



Slovenská excelentnosť vo výskume
pokročilého automatického riadenia pre
inteligentný priemysel

V4.1. Priebežná správa o implementácii a dosiahnutých výsledkoch projektu

Dátum 26.6.2025
v.1

OBSAH

Informácia o výstupe.....	3
Exekutívny sumár.....	4
Skratky.....	5
Opis činností v rámci projektu uskutočnených počas monitorovacieho obdobia.....	6
ŠC1: Excelentný výskum v oblasti automatického riadenia.....	6
ŠC2: Vzdelávanie a posilňovanie výskumných väzieb v oblasti automatického riadenia	7
ŠC3: Rozvoj infraštruktúry pre podporu výskumu v oblasti automatického riadenia...8	
Míľniky.....	10
Výstupy projektu.....	11
Identifikácia problémov a rizík.....	12
Opis plánovaných činností v nasledujúcom monitorovacom období, dopady projektu..	13
Opis plánovaných činností v nasledujúcom období.....	13
Dopady projektu.....	13
Zoznam príloh.....	15
Záver.....	16

INFORMÁCIA O VÝSTUPE

Balík	NV4
Termín	11.7.2025
Dátum	26.6.2025
Verzia	v.1
Autori	Miroslav Fikar
Recenzenti	Radoslav Paulen, Juraj Oravec
Diseminačná úroveň	Public

Abstrakt	Projekt je orientovaný ako doplnkový k projektu FrontSeat podporeného v schéme Horizont Európa. Cieľom je vykonávať a financovať doplnkové aktivity, ktoré neboli v pôvodnom projekte uvažované. Hlavné ciele projektu sú: - Excelentný výskum v oblasti automatického riadenia - Vzdelávanie a posilňovanie výskumných väzieb v oblasti automatického riadenia - Rozvoj infraštruktúry pre podporu výskumu v oblasti automatického riadenia
-----------------	---

História revízií dokumentu

Verzia	Dátum	Zmeny	Autori
v.1	2026-06-26	Prvá verzia	Miroslav Fikar

Upozornenie

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a stanoviská sú však len názormi autora (autorov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie. Európska únia ani orgán poskytujúci príspevok za ne nemôžu niesť zodpovednosť.

EXEKUTÍVNY SUMÁR

Tento dokument je výstupom 4.1 „Priebežná správa o implementácii a dosiahnutých výsledkoch projektu“ projektu FS-MATCH, ktorý je financovaný z programu Európskej únie, číslo projektu: 09I01-03-V04-00024, grantová schéma: VAIA 09I01-03-V04. Účelom dokumentu je sumarizovať výsledky projektu v jeho prvej polovici riešenia a je súčasťou pracovného balíka NV4.

SKRATKY

Skratka	Význam
STU	Slovenská technická univerzita v Bratislave
MS	Monitorovacia správa
RUB	Ruhr University Bochum
UNIPi	University of Pisa
UL	Lorraine University
LMS	Learning management system
MSCA	Marie-Sklodovska Currie

OPIS ČINNOSTÍ V RÁMCI PROJEKTU USKU-TOČNENÝCH POČAS MONITOROVACIEHO OBDOBIA

Uvádžeme opis vykonaných činností súvisiacich s realizáciou projektu za prvú polovicu obdobia, za ktoré sa MS predkladá a ich prínos k napĺňaniu stanovených cieľov, míľnikov a výstupov projektu. Celkovo projekt postupuje v súlade s harmonogramom, iba v balíku NV3 (infraštruktúra) je v omeškaní spôsobeným podpísaním zmluvy, a teda aj refundácie finančných prostriedkov až rok po oficiálnom začiatku projektu. Očakávame, že pôvodný termín M12 bude splnený k termínu M24.

ŠC1: Excelentný výskum v oblasti automatického riadenia

Vytvorili sme platformu pre dlhodobé spoločné výskumné aktivity, ktoré spájajú excelentnosť v štyroch oblastiach výskumu v automatickom riadení: 1. optimálne a prediktívne riadenie, 2. robustné a hierarchické riadenie, 3. modelovanie a identifikácia, 4. strojové učenie, umelá inteligencia, robotika.

V tejto oblasti sme vytvorili 2 výstupy:

- **V1.1– Úvodná správa o výskume v oblasti automatického riadenia na STUBA (M3)**
- **V1.2 – Správa o budúcich významných smeroch výskumu automatického riadenia na STUBA (M15)**

Boli identifikované nasledovné perspektívne oblasti vývoja v kybernetike: automatickom riadení, robotike a mechatronike:

1. Umelá inteligencia, strojové učenie, adaptívne riadenie
 - Riadenie založené na dátach
 - Posilňovacie učenie
 - Adaptívne a samoučiace sa systémy
 - Prediktívna údržba a diagnostika
2. Robustné, bezpečné a dôveryhodné riadenie
 - Riadenie s obmedzeniami a neistotami
 - Formálne metódy overovania
 - Detekcia a izolácia porúch
 - Dôveryhodnosť a vysvetliteľnosť
3. Pokročilé prediktívne riadenie pre dynamické systémy
 - Nelineárne prediktívne riadenie
 - Hybridné prediktívne riadenie
 - Distribuované a kooperatívne prediktívne riadenie
 - Prediktívne riadenie s učením/dátami

4. Cyber-fyzikálne systémy, distribuované riadenie a bezpečnosť

- Distribuované a kooperatívne riadenie
- Edge Computing a Fog Computing pre riadenie
- Kybernetická bezpečnosť a odolnosť

5. Zelené a udržateľné riadenie v robotike a mechatronike

- Riadenie energetickej účinnosti
- Riadenie zdrojov a kruhová ekonomika
- Ekologický dizajn mechatronických systémov

6. Interakcie človek-robot a intuitívne rozhrania

- Kognitívne riadenie a učenie z demonštrácie
- Vylepšené rozhrania človek-stroj
- Kolaboratívna robotika

Začali sme pripravovať spoločné konferenčné a časopisecké príspevky. Keďže v tejto činnosti sú najmä pri časopiseckých publikáciách značné oneskorenia z dôvodu recenzného konania, zatiaľ evidujeme iba 4 konferenčné publikácie:

1. N. Lindner – J. Holaza – J. Oravec – M. Mönnigmann: Quadcopter altitude control using model predictive control with online constraint removal. Editor(i): Paulen, R.; Fikar M.; Oravec J., V Proceedings of the 2025 25th International Conference on Process Control, Slovak Chemical Library, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, SK812-37, Bratislava, Slovak Republic, str. 62–67, 2025.
2. E. Pavlovičová – B. Daráš – P. Bakaráč – M. Fikar – J. Oravec: From Theory to Harvest: Robust MPC Supervising Smart Greenhouse System. Editor(i): Paulen, R.; Fikar M.; Oravec J., V Proceedings of the 2025 25th International Conference on Process Control, Slovak Chemical Library, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, SK812-37, Bratislava, Slovak Republic, str. 80–85, 2025.
3. J. Vargan – W. Daosud – M. Arıcı – M. A. Latifi – M. Fikar: Predictive Control of a Chemical Reactor using Multiple Linear Models. 2025.
4. J. Vargan – M. Fikar – M. A. Latifi: Predictive Control Strategies of a Polymerization Production Unit. Editor(i): R. Paulen and M. Fikar and J. Oravec, V Proceedings of the 25th International Conference on Process Control - Summaries Volume, Slovak Chemical Library, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, SK812-37, Bratislava, Slovakia, 2025.

ŠC2: Vzdelávanie a posilňovanie výskumných väzieb v oblasti automatického riadenia

Posilnili sme cyklus pravidelných vedeckých prednášok hostí na STUBA v rámci vytvoreného výskumného seminára Smart Cybernetics, na ktorom pravidelne vystupujú pracovníci našich ústavov. Pripravili sme plán návštev renomovaných zahraničných výskumníkov, ako je to uvádzané vo výstupe

- **V2.1 Plán prednášok medzinárodných odborníkov (M3)**

Aktualizovaný plán prednášok spolu s video záznamom sa nachádza na stránke projektu: <https://frontseat.stuba.sk/plan-prednasok-zahranicnych-odbornikov/>. Ku dnešnému dňu bolo zrealizovaných 18 prednášok.

Realizujeme spoločné vedenie našich doktorandov so zahraničnými profesormi. V rámci toho doktorandi uskutočňujú zahraničné pobyty a pripravujú spoločné publikácie. Jedná sa o týchto doktorandov:

1. Ján Boldocký, školiteľ prof. M. Gulan, zahraničný profesor M. Moennigmann (RUB)
2. Rastislav Fáber, školiteľ doc. R. Paulen, zahraničný profesor G. Pannocchia (UNIFI)
3. Jozef Vargan, školiteľ prof. M. Fikar, zahraničný profesor M. A. Latifi (UL)
4. P. Valábek, školiteľ doc. M. Klaučo, zahraničný profesor G. Pannocchia (UNIFI)

Zrealizovali sme viacero voľne dostupných anglických on-line kurzov v prostredí LMS Moodle:

1. Teória automatického riadenia I: bol vypracovaný pilotný projekt transformácie predmetu na tzv. obrátený dizajn, kedy študenti absolvujú prednášky pomocou videí a automaticky hodnotených testových otázok a miesto prednášky participujú na aktívnom tutoriáli. V predmete sa nachádzajú anglické materiály prednášok a seminárov, je potrebné ešte pripraviť anglické video prednášky.
2. Teória automatického riadenia II: V predmete sa nachádzajú anglické materiály prednášok a seminárov, je potrebné ešte pripraviť anglické video prednášky.
3. Identifikácia systémov: V predmete sa nachádzajú anglické materiály prednášok a seminárov, anglické a slovenské video prednášky.

ŠC3: Rozvoj infraštruktúry pre podporu výskumu v oblasti automatického riadenia

Pre tento špecifický cieľ bol nastavený pracovný balík NV3 v mesiacoch M1-M12. Avšak, z dôvodu oneskoreného podpisu zmluvy je tento balík v približne ročnom sklze a predpokladáme jeho dokončenie v mesiaci M24. Podrobnejší stav v mesiaci M12 je udávaný vo výstupe:

- **V3.1 – Správa o budovaní infraštruktúry**

Modernizácia počítačovej siete a serverov: existujúca počítačová sieť ústavu bola založená na kategórii 5 s metalickým pripojením do siete fakulty. Bola vybudovaná v roku 2005 a už vykazovala svoj vek. Pri návrhu novej siete sme vychádzali z požiadaviek kategórie 6 a optickým pripojením do siete fakulty. Zároveň, v každom bloku (A, B, C) boli inštalované switche s optickým pripojením do serverovne a 10Gb pripojením do jednotlivých miestností.

Vybudovanie laboratória DCS riadenia: Z dôvodu uvedeného vyššie nebolo možné vybudovať laboratórium DCS riadenia. Miestnosť pre DCS riadenie bola len vyprataná a pripravená na ďalšiu etapu.

Vybudovanie robustného úložiska schopného manažovať veľké objemy údajov: Z dôvodu uvedeného vyššie nebolo možné vybudovať počítačové úložisko.

Vybudovanie a modernizácia miestností pre hybridné semináre: Ústav disponuje dvomi miestnosťami s možnosťou hybridných seminárov. Jedna z nich obsahuje interaktívny systém Neat Board podporujúci Microsoft Teams riešenie. V rámci projektu bola zlepšená akustika, namontované zvukové panely a závesy pre zlepšenie zvuku pre vzdialených účastníkov.

MÍĽNIKY

Zoznam míľníkov projektu je uvedený nižšie. Všetky sú priebežne plnené a uverejnené na web stránke projektu: <https://frontseat.stuba.sk/plan-prednasok-zahranicnych-odbornikov/>

Číslo míľníka	Míľník	Kód pracovného balíka (prípadne viacerých)	Navrhovaný spôsob overenia	Očakávaný čas dosiahnutia míľníka (mesiac projektu)
Mi1	Plán zahraničných prednášateľov pre Q1,2 2024	NV2	uverejnenie na web stránke projektu	M3
Mi2	Plán zahraničných prednášateľov pre Q3,4 2024	NV2	uverejnenie na web stránke projektu	M8
Mi3	Plán zahraničných prednášateľov pre Q1,2 2025	NV2	uverejnenie na web stránke projektu	M14
Mi4	Plán zahraničných prednášateľov pre Q3,4 2025	NV2	uverejnenie na web stránke projektu	M20
Mi5	Plán zahraničných prednášateľov pre Q1,2 2026	NV2	uverejnenie na web stránke projektu	M26

VÝSTUPY PROJEKTU

Nižšie uvádzame výstupy projektu, ako sú uvedené aj na web stránkach projektu: <https://frontseat.stuba.sk/vystupy/>. Výstupy, ktoré už boli zrealizované, sú označené modrým odkazom

WP	Názov	Zač. mesiac	Koniec mesiac	Výstupy
NV1	Excelentný výskum	3	28	V1.1– Úvodná správa o výskume v oblasti automatického riadenia na STUBA
				V1.2 – Správa o budúcich významných smeroch výskumu automatického riadenia na STUBA
				V1.3 – Správa o najdôležitejších vedeckých výsledkoch projektu
NV2	Vzdelávanie	2	28	V2.1 – Plán prednášok medzinárodných odborníkov
				V2.2 – Správa o prednáškach medzinárodných odborníkov, mentorovaní doktorandov, vytvorených anglických on-line kurzov
NV3	Infraštruktúra	1	12	V3.1 – Správa o budovaní infraštruktúry
NV4	Manažment a DEC	1	30	V4.1 – Priebežná správa o implementácii a dosiahnutých výsledkoch projektu predkladaná v polovici implementácie projektu
				V4.2 – Záverečná správa o dosiahnutých výsledkoch projektu predkladaná na konci implementácie projektu
				V4.3 – Web stránka projektu

IDENTIFIKÁCIA PROBLÉMOV A RIZÍK

V aktuálnom stave projektu je identifikovaný iba jeden problém v balíku NV3 (Infraštruktúra). Predpokladáme však, že pôvodný termín M12 bude splnený k termínu M24, a teda z hľadiska celkového plnenia projektu bude tento problém úspešne vyriešený.

OPIS PLÁNOVANÝCH ČINNOSTÍ V NASLEDUJÚCOM MONITOROVACOM OBDOBÍ, DOPADY PROJEKTU

Opis plánovaných činností v nasledujúcom období

V aktuálnom stave projektu je identifikovaný iba jeden problém v balíku NV3 (Infraštruktúra). Predpokladáme však, že pôvodný termín M12 bude splnený k termínu M24, a teda z hľadiska celkového plnenia projektu bude tento problém úspešne vyriešený. Ostatné aktivity projektu budú prebiehať podľa plánu. Môžeme konštatovať, že hlavný cieľ a čiastkové ciele projektu sú priebežne plnené v súlade s plánom.

Dokončenie aktivít balíku NV3

- **Modernizácia počítačovej siete a serverov:** v počítačovej sieti bude vymenený router so zlepšenou funkcionalitou pre filtrovanie a ochranu proti kybernetickým hrozbám. T: M22
- **Vybudovanie laboratória DCS riadenia:** V miestnosti prebiehajú stavebné práce (podlahy, steny, stropy), inštalácie (elektro, internet, dátové spojenia). Kupujú sa robustné laboratórne stoly, skrine a stoličky, nástenné panely, dataprojektor a premietacie plátno. počítačové zostavy. Budú špecifikované hardvérové a softvérové požiadavky. T: M22
- **Vybudovanie robustného úložiska schopného manažovať veľké objemy údajov:** Zakúpili sme a nakonfigurujeme záložné úložisko pre veľké objemy údajov v miestnosti serverov. Taktiež budujeme terciálne úložisko, ktoré bude fyzicky oddelené pre zvýšenie spoľahlivosti a bezpečnosti. T: M22

Dopady projektu

Priemyselná rada projektu FrontSeat bola transformovaná na Priemyselnú radu Kybernetika na STU. Z tohto dôvodu očakávame lepší dopad projektu medzi priemyselných partnerov Rady, ktorými v súčasnosti sú:

- Garrett Motion Slovakia, s.r.o.
- IQLOGY s.r.o.
- Photoneo
- Prosystemy s.r.o.
- SCHUNK Intec s.r.o.
- Slovnaft a.s.
- SmartBase
- SOVA Digital a.s.
- VUEZ a.s.
- ŽP VVC s.r.o.

- Spolchemie, a.s.
- S-D-A s.r.o.
- Sylex s.r.o.
- ABB
- SKARTEK s.r.o.
- Siemens, s.r.o.
- Micro-Epsilon Inspection, s.r.o.
- TTTech Computertechnik AG
- Schaeffler Kysuce, s.r.o.

Ako príklad úspešnej spolupráce a dopadov projektu môžeme hodnotiť dizertačné práce Ing. Rastislava Fábera, ktorý aj so zahraničným spoločným školiteľom spolupracuje na téme zo Slovnaftu: Hybridné modelovanie a optimalizácia v reálnom čase procesov, ktorá sa zaoberá alkyláciou reaktívnych olefínov pre výrobu benzínu.

Podobne, Ing. Jozef Vargan spolupracuje na téme zo Slovnaftu pre zlepšenie riadenia polymerizačného reaktora, pri ktorej zahraničný školiteľ z Lotrýnskej univerzity je špecialistom na modelovanie polymerizačných reaktorov. Týmto príkladmi predpokladáme lepšiu disemináciu výsledkov do priemyselnej praxe ako aj v zahraničných univerzitách.

Spoločné výskumné aktivity pomôžu STUBA stať sa uznávaným hráčom v európskom výskumnom priestore, vykonávať kvalitný výskum aktuálnych tém v pokročilom automatickom riadení. V minulom roku sme podali ako koordinátor MSCA projekt doktorandskej siete “SIGNN - European Doctoral Network for Smart Industries Next-Gen Monitoring and Control”. Tiež sme podali dva postdoktorandské MSCA projekty “Reliable Process Monitoring and Control of Smart Processes” a “Data-based Optimal Control of Processes”.

Kvalitné výsledky lákajú nových nových akademických a priemyselných spolupracovníkov, tento rok sme registrovali záujem viacerých uchádzačov o doktorandské štúdium zo Slovenska a aj zo zahraničia. Silný dôraz projektu je na kariéru doktorandov a ich šancí na úspešnú akademickú kariéru na Slovensku či v Európe. To v budúcnosti umožní vytvorenie novej generácie vedcov, ktorí budú šíriť dobrú prax pri používaní špičkových softvérových nástrojov a využívania znalosti v automatickom riadení na ich budúcich vedúcich pozíciách, čo je dlhodobou skvelou príležitosťou udržateľnosti výsledkov projektu a kľúčom k tomu, aby STUBA prilákala relevantné akademické a priemyselné partnerstvá.

Dopady projektu sú diseminované kanálmi, ktoré boli už vytvorené v projekte FrontSeat. Zahŕňajú organizácie vedy a výskume na Slovensku a v Českej republike, Slovenskú akadémiu vied, výskumné a vývojové centrá priemyselných firiem. Taktiež sme využili kanály medzinárodných konferencií, ktoré sme organizovali:

- International Conference on Process Control, Štrbské Pleso, 6-9. jún 2025, <https://www.process-control.sk/>
- IFAC conference DYCOPS: Dynamics and Control of Process Systems including Biosystems, Bratislava, 16-19.6.2025, <https://www.dycops2025.org/>

ZOZNAM PRÍLOH

[V1.1 – Úvodná správa o výskume v oblasti automatického riadenia na STUBA](#)

[V1.2 – Správa o budúcich významných smeroch výskumu automatického riadenia na STUBA](#)

[V2.1 – Plán prednášok medzinárodných odborníkov](#)

[V3.1 – Správa o budovaní infraštruktúry](#)

[V4.1 – Priebežná správa o implementácii a dosiahnutých výsledkoch projektu predkladaná v polovici implementácie projektu](#)

[V4.3 – Web stránka projektu](#)

ZÁVERY

Táto správa poskytuje prehľad aktivít projektu v prvej polovici monitorovaného obdobia. Môžeme konštatovať, že projekt prebieha podľa plánu, určité omeškanie v balíku NV3 bude možné odstrániť v druhej polovici projektu.