak	Robustné prediktívne riadenie chemických a biochemických procesov
Abstract	The aim of the thesis is to develop systematic approach to the synthesis of an efficient robust predictive control for constrained nonlinear systems. Research will be oriented on decomposition of a nonlinear control problem into a sequence of linear control problems, when a nonlinear non-convex optimization problem is reduced to a convex optimization problem. The robust predictive control methods will be developed with the aim to reduce the conservativeness and the designed algorithms will be based on the solution of linear matrix inequalities. Designed methods and algorithms will be implemented on specific chemical and biochemical processes.
Abstract in Slovak	Cieľom dizertačnej práce je rozpracovať systematický prístup k syntéze efektívneho robustného prediktívneho riadenia pre nelineárne systémy s neurčitostami a s obmedzeniami veličín. Výskum sa zameria na rozloženie nelineárneho problému riadenia na postupnosť lineárnych problémov, kedy sa problém nekonvexnej optimalizácie zredukuje na problém konvexnej optimalizácie. Budú sa vyvíjať metódy zamerané na zníženie konzervativizmu a algoritmy robustného prediktívneho riadenia založené na riešení lineárnych maticových nerovností. Navrhnuté metódy a algoritmy sa aplikujú na riadenie vybraných typov chemických a biochemických procesov.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	prof. Ing. Miroslav Fikar, DrSc.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	0
# Q1 publications / 5 years	2
# Q2 publications / 5 years	5
H index	(WoS) 13
Publication/Project 1	M. Mojto – K. Ľubušký – M. Fikar – R. Paulen: Data-based design of inferential sensors for petrochemical industry. Computers & Chemical Engineering, zv. 153, str. 107437, 2021.
Publication/Project 2	Efficient control of industrial plants using data, VEGA, 2021-2024 (deputy)
Additional funding	Data based Process Control, APVV, 2022-2025 (PI, submitted)
<i>PhD Topic</i>	
Title	Data based proces control
Title in Slovak	Dátovo orientované procesné riadenie
Abstract	The main aim of the proposed research project is to investigate and design new data-driven advanced methods of automatic control and monitoring in process industries to improve efficiency of process plants, their monitoring, and process control and to improve profitability, stability, and competitiveness. We will focus on processes with heat and mass transfer where efficiency can be improved significantly. These processes are inherently complex, exhibit nonlinear and hybrid behaviour that has consequences in control quality and performance. Optimal control and monitoring will cover interplay of techniques of applied statistics, treatment of big data, data-based state estimation, inferential sensors, dynamic optimisation, predictive control. Also, important will be software implementation of proposed solutions, available to a larger community in open-source code as well as verification of the proposed methods in laboratory conditions and with data from industrial partners.
Abstract in Slovak	Cieľom navrhovaného projektu je skúmať a navrhovať nové dátovo orientované postupy v oblasti automatizácie, monitorovania a riadenia v procesnom priemysle tak, aby zvyšovali účinnosť, ziskovosť, bezpečnosť a konkurencieschopnosť. Zameriame sa na procesy s prestupom látky a tepla, kde je možné dosiahnuť výrazné zlepšenie účinnosti. Tieto inherentne zložité procesy vykazujú veľkú mieru nelinearit či hybridné správanie spôsobujúce problémy s ich riadením. Optimálne riadenie a monitorovanie bude zahŕňať interakcie metód aplikovanej štatistiky, spracovanie veľkých údajov (big data), dátovo orientovaného odhadu stavu, inferenčných senzorov, dynamickú optimalizáciu a prediktívne riadenie. Teoretické výsledky projektu budú prístupné širokej odbornej verejnosti v podobe softvérových balíkov s otvoreným kódom a ich vhodnosť bude overená v laboratórnych podmienkach a na údajoch od priemyselných partnerov.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2021/2022	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	Ing. MSc. Martin Klaučo, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	0
# Q1 publications / 5 years	6
# Q2 publications / 5 years	1
H index	10
Publication/Project 1	M. Klaučo – M. Kalúz – M. Kvasnica: Machine learning-based warm starting of active set methods in embedded model predictive control. Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 77, pp. 1–8, 2019.
Publication/Project 2	M. Klaučo – M. Kalúz – M. Kvasnica: Real-time implementation of an explicit MPC-based reference governor for control of a magnetic levitation system. Control Engineering Practice, no. 60, pp. 99–105, 2017.
Additional funding	ESF: Strategický výskum v oblasti SMART monitoringu, liečby a preventívnej ochrany pred koronavírusom (SARS-CoV-2) (vedúci pracovnej skupiny, schválený projekt) APVV VV21 Inteligentné technológie pre detekciu, monitoring a elimináciu vybraných toxických látok v odpadovej vode (vedúci pracovnej skupiny, podaný projekt)
<i>PhD Topic</i>	
Title	Predictive Maintenance and Fault Detection in Chemical Processes
Title in Slovak	Prediktívna údržba a prediktívna detekcia chýb v chemických procesoch
Abstract	The prevention and advance notice of faults occurrence plays a vital role in the chemical and food industry. The fault management system is essential in securing the safety and economics of the process operation. This thesis topic will investigate and design algorithms suitable for detecting faults in industrial and laboratory equipment and failures in control algorithms or software management. The goal is also to design algorithms that can detect human errors in the operation of technological processes. The second set of tasks focuses on synthesizing prediction models based on machine learning to forecast the fault occurrence. All methods mentioned above will be tested in both simulation and laboratory environments. The scientific core of this thesis is closely related to signal processing, system identification, and machine learning. The underlying mathematical concept lies in optimization and its applications.
Abstract in Slovak	Včasná detekcia porúch v chemicko-technologickom priemysle hrá významnú rolu. Včasná a predvídateľná znalosť porúch v technologických procesoch je nutná podmienka na bezpečnú a ekonomicky výhodnú prevádzku. Medzi hlavné ciele tejto práce patrí navrhnuť algoritmy, ktoré budú schopné merať a určovať poruchy v priemyselných a laboratórnych systémoch, ako aj zlyhanie riadiacich alebo iných softvérových súčastí. Ďalšie ciele práce sú venované syntéze predikčných modelov založených na umelej inteligencii a strojovom učení, ktoré budú schopné predvídať poruchovosť daného systému. Všetky spomenuté metódy sa budú implementovať ako v simulačnom, tak aj laboratórnom prostredí. Medzi vedecké princípy využité v tejto dizertačnej téme patrí najmä spracovanie signálov, identifikácia a strojové učenie. Základným princípom všetkých vyššie uvedených konceptov je matematická optimalizácia a jej aplikácie.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	prof. Ing. Michal Kvasnica, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	4
# Q1 publications / 5 years	10
# Q2 publications / 5 years	3
H index	20 (SCOPUS)
Publication/Project 1	A. Beccuti – M. Kvasnica – G. Papafotiou – M. Morari: A Decentralized Explicit Predictive Control Paradigm for Parallelized DC-DC Circuits. IEEE Transactions on Control Systems Technology, no. 1, vol. 21, pp. 136–148, 2013.
Publication/Project 2	D. Ingole – J. Drgoňa – M. Kalúz – M. Klaučo – M. Bakošová – M. Kvasnica: Model Predictive Control of a Combined Electrolyzer-Fuel Cell Educational Pilot Plant. Editor (i): M. Fikar and M. Kvasnica, V Proceedings of the 21st International Conference on Process Control, Slovak Chemical Library, Štrbské Pleso, Slovakia, str. 147–154, 2017.
Additional funding	APVV 20-0261, VEGA 1/0585/19
<i>PhD Topic</i>	
Title	Static and Dynamic Optimization of Green Hydrogen Microgrids
Title in Slovak	Statická a dynamická optimalizácia microgridov na báze zeleného vodíka
Abstract	The aim of the thesis is to develop, implement and verify methods, approaches, and algorithms for static and dynamic optimization of microgrids that employ green hydrogen. In this configuration, the microgrid uses local renewable energy sources, such as wind turbines or solar panels, to generate electricity that is subsequently consumed by an electrolyzer to produce hydrogen. The hydrogen is stored in a tank and when required, it is either burned in a fuel cell to generate electricity, or can be used for transportation applications. Hydrogen therefore serves for a temporary storage of energy and its recovery in periods when renewable energy sources can not be operated. The thesis will focus on two challenges. The first one is to use static optimization to determine economically efficient parameters of the microgrid, including, for instance, the area of solar panels, number and position of wind turbines, of parameters of the electrolyzer and fuel cells. This must be done in such a way that requirements of the particular client are respected and the return of investments rate is minimized. The second challenge is to control the microgrid in real time using dynamic optimization. During the operation, the system should account for short- and long-term weather predictions, as well as predictions of the electricity prices. Results of the thesis will be verified in laboratory conditions with the option to implement them in a commercial system.
Abstract in Slovak	Cieľom dizertačnej práce je výskum, vývoj, implementácia a overenie metód, postupov a algoritmov na statickú a dynamickú optimalizáciu microgridov využívajúcich zelený vodík. V tejto konfigurácii slúžia lokálne zdroje obnoviteľnej energie (veterné či vodné turbíny, prípadne fotovoltaické panely) na generovanie elektrickej energie, ktorá sa využije v elektrolyzéri na lokálnu výrobu vodíka. Tento sa po následnom uskladnení využije buď na spätné získanie elektrickej energie v palivových článkoch, prípadne sa dá využiť na iné aplikácie, napr. v doprave. Vodík tu teda slúži na dočasné uskladnenie energie a jej získanie v čase, kedy obnoviteľné zdroje energie nie sú schopné dodávať elektrickú energiu. Práca sa sústreďuje na dva okruhy problémov. Prvým je statická optimalizácia spočívajúca v nápočte vhodných parametrov microgridu (napr. plocha fotovoltaických panelov, počet a typ veterných turbín, objem parametre elektrolyzéra a palivových článkov, atď) tak, aby sa zohľadnili požiadavky odberného miesta a zároveň bola čo najkratšia návratnosť investície (Return of Investments). Druhým okruh problémov je dynamická optimalizácia microgridu, teda jeho riadenia v reálnom čase pri zohľadnení dynamiky elektrolyzéra a palivového článku, ako i pri zohľadnení krátkodobej aj dlhodobej predpovede počasia a spotreby elektrickej energie u koncového zákazníka. Výsledky práce budú verifikované v laboratórnych podmienkach s možnosťou implementácie v komerčnom systéme.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Juraj Oravec, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	4
# Q1 publications / 5 years	2
# Q2 publications / 5 years	2
H index	8 (SCOPUS)
Publication/Project 1	Y. Jiang – J. Oravec – B. Houska – M. Kvasnica: Parallel MPC for Linear Systems with Input Constraints. IEEE Transactions on Automatic Control, č. 7, zv. 66, str. 3401–3408, DOI:10.1109/TAC.2020.3020827, 2021.
Publication/Project 2	J. Oravec – M. Horváthová – M. Bakošová: Energy efficient convex-lifting-based robust control of a heat exchanger. Energy, č. 201, str. 1–11, DOI: 10.1016/j.energy.2020.117566, 2020.
Additional funding	Controller design methods for low-level carbon footprint process automation, VEGA 1/0297/22 (PI, waiting for founding)
<i>PhD Topic</i>	
Title	Carbon Footprint Reduction Using Advanced Process Control
Title in Slovak	Redukcia uhlíkovej stopy pomocou pokročilých metód riadenia
Abstract	The aim of the thesis is to develop a novel control approach minimizing the carbon footprint in the industrial process control. The special focus will be placed on the processes of chemical, petrochemical, and food technologies. The advanced optimization-based control methods will be developed taking into account the environmental performance criteria and the limitations of the industrial hardware. The novel methods of distributed optimization in the control framework (ALADIN) will be considered. The proposed method will be validated by implementation on the plant in the laboratory conditions.
Abstract in Slovak	Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť nový prístup k riadeniu tak, aby sa minimalizovala veľkosť uhlíkovej stopy pri riadení technologických procesov. Táto metóda sa navrhne so špeciálnym zreteľom na výrobné procesy chemického, petrochemického a potravinárskeho priemyslu. Pokročilé metódy riadenia založené na matematickej optimalizácii sa navrhnu s ohľadom na environmentálne kritéria a požiadavky na implementáciu na priemyselných platformách. Pri tom sa využijú aktuálne metódy distribuovanej optimalizácie (ALADIN) pri návrhu riadenia. Navrhnutá metóda sa validuje pomocou implementácie na reálnom zariadení v laboratórnych podmienkach.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1
# Q1 publications / 5 years	2
# Q2 publications / 5 years	10
H index	15
Publication/Project 1	N. Peric – R. Paulen – M. Villanueva – B. Chachuat: Set-membership nonlinear regression approach to parameter estimation. Journal of Process Control, vol. 70, pp. 80–95, 2018.
Publication/Project 2	VEGA 1/0691/21: Efficient control of industrial plants using data (PI)
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Hybrid modeling and real-time optimization of processes
Title in Slovak	Hybridné modelovanie a použitie neurčitých modelov pre optimalizáciu procesov
Abstract	<p>Modern control architectures comprise elements designed to identify an optimal operating regime of the system, to reduce the uncertainty in key system variables by estimation using measurements (usually corrupted by noise), and to steer the system to the optimal operation regime by dynamic adjustment of available degrees of freedom. Despite these technologies being well understood, there are challenges to be addressed e.g., increased level of system complexity. One way of addressing the challenges is to combine first-principles and data-based modeling, i.e. to use hybrid modeling. As the data-based parts of models bear a significant level of uncertainty, which propagates through the whole control system and, thus, must be considered in the control design. Using the set-based methods, control values can be found to steer the system into an optimal regime in robust fashion while avoiding any violation of restrictions imposed by production quality or safety. The goal of the thesis is thus to innovate control system architecture such that the elements of the control system can exchange information about levels of uncertainty in the signals at their output and the acceptable level of uncertainty in the input signals. The project of the thesis will be finished with a successful demonstration of the developed techniques on a laboratory plant.</p>
Abstract in Slovak	<p>Moderné riadiace systémy pozostávajú z prvkov navrhnutých na určenie optimálnych prevádzkových režimov, prvkov na redukciu neurčitosti v kľúčových premenách systému na základe odhadovania z nameraných dát (väčšinou zaťažených chybou merania) a prvkov na uvedenie systému do optimálneho prevádzkového režimu pomocou vhodného nastavenia dynamických stupňov voľnosti. Hoci existuje dobré porozumenie o funkčnosti týchto technológií, existujú viaceré výzvy ako napríklad zvyšujúca sa zložitosť systémov. Jedným zo spôsobov, ako na tieto výzvy odpovedať, je použitie hybridného modelovania, t.j. kombinácia mechanistického a databázového prístupu k modelovaniu. Keďže použitie databázových modelov so sebou prináša značnú mieru neurčitosti, ktorá sa potom šíri celým riadiacim systémom, táto musí byť braná do úvahy pri návrhu riadenia. Použitím množinových operácií je možné viesť systém robustne do optimálneho prevádzkového režimu a vyhnúť sa pritom porušeniu obmedzení na kvalitu produktov či na bezpečnosť. Cieľom práce je inovovať riadiace systémy tak aby si jednotlivé prvky riadiaceho systému navzájom vymieňali informácie o neurčitosti vstupno-výstupných signálov a o akceptovateľnej miere ich neurčitosti. Práca na predkladanej téme bude ukončená experimentálnym overením vyvinutých metód na laboratórnom zariadení.</p>
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023	
<i>Supervisor</i>	
Supervisor	doc. Ing. Radoslav Paulen, PhD.
Supervisor specialist (opt)	
# D1 publications / 5 years	1
# Q1 publications / 5 years	2
# Q2 publications / 5 years	10
H index	15
Publication/Project 1	A. R. Gottu Mukkula – R. Paulen: Optimal experiment design in nonlinear parameter estimation with exact confidence regions. Journal of Process Control, zv. 83, str. 187–195, 2019.
Publication/Project 2	VEGA 1/0691/21: Efficient control of industrial plants using data (PI)
Additional funding	
<i>PhD Topic</i>	
Title	Robust optimal experiment design
Title in Slovak	Robustný návrh optimálnych experimentov
Abstract	This project develops approaches to robust model-based design of experiments in the context of maximum-likelihood estimation. The developed approaches provide robustification of model-based methodologies for the design of optimal experiments by accounting for the effect of the parametric uncertainty. The problem of robust optimal design of experiments in the framework of nonlinear least-squares parameter estimation is well known, yet the presently existing methods do not solve it to a full extent. A promising step towards solving the problem appears to be based on multi-stage robust optimization. The multi-stage formalism can aid in identifying experiments that are better conducted in the early phase of experimentation, where parameter knowledge is poor.
Abstract in Slovak	V tomto projekte sú vyvíjané prístupy k robustnému návrhu optimálnych experimentov v kontexte odhadu s najväčšou pravdepodobnosťou. Vytvorené metódy poskytujú robustifikáciu metód optimálneho návrhu experimentov založených na modeli vzhľadom na neurčitost' v parametroch. Problém robustného návrhu optimálnych experimentov je dobre známy, avšak existujúce metódy neposkytujú dostatočne kvalitné riešenie. Sľubným smerom vo vývoji nových metód sa ukazuje byť robustná dvojstupňová optimalizácia. Robustná dvojstupňová optimalizácia môže napomôcť v identifikovaní experimentov, ktoré je vhodné vykonať v úvodnej fáze experimentovania, kedy sú poznatky o odhadovaných parametroch nedostatočné.
<i>Evaluation</i>	
Committee/head	passed, 18.2.2022

Proposal for PhD study "Process Control" at FCHPT STU, 2022/2023			
<i>Supervisor</i>			
Supervisor			
Supervisor specialist (opt)			
# D1 publications / 5 years			
# Q1 publications / 5 years			Note: #Q1 without #D1
# Q2 publications / 5 years			
H index			
Publication/Project 1			
Publication/Project 2			
Additional funding			
<i>PhD Topic</i>			
Title			
Title in Slovak			
Abstract			
Abstract in Slovak			
<i>Evaluation</i>			
Committee/head			