



**Operační program  
Jan Amos Komenský**

# VYBRANÉ KAPITOLY STUDIE PROVEDITELNOSTI

*PRO VÝZVY MEZISEKTOROVÁ SPOLUPRÁCE A  
MEZISEKTOROVÁ SPOLUPRÁCE PRO ITI*

<b>Verze:</b>	1
<b>Vydal:</b>	Řídicí orgán OP JAK
<b>Datum platnosti:</b>	Dnem zveřejnění na webových stránkách OP JAK
<b>Datum účinnosti:</b>	28. 6. 2023



Spolufinancováno  
Evropskou unií



**OPJAK.cz**  
**MSMT.cz**

## 1. ZKRATKY A VYSVĚTLIVKY

Zkratka	Vysvětlení
DV	Duševní vlastnictví
CTTZ	Centrum Transferu Technologii a Znalostí
FORD	Fields of Research and Development; Klasifikace oblastí výzkumu a vývoje
FTE	Full Time Equivalent; pojem, kterým se označuje jednotka vyjadřující míru zapojení či kapacitu vytížení pracovníka přepočtená na 100 % kapacitu.
ICT	Informační a komunikační technologie
ITI	Integrované územní investice
KA	Klíčová aktivita
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OPJAK	Operační program Jan Amos Komenský
RIS3	Strategie pro inteligentní specializaci
TAČR	Technologická agentura České republiky
TRL	Technology readiness level (Úroveň technologické připravenosti)
UHK	Univerzita Hradec Králové
UHK-FIM	Univerzita Hradec Králové, Fakulta informatiky a managementu
UPCE	Univerzita Pardubice
UPCE-DFJP	Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
UPCE-FEI	Univerzita Pardubice, Fakulta elektrotechniky a informatiky
VaV	Výzkum a vývoj
VO	Výzkumná organizace
ZPP	Základní parametry projektu (příloha právního aktu)

## 2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Název projektu	Mezisektorová a mezioborová spolupráce ve výzkumu a vývoji komunikačních, informačních a detekčních technologií pro řídicí a zabezpečovací systémy
Název žadatele	Univerzita Pardubice
Název povinného partnera	ELDIS Pardubice, s.r.o.
Název dalšího partnera/partnerů	Univerzita Hradec Králové, RETIA, a.s.



### 3. OBOROVÉ ZAŘAZENÍ PROJEKTU

Hlavní obor projektu dle Stromu odborností a oborů OP JAK	OPJAK_1P_2P_9.1 - Elektronika a optoelektronika
Vedlejší obor/obory projektu dle stromu odborností a oborů OP JAK	OPJAK_1P_2P_9.4 - Využití počítačů, robotika a její aplikace OPJAK_1P_2P_9.3 - Počítačový hardware a software OPJAK_1P_2P_9.9 - Kompozitní materiály OPJAK_1P_2P_8 - Informatika

### 4. CÍLE PROJEKTU

Hlavním cílem projektu je navázání nové a prohloubení stávající spolupráce mezi výzkumnými organizacemi a aplikační sférou. Spolupráce bude realizována mezi Univerzitou Pardubice, Univerzitou Hradec Králové a aplikačními partnery ELDIS Pardubice, s.r.o., RETIA, a.s. a novými spolupracujícími subjekty. Spolupráce bude naplňována zejména obousměrným přenosem znalostí a zkušeností mezi jednotlivými subjekty, který povede k posílení inovačního potenciálu a větší aplikační uplatnitelnosti výsledků výzkumných aktivit s mezinárodním přesahem.

Ve své vědecko-výzkumné části je projekt zaměřen na výzkum progresivních postupů zpracování signálu ve spojení s prvky umělé inteligence a podporou nových a výpočetně výkonných hardwarových prvků a systémů nezbytných pro vývoj moderních metod detekce, identifikace, klasifikace a lokalizace. Nové a optimalizované metody se uplatní v různých částech řetězce komunikačních, informačních a detekčních technologií, zejména pro elektronické řídicí a zabezpečovací systémy.

Hlavním přínosem a smyslem projektu pro uvedená výzkumná témata je významná a z dlouhodobého pohledu stabilní podpora spolupráce mezi sektorem výzkumných organizací a aplikační sférou, díky čemuž lze dosahovat výsledků, které mají z pohledu kvality i mezinárodního srovnání zásadní význam na rozvoj oboru a zároveň pro rychlé uplatnění nových poznatků v konkrétních elektronických systémech nebo jejich komponentách. Dosahování kvalitních a mezinárodně srovnatelných výzkumných výsledků je nezbytné pro rychlé zavádění těchto výsledků do vývojové fáze, která umožní následnou aplikovatelnost, komercializaci výsledků a tím udržení konkurenceschopnosti. Téma projektu je taktéž plně v souladu se Strategií RIS3 pro Pardubický kraj i s doménami specializace RIS3 na úrovni ČR. Stávající podpora výzkumu elektronických senzorů s aplikací nových materiálů, rádiových prvků a radarových systémů se v České republice opírá zejména o individuální projekty s cílem dosáhnout konkrétního aplikovatelného výsledku s komerčním uplatněním. Žadatel i aplikační partneři mají s těmito typy projektů prokazatelné zkušenosti. Tyto individuální projekty však spíše přispívají k udržení postavení tuzemských firem v pozici technologických lídrů a nejsou určeny k rozvoji know-how do budoucna.

Projekt se hlásí ke všem povinným i volitelným klíčovým aktivitám:

KA1 – Řízení projektu

KA2 – Vytvoření, realizace, či prohloubení spolupráce mezi výzkumnými organizacemi a aplikační sférou

KA3 – Realizace orientovaného výzkumu ve spolupráci se subjekty aplikační sféry

KA4 – Příprava společně zpracovaných projektových žádostí se subjekty z aplikační sféry do národních i mezinárodních grantových schémat souvisejících s aktivitami a zaměřením projektu

KA5 – Modernizace infrastruktury a pořízení nezbytného vybavení

KA6 – Zapojení zástupců aplikační sféry do výuky, včetně vedení studentských prací

V důsledku realizace klíčových aktivit projektu dojde ke změnám, které budou vycházet z plnění plánovaného harmonogramu řešení výzkumného záměru. Jedná se zejména o realizaci aktivit s cíli, z nichž vyplývají konkrétní výsledky a výstupy:

- zintenzivnění počtu i kvality výsledků výzkumu uplatnitelných v pokročilých produktech a systémech s vysokou přidanou hodnotou danou rychlou aplikovatelností výsledků,
- propojenost a otevřenost výzkumného prostředí žadatele s rozsáhlejším napojením na partnery z aplikační sféry a jejich pracovníky v rámci realizace orientovaného výzkumu ve výzkumných oblastech společného výzkumného záměru, obousměrný přenos know-how,
- vytvoření nových i prohloubení stávajících spoluprací žadatele s partnery z aplikační sféry doložitelné aktualizovanými a novými smlouvami a plněním jejich účelu,
- modernizace a rozšíření infrastrukturního zázemí žadatele, kdy pro účely plnění cílů projektu budou mít přístup k vybavení všichni partneři projektu, včetně partnerů z nových spoluprací,
- zpracování společných projektových žádostí,
- rozvoj zapojení odborníků z aplikačního sektoru do výuky a vedení studentských prací.

#### Cíle projektu – text k převodu do ZPP:

Cílem projektu **Mezisektorová a mezioborová spolupráce ve výzkumu a vývoji komunikačních, informačních a detekčních technologií pro řídicí a zabezpečovací systémy** je:

- Navázání nové a realizace stávající spolupráce mezi výzkumnými organizacemi a aplikační sférou. Spolupráce bude realizována mezi Univerzitou Pardubice, Univerzitou Hradec Králové a aplikačními partnery ELDIS Pardubice, s.r.o., RETIA, a.s. a novými spolupracujícími subjekty. Spolupráce bude naplňována zejména obousměrným přenosem znalostí a zkušeností mezi jednotlivými subjekty směřující k posílení inovačního potenciálu a větší uplatnitelnosti výzkumných aktivit.
  - prostřednictvím KA2, KA3, KA4, KA5 a KA6
- Realizace výzkumného záměru v oboru elektronických senzorů, rádiových prvků, radarových systémů a stínících materiálů s cílem dosahování společných výsledků, sdílení know-how, personálních kapacit, infrastrukturního zázemí a špičkového vybavení. Plánované výsledky výzkumu se uplatní v komunikačních, informačních a detekčních technologiích pro systémy detekce, identifikace, klasifikace a určování polohy. Cílem je dosahování kvalitních výsledků VaV v podobě publikací nebo před-aplikačních výstupů vycházejících ze současného stavu poznání.
  - prostřednictvím KA3
- Společné zpracování projektových žádostí s těžištěm činností v aplikačně orientovaném výzkumu realizovaném se zástupci aplikačního sektoru.
  - prostřednictvím KA4
- Pořízení nového vybavení nezbytného pro řešení výzkumného záměru.
  - prostřednictvím KA5
- Výuka odborníků z aplikačního sektoru ve studijních programech relevantních pro zaměření projektu
  - prostřednictvím KA6

## 5. PROFIL ŽADATELE A PARTNERŮ

### 5.1. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ŽADATELE

**Univerzita Pardubice (UPCE)** je veřejná vysoká škola, jejíž tradice sahá do roku 1950. Tvoří ji 7 fakult, které realizují vzdělávání, výzkum a mezinárodní spolupráci v technických, přírodních, společenských, ekonomických a zdravotnických oborech. Působí v základním i aplikovaném výzkumu. Do řešení projektu se zapojí dvě fakulty UPCE, které se společně budou věnovat všem relevantním vědním oborům projektu – FORD 2.2 Electrical engineering, Electronic engineering, FORD 2.5 Materials engineering a FORD 1.2 Computer and information sciences. Seznam řešených projektů [Projekty | Univerzita Pardubice \(upce.cz\)](#)

**Fakulta elektrotechniky a informatiky (UPCE-FEI)** vznikla transformací z Ústavu elektrotechniky a informatiky v roce 2008. Studijní programy všech stupňů realizuje v oblastech elektrotechniky, informatiky a kybernetiky. Výzkumné aktivity pokrývají vědní oblasti projektu, zejména FORD 2.2 a FORD 1.2. Výsledky tvůrčí činnosti se uplatňují v mnoha dalších oborech, kde je vědní oblast využívána jako nezbytná podpora pro dosažení výsledků (FORD 2.5) nebo kde se výsledky VaV aplikačně uplatňují (FORD 2.1). UPCE-FEI se orientuje zejména na aplikovaný výzkum ve spolupráci s průmyslem s důrazem na inovace s využitím nejnovějších výzkumných výsledků. V rámci VaVa, národních a mezinárodních projektů se UPCE-FEI soustředí, v souladu se svými strategickými dokumenty, na oblasti detekce, lokalizace, identifikace a klasifikace objektů s využitím progresivních metod zpracování rádiových, radarových, akustických a obrazových signálů. WWW: <https://fei.upce.cz/>

**Dopravní fakulta Jana Pernera (UPCE-DFJP)** je zaměřena na technické, technologické a manažerské obory v dopravě, kde realizuje vzdělávání, výzkum a mezinárodní spolupráci. Ve vazbě na oborové zaměření projektu jsou výzkumné aktivity UPCE-DFJP realizovány ve vědní oblasti FORD 2.1 Civil engineering. Fakulta si klade za cíl reflektovat aktuální společenský vývoj a nejnovější vědecké poznatky a potřeby společnosti. VaV činnost probíhá prostřednictvím národních i mezinárodních projektů a smluvního výzkumu. Pro VaV fakulta využívá unikátní a vysoce specializované pracoviště – Výukové a výzkumné centrum v dopravě (VVCD), jehož laboratoře podporují zejména oblasti technických oborů. WWW: <https://dfjp.upce.cz/>

### 5.2. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PARTNERA/PARTNERŮ PROJEKTU

**Univerzita Hradec Králové (UHK)** je veřejná vysoká škola univerzitního typu. Vznikla r. 2000 z Vysoké školy pedagogické v Hradci Králové. Současná UHK je tvořena 4 fakultami, které pokrývají technické, přírodní, ekonomické, společenské a pedagogické obory, fakulty jsou doplněny rektorátními a celoškolskými pracovišti. Univerzita Hradec Králové je moderní a dynamicky se rozvíjející škola s cca 6 tisíci studenty ve více než 100 studijních programech. UHK plní současně roli regionální univerzity, ale i roli školy nabízející celostátně i v rámci střední Evropy jedinečné oblasti vzdělávání. Její oblasti výzkumu a vývoje taktéž zahrnují jak spolupráci s regionálními subjekty, tak globální výzkumná témata. [Univerzita Hradec Králové](#)

Fakulta řízení a informačních technologií byla ustanovena 15. února 2000 byla přejmenována na Fakultu informatiky a managementu (FIM) a jako jediná z fakult UHK bude zapojena do řešení projektu. Vědecká a odborná činnost Fakulty informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové se zaměřuje především na tři klíčové oblasti – Inteligentní systémy a přístupy pro podporu manažerských a jiných lidských aktivit, Chytrá řešení v počítačových prostředích, Kognitivní procesy a jejich podpora moderními ICT.

V rámci těchto VaV směrů se výzkumné týmy fakulty specializují na konkrétní oblasti aplikace matematiky, aplikace objektově orientovaných programových technologií, didaktiky a metodiky výuky jazyků, ale také filozofických a etických aspektů vzdělávání a managementu znalostí, e-learningu, soft computing a jeho aplikací.

Společnost **ELDIS Pardubice, s.r.o.** byla založena v červenci roku 1991 se záměrem zajistit komplexní řešení náročných požadavků zákazníků z oblastí řízení letového provozu a protivzdušné obrany. Firma od svého vzniku směřuje své aktivity především do oblasti vývoje a výroby radarové techniky a systémů pro řízení letového provozu. Zkušený tým vlastních specialistů zajišťuje všechny fáze vývojového a výrobního procesu, od analýzy problémů přes realizační studie, řízení projektů, vývoj elektronických obvodů a programového vybavení, elektrické i mechanické konstrukční řešení, až po funkční zkoušky a instalaci zařízení. ELDIS Pardubice, s.r.o. je součástí skupiny CZECHOSLOVAK GROUP a.s., divize CSG Aerospace a je považována za předního českého výrobce radarové techniky a systémů řízení letového provozu, který vyvíjí a integruje svá řešení po celém světě. [ELDIS Pardubice, s.r.o.](#)

**RETIA, a.s.** je česká společnost, sídlící v Pardubicích, založená v roce 1993. Navazuje na stoletou tradici jednoho z největších výrobců radarů 20. století Tesla Pardubice. Vyvíjí, vyrábí a modernizuje radary, systémy velení a řízení, širokopásmové lokalizační a komunikační systémy i záznamové systémy pro nahrávání hlasu, obrazu a dat. Produkty RETIA jsou využívány ve vojenské i v civilní oblasti života. RETIA má vlastní výzkum na špičkové úrovni, dlouholeté zkušenosti a může se pochlubit velkou řadou zakázek uskutečněných pro významné zákazníky z ČR i celého světa. Společnost RETIA disponuje dostatečnou technickou a personální kapacitou pro zajištění realizace projektu. Výzkumné a vývojové aktivity dokáže RETIA zajistit využitím zdrojů vlastního výzkumného a vývojového centra, které je součástí výrobního areálu v Pardubicích (technologie, hardware, software). Společnost RETIA, a.s. je členem průmyslové skupiny CZECHOSLOVAK GROUP a.s. a její divize CSG Aerospace. [RETIA a.s.](#)

## 6. ODBORNÉ A ADMINISTRATIVNÍ ŘÍZENÍ PROJEKTU

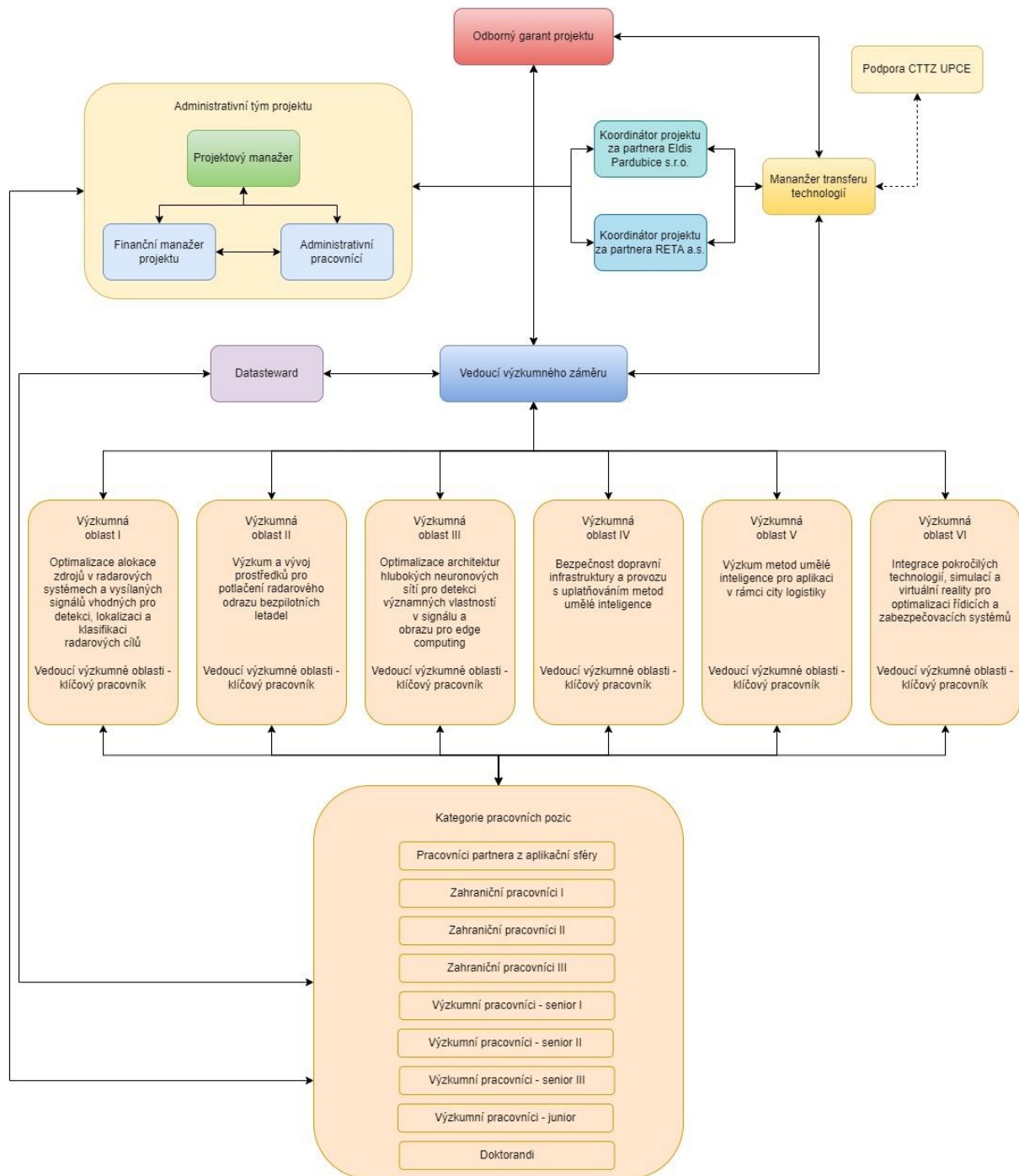
Řízení projektu bude probíhat u žadatele a partnerů prostřednictvím administrativního a odborného týmu.

### 6.1. ODBORNÉ ŘÍZENÍ PROJEKTU

Odborné řízení projektu bude zajišťovat odborný garant projektu, který bude po odborné stránce řídit a kontrolovat realizaci projektových klíčových aktivit KA2 až KA6 ve spolupráci s administrativním týmem. Projektový manažer bude své podněty a požadavky předávat garantovi projektu a vedoucímu výzkumného záměru. Úkolem odborného garanta bude svolávat jednání společně s vedoucím výzkumného záměru a klíčovými pracovníky pro jednotlivé výzkumné oblasti. Podle harmonogramu projektu bude dohlížet na jednání s partnery z aplikačního sektoru s pravidelnou účastí manažera transferu technologií.

Organizační schéma ilustruje obousměrnou výměnu informací mezi odborným garantem, vedoucím výzkumného záměru a projektovým týmem a partnery, komunikaci s manažerem transferu technologií. Odborný garant ve spolupráci s administrativním týmem sbírá, kontroluje a finalizuje podklady pro zprávy o realizaci a specifikuje odborné části žádostí o nepodstatné i podstatné změny projektu.

Organizační schéma odborného řízení projektu



## 6.2. ADMINISTRATIVNÍ TÝM

Administrativní tým pro realizaci projektu je popsán v žádosti o podporu v IS KP21+: záložka Klíčové aktivity v části KA1 Řízení projektu a dále na záložce Popis projektu v části Popis realizačního týmu projektu. V příloze Realizační tým je uvedeno zdůvodnění výše úvazku jednotlivých členů administrativního týmu.

## 7. VYTVOŘENÍ, REALIZACE, ČI PROHLoubENÍ SPOLUPRÁCE MEZI VÝZKUMNÝMI ORGANIZACEMI A APLIKAČNÍ SFÉROU, VČETNĚ MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE

Klíčovým cílem předkládaného projektového záměru je prohloubení a zintenzivnění spolupráce mezi výzkumnými organizacemi zastoupenými Univerzitou Pardubice (Fakultou elektrotechniky a informatiky a Dopravní fakultou Jana Pernera) a Univerzitou Hradec Králové (Fakultou informatiky a managementu) s aplikačními partnery projektu, konkrétně firmami ELDIS Pardubice, s.r.o. a RETIA, a.s. Dále bude docházet k navázání a rozvoji nových spoluprací univerzitních pracovišť s dalšími subjekty z aplikační sféry.

Vzájemná spolupráce mezi UPCE-FEI, UPCE-DFJP, FIM UHK a partnery ELDIS Pardubice, s.r.o. a RETIA, a.s. v oblasti VaVaI a transferu znalostí navazuje na společné dlouhodobé aktivity v projektové VaV činnosti, participaci odborníků z praxe ve výuce, odborné vzdělávání pracovníků firem specialisty z UPCE a společný zájem o podporu technického vzdělávání. Jedná se například o aktivity podporované z vlastních zdrojů žadatele a partnerů a aktivity realizované v rámci projektů, jejichž podrobnější popis je uveden v kapitole 8.1.2 této studie proveditelnosti:

- Spolupráce Univerzity Pardubice a aplikační sféry v aplikačně orientovaném výzkumu lokačních, detekčních a simulačních systémů pro dopravní a přepravní procesy (PosiTrans) - EF17\_049/0008394 - [odkaz](#)
- Výzkum a vývoj aktivního anténního systému pro detekci zájmových cílů s podporou měření polarimetrických vlastností – EG20\_321/0024570 - [odkaz](#)
- Výzkum a vývoj inovativního typu radomu na bázi nekonvenčních materiálů pro anténní systém radaru – ELDOM – EG21\_374/0026896 - [odkaz](#)
- Výhybka 4.0 - CK01000091 - [odkaz](#)
- Výzkum a vývoj komplexního antidronového systému – EG19\_262/0020162 - [odkaz](#)
- Radarový systém pro detekci pozemních a LSS vzdušných cílů EG17\_125/0014421 - [odkaz](#)

V rámci spolupráce s projektovými partnery v uvedených projektech vznikly výsledky a výstupy společné výzkumné činnosti v podobě užitečných vzorů, odborných publikací, společných odborných workshopů, studentských prací, zvaných odborných přednášek a zapojení odborníků z aplikačního sektoru do výuky. Vybrané VaV výsledky jsou uvedeny v kapitole 8.1.2. této studie proveditelnosti. Jmenované výsledky mají významný národní i mezinárodní dopad v podobě aplikací těchto výsledků do vývoje komponent pro detekci objektů a radarových systémů dodávaných do mnoha států po celém světě. Nové nebo optimalizované metody zpracování signálu v radarových systémech a detekční komponenty včetně mikrovlnných prvků zvyšují uplatnitelnost a konkurenceschopnost výsledných produktů.

Pro udržení a podporu spolupráce v oblasti orientovaného výzkumu žadatel s partnery vyhledávají vhodnou podporu v aplikačně zaměřených projektových výzvách. Na již realizované společné výzkumné aktivity proto žadatel a partneři dále navázali podáním dvou dalších projektových žádostí v rámci výzvy TAČR TREND – Technologičtí lídři, oba projekty splnily podmínky formálního hodnocení





a jsou v procesu posuzování. Projektové žádosti budou v případě přidělení dotace zaměřeny na řešení komplementárních úkolů s podílem experimentálního vývoje. V případě schválení žádostí nedojde k dvojímu financování aktivit. Jedná se o žádosti:

- PROSPEKTOR II. - Výzkum a vývoj nové generace radarového senzoru na bázi polarimetrického aktivního anténního systému – FW10010468 [odkaz](#)
- Pokročilý experimentální systém s adaptivní architekturou na bázi EDTs proti stávajícím a perspektivním vzdušným hrozbám – FW10010181 - [odkaz](#)

Rozvoj spolupráce a nosného oboru tohoto projektu musí být podporován i ve výzkumných fázích a v aktivitách, které nelze financovat z výše uvedených dotačních titulů. Předkládaný projekt je dalším krokem k prohloubení vzájemné mezisektorové spolupráce s projektovými partnery a jeho hlavním přínosem bude další vytváření a následné efektivní využívání výsledků společné vědecko-výzkumné činnosti a jejich budoucí uplatňování v praxi. Přímé zapojení aplikačního sektoru zajistí relevanci a mezinárodní srovnatelnost dosažených projektových výstupů. Budoucí aplikace těchto výstupů do produktů partnerů povede k zvýšení jejich užitných vlastností a konkurenceschopnosti na mezinárodním trhu. V rámci naplňování a prohlubování spolupráce bude probíhat řada dalších aktivit vedoucích ke zlepšení a upevnění postavení všech členů projektového konsorcia v rámci ČR, EU i celého světa.

Za účelem prohloubení spolupráce budou probíhat zejména následující aktivity, které jsou podrobně popsány v dílčích kapitolách této studie proveditelnosti a v popisu projektu:

- Společné výzkumné činnosti na projektovém záměru „Výzkum a vývoj progresivních metod detekce, identifikace, klasifikace a sledování objektů různých velikostí, tvarů a rychlostí pohybu využívajících prvků umělé inteligence a strojového učení“
- Podpora rozvoje spolupráce přípravou společných žádostí do národních i mezinárodních projektových výzev
- Účast na společných workshopech, konferencích s partnery z aplikačního sektoru
- Další rozvíjení oboustranného přenosu znalostí pro zajištění aplikovatelnosti VaVal výsledků při dodržení ochrany duševního a průmyslového vlastnictví
- Vzájemné sdílení výzkumné infrastruktury mezi fakultami a partnerskými organizacemi při realizaci společných výzkumných aktivit
- Identifikace potenciálních nových spolupracujících aplikačních partnerů, následná příprava a uzavírání rámcových smluv/ memorand o spolupráci a jejich dodatků jako nástroje pro určení směřování další vzájemné spolupráce s novými spolupracujícími subjekty
- Podpora zapojení externích partnerů/odborníků z praxe do vedení doktorských studentů na pozici školitel specialista
- Podpora zapojení odborníků z aplikačního sektoru jako konzultantů studentských prací
- Zapojení odborníků z praxe do výuky vybraných odborných předmětů bakalářských a navazujících studijních programů
- Realizace tematických přednášek pro studenty všech stupňů vzdělání odborníky z praxe
- Podpora zapojení studentů DSP do výzkumné činnosti prováděné ve spolupráci s aplikačními partnery.

Dohled nad průběhem aktivit a zapojením pracovníků řešitelského týmu naplňování aktivit bude zajišťován odborným garantem projektu, odborným koordinátorem aplikačního partnera ELDIS Pardubice, s.r.o. a odborným koordinátorem aplikačního partnera RETIA, a.s. Činnost odborného garanta projektu, Ing. Zdeňka Němce, Ph.D., bude provázána s odborným vedením projektu za Univerzitu Pardubice (viz kapitola 6, kde je uvedeno i organizační schéma pro řízení projektu a komunikaci žadatele s partnery). Na pozice odborných koordinátorů aplikačních partnerů jsou nominováni pracovníci Ing. Tomáš Müller za partnera ELDIS Pardubice, s.r.o. a Ing. Pavel Queisner za partnera RETIA, a.s. Tito pracovníci zastávají pozice technických ředitelů, kde z pozice členů

vrcholového řízení podniků mají rozhodovací kompetence, mohou organizovat a řídit činnosti odborných pracovníků v podnicích. Zároveň se jedná o pracovníky uvedené jako kontaktní osoby ve smlouvách o partnerství.

S dalšími subjekty z aplikační sféry, které budou přizvány ke spolupráci, bude uzavřen smluvní vztah na základě rámcové smlouvy nebo jiného smluvního dokumentu, např. memorandum o porozumění. Předpokládá se navázání minimálně dvou nových spoluprací se subjekty působícími ve shodném vědecko-výzkumném zaměření s předkládanou projektovou žádostí. Tyto nově navázané spolupráce budou sloužit především k analýze aplikovatelnosti výzkumných výsledků a přenosu praktických znalostí a zkušeností z aplikační sféry a opačně.

Dlouhodobé koncepční naplňování spolupráce mezi FEI a DFJP UPCE a subjekty z aplikačního sektoru v oblasti vědecké, výzkumné, inovační a vzdělávací činnosti je upraveno interním schváleným dokumentem Plán dlouhodobé spolupráce se subjekty z aplikačního sektoru - odkaz. Tento dokument bude též aplikován při navázání nových spoluprací během řešení projektu pro účely vyhodnocování kvantity a kvality výsledků, počtu a typu výstupů. Vzájemná spolupráce mezi UPCE a subjekty z aplikačního sektoru je rovněž obsažena mezi strategickými prioritami Strategického záměru Univerzity Pardubice na období od roku 2021 v aktuálním znění ([odkaz](#)), konkrétně v Prioritě 2: Kvalitní a respektovaná vědecko-výzkumná a tvůrčí činnost a v Prioritě 1: Kompetence studujících pro 21. století a fakultních plánech realizace strategických záměrů (UPCE-FEI: [odkaz](#), UPCE – DFJP: [odkaz](#)).

Přenos poznatků a technologií do praxe a aktivní vyhledávání příležitostí ke spolupráci s podniky bude z velké míry zajištěno zastřešujícím pracovištěm Univerzity Pardubice, a to Centrem Transferu Technologií a Znalostí (CTTZ - [CTTZ - Centrum transferu technologií a znalostí UPCE](#)). Služeb CTTZ bude využíváno především v oblasti:

- Ochrany duševního vlastnictví zahrnující
  - Evidence a vedení Předmětu Průmyslového Vlastnictví (PPV)
  - Přípravu či revizi návrhu smluv ošetřujících spoluvlastnické vztahy k PPV
  - Komunikaci s patentovými zástupci
  - Prodlužování platnosti patentů či užitečných vzorů
- Podpory komercializace zahrnující
  - Konzultace a tvorba strategie ochrany duševního vlastnictví
  - Konzultace a tvorba strategie komercializace výsledků VaV ve spolupráci s původci
  - Identifikace a oslovení možných zákazníků
  - Obchodní jednání a uzavírání smluvních vztahů
  - Aktivní propagace výsledků v ČR a zahraničí
  - Monitoring průběhu případů komercializace
- Podpory navázání nových spoluprací zahrnující
  - Smluvní zajištění navázaných vztahů

Do projektu bude přímo zapojen vedoucí Centra transferu technologií a znalostí UPCE, Ing. Tomáš Novotný, Ph.D., LL.M., ING-PAED IGIP na pozici manažera transferu technologií. Odborný garant projektu a odborní koordinátoři aplikačních partnerů budou spolupracovat s manažerem transferu technologií.

Činnost manažera transferu technologií je svázána s rozpočtovou položkou 1.1.1.1.2.4.1.1.1.02. Aktivity spojené s ověřováním aplikovatelnosti výsledků a poskytování podpůrných právních, ekonomických služeb, zajišťované odbornými referenty a právními poradci CTTZ (nad rámec činností manažera transferu technologií) budou hrazeny z institucionálních prostředků žadatele a plně odpovídají systémovému nastavení projektové podpory na UPCE.

Transfer technologií a znalostí je institucionálně na UPCE nastaven systémem interních směrnic a metodik, zavedením a správou interních informačních systémů (Informační systém pro transfer

technologií), - Odkaz na webové stránky - [Duševní vlastnictví, patenty/užitné vzory, komercializace | Univerzita Pardubice \(upce.cz\)](#)

## **8. VÝZKUMNÉ ZÁMĚRY: REALIZACE ORIENTOVANÉHO VÝZKUMU VE SPOLUPRÁCI SE SUBJEKTY APLIKAČNÍ SFÉRY**

Nosnou aktivitou projektu je řešení výzkumného záměru v oblasti nových progresivních metod detekce, identifikace, klasifikace a sledování objektů různých velikostí, tvarů a rychlostí pohybu s využitím prvků umělé inteligence a strojového učení. Hlavním cílem je dosahování špičkové, mezinárodně srovnatelné úrovně výsledků s důrazem na jejich aplikační potenciál, a to s využitím sdílení personálních a infrastrukturních kapacit kvalitně zabezpečených pracovišť z dvou univerzit v ČR a dvou aplikačních partnerů řadících se mezi technologické lídry v progresivně se rozvíjejícím oboru detekčních, identifikačních a klasifikačních systémů. V rámci výzkumného záměru bude řešeno 6 věcně propojených výzkumných oblastí, jejichž společným cílem je kolaborativní výzkum ve spolupráci s partnery z aplikační sféry v oborech elektronických přenosových, rádiových a radarových systémů, informačních systémů a technologií využívaných pro řízení a zajištění bezpečnosti rozsáhlých infrastruktur. Výzkumné oblasti jsou specifikovány tak, aby se projektový tým věnoval nejen výzkumu a vývoji nových metod detekce, identifikace, klasifikace a lokalizace, ale i simulačnímu a laboratornímu ověření aplikačního nasazení navržených metod a postupů. Výzkumné oblasti společného výzkumného záměru jsou: 1) Optimalizace alokace zdrojů v radarových systémech a vysílaných signálů vhodných pro detekci, lokalizaci a klasifikaci radarových cílů, 2) Výzkum a vývoj prostředků pro potlačení radarového odrazu bezpilotních letadel, 3) Optimalizace architektur hlubokých neuronových sítí pro detekci významných vlastností v signálu a obrazu pro edge computing, 4) Bezpečnost dopravní infrastruktury a provozu s uplatňováním metod umělé inteligence, 5) Výzkum metod umělé inteligence pro aplikaci v rámci city logistiky, 6) Integrace pokročilých technologií, simulací a virtuální reality pro optimalizaci řídicích a zabezpečovacích systémů.

Jedním z rysů tohoto výzkumného záměru je spolupráce tří výzkumných institucí – fakult dvou zapojených univerzit, přičemž každá z těchto institucí má svou specifickou roli. Tým UPCE-FEI, který se specializuje na elektrotechniku v radarové technice a dalších systémech pro detekci, bude zastřešovat první čtyři výzkumné oblasti. Tým UPCE-DFJP, specializující se na problémy a výzvy spojené s city logistikou a plánováním dopravy, bude zabezpečovat pátou výzkumnou oblast. Poslední část bude realizována pod vedením týmu UHK-FIM, který se zaměřuje na vývoj pokročilých informatických systémů pro simulace a virtuální realitu. I když jednotlivé instituce mají své specifické úkoly, byly výzkumné oblasti pečlivě koncipovány tak, aby umožnily synergii a vzájemnou interakci mezi řešitelskými týmy. Výsledky dosažené v jedné oblasti mají potenciál ovlivnit a přispět k rozvoji výsledků v dalších oblastech a efektem těchto činností tak budou komplexní a interdisciplinární řešení v oblastech detekce, identifikace, klasifikace a sledování objektů s důrazem na aplikace umělé inteligence a strojového učení.

### **8.1. VÝZKUMNÝ ZÁMĚR Č.1 – VÝZKUM A VÝVOJ PROGRESIVNÍCH METOD DETEKCE, IDENTIFIKACE, KLASIFIKACE A SLEDOVÁNÍ OBJEKTŮ RŮZNÝCH VELIKOSTÍ, TVARŮ A RYCHLOSTÍ POHYBU VYUŽÍVAJÍCÍCH PRVKŮ UMĚLÉ INTELIGENCE A STROJOVÉHO UČENÍ**

#### **8.1.1. SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ A VAZBA NA STÁVAJÍCÍ VÝZKUM ŽADATELE A PARTNERŮ**

##### **Stávající výzkum žadatele – Univerzita Pardubice**

Tým UPCE-FEI se dlouhodobě zabývá aplikovaně orientovaným výzkumem a vývojem v oblasti detekce, lokalizace, klasifikace a identifikace cílů s využitím rádiových, optických a dalších systémů, senzorů a metod umělé inteligence, zejména strojového učení. Výzkum a vývoj v těchto oblastech je na UPCE-FEI dlouhodobě koncepčně podporován, což se promítlo i do stanovení hlavního výzkumného zaměření

UPCE-FEI uvedeného v dokumentu [Strategický záměr UPCE-FEI 2021+](#). Zaměstnanci fakulty se dlouhodobě aktivně podílejí na výzkumu a vývoji moderních adaptivních metod radarového signálového zpracování a návrhu anténních a vysokofrekvenčních obvodů moderních radiolokátorů, návrhu progresivních metod strojového a hlubokého učení pro extrakci vlastností objektů z vizuálních a dalších dat, jejich detekci, lokalizaci a klasifikaci, zabývají se problematikou segmentace a shlukování dat, v neposlední řadě je dlouhodobě řešena problematika návrhu nových přístupů a metodik v oblasti zpracování a analýzy rozsáhlých dat popisujících provoz vybraných komplexních dopravních systémů s využitím soudobých poznatků z oblastí Big data, paralelních systémů, umělé inteligence a počítačové simulace.

V rámci výzkumně-vývojové činnosti získala UPCE-FEI rozsáhlé a bohaté zkušenosti s inovačními a výzkumnými projekty ve výzkumných oblastech 1 až 4, na základě, kterých bylo stanoveno nosné téma projektu. Příkladem mohou být následující projekty:

<b>Číslo projektu:</b>	<b>EF17_049/0008394</b>
<b>Název projektu:</b>	Spolupráce Univerzity Pardubice a aplikační sféry v aplikačně orientovaném výzkumu lokačních, detekčních a simulačních systémů pro dopravní a přepravní procesy (PosiTrans)
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, program OP VVV, PO1 SC2
<b>Doba řešení:</b>	10/2018 – 06/2022, <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Hlavním cílem projektu bylo posílení a rozvoj mezioborové spolupráce mezi sektorem výzkumné organizace a aplikačním sektorem v Hradecko-pardubické aglomeraci ve specializacích oborů elektrotechniky, informatiky a dopravních systémů prostřednictvím společných výzkumných, vývojových a inovačních aktivit.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>EG20_321/0024570</b>
<b>Název projektu:</b>	Výzkum a vývoj aktivního anténního systému pro detekci zájmových cílů s podporou měření polarimetrických vlastností
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program OP TAK Aplikace
<b>Doba řešení:</b>	6/2021 – 05/2023, <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Předmětem projektu byl výzkum a vývoj nového typu aktivního anténního systému radaru umožňující polarimetrické metody zpracování signálu. Hlavními výsledky projektu byly užité vzor antény radaru a funkční vzorek HW řešení antény radaru.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>LTAIN19100</b>
<b>Název projektu:</b>	Vývoj bezkontaktní technologie pro inteligentní ochranu zájmových prostor
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, program INTER-EXCELLENCE
<b>Doba řešení:</b>	1/2020 – 12/2022, <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Ve spolupráce s indickým institutem IIT Guwahati byl Předmětem projektu aplikačně zaměřený vývoj bezdotykové technologie s prvky umělé inteligence, která bude využita pro návrh moderních elektronických a komunikačních systémů využitelných v inteligentních detekčních systémech pro ostrahu rozsáhlých zájmových prostor.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>FV10485</b>
<b>Název projektu:</b>	Systém pro detekci malých létajících objektů v oblasti letiště

Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program MPO Trend
Doba řešení:	9/2016 – 8/2019, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Předmětem projektu byl výzkum a vývoj funkčního vzoru systému pro detekci malých létajících objektů, jakými jsou například bezpilotní letouny (UAV, drony) nebo meteorologické balóny, v oblasti letišť a blízkém okolí. Hlavním výsledkem projektu byl užitečný vzor anténního systému se zkříženými svazky pro detekci malých létajících předmětů.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>FV10484</b>
Název projektu:	Využití moderních mikroelektronických prvků ke zvýšení užitečných vlastností primárního radaru
Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program MPO Trend
Doba řešení:	9/2016 – 8/2019, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Cílem projektu byl vývoj univerzální FPGA platformy pro rychlé zpracování radarového signálu pokročilými metodami, vývoj nových metod a algoritmů digitálního zpracování přijatých radarových signálů pro adaptivní odstraňování zkraslení a pro potlačení nežádoucích odrazů s komplikovaným dopplerovským spektrem, zlepšení dosahu a detekčních schopností zejména vzdálenějších cílů se sníženou odraznou plochou prostřednictvím zvýšení výkonu radaru a zlepšením kvality a účinnosti komprese impulzu, sloučení požadavků provozu koncové řízené oblasti (TMA) a přehledu (SRE) s využitím nejmodernějších technologií, včetně nové FPGA platformy pro rychlé datové přenosy. Výsledkem projektu byl funkční vzorek elektroniky primárního radaru – koncový stupeň vysílače, přijímač a signálový procesor nové generace.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>FV10486</b>
Název projektu:	Pasivní zaměřovač pro zabezpečení a zvýšení přesnosti ADS-B/MLAT systémů
Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program MPO Trend
Doba řešení:	7/2016 – 12/2019, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Předmětem projektu bylo vyvinout funkční vzorek pozemní stanice pro pasivní určení elevace a azimutu letadel, vybavených palubním odpovídačem. Hlavním výsledkem projektu byl užitečný vzor pasivního zaměřovače pro zabezpečení a zvýšení přesnosti ADS-B/MLAT systémů a funkční vzor pasivního zaměřovače se stacionární adaptivní mnohasvazkovou anténou se schopností pasivního určení elevace a azimutu letadel.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>FV20701</b>
Název projektu:	Mikrovlnný výkonový zesilovač
Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program MPO Trend
Doba řešení:	9/2017 – 7/2020, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Projekt byl zaměřen na výzkum a vývoj inovovaného řešení mikrovlnného výkonového zesilovače pro aplikace v přehledových radarech, určených ke sledování letového provozu. Hlavním výsledkem projektu byl užitečný vzor integrovaného zesilovacího zařízení pro získání signálu velkého výkonu a funkční vzorky modulu mikrovlnného výkonového zesilovače a autonomního bloku modulárního mikrovlnného výkonového zesilovače.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>TA03031548</b>
Název projektu:	Systém pro zvýšení bezpečnosti vrtulníku při přistání a vzletu v neznámém terénu

Poskytovatel:	Technologická agentura ČR, TAČR ALFA 3
Doba řešení:	1/2013 – 12/2015, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Cílem projektu bylo zvýšit bezpečnost vrtulníku ve fázi přistání a vzletu, a to zejména při přistání v neznámém a potenciálně nebezpečném prostředí a za snížené viditelnosti. Výstupem byl funkční demonstrátor systému, který má sloužit pilotovi vrtulníku k identifikaci a detekci překážek v jeho blízkosti, které mohou zapříčinit nehodu vrtulníku. Systém je určen ke snížení zátěže pilota při kritických fázích letu, kterými jsou vzlet, přistání a manévrování nízko nad terénem.

Číslo projektu:	EG20_321/0024390
Název projektu:	Výzkum a vývoj modulární automatizované výrobní linky na bázi inovovaných robotických modulů a její aplikace na výrobu lékařských katetrů
Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program OP TAK Aplikace
Doba řešení:	01/2021 – 05/2023, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	V projektu byl řešen vývoj modulární automatické výrobní a montážní linky s inovativními prvky v 6 operacích. Těžištěm projektu byl výzkum a vývoj zejména tří z modulů automatizované výrobní linky, dále integrace celého zařízení a jeho optimalizace na aplikaci konkrétní výroby lékařských katetrů nového typu. Projekt dále řešil možnosti rozšíření zpětné vazby elektromagnetických, popř. tlakových čidel a standardních kamer (2D) nebo kamer s prostorovým snímáním (3D) pro řídicí systém automatizované linky.

Číslo projektu:	EG20_321/0024668
Název projektu:	Výzkum a vývoj nové generace inteligentního systému FareOn NextGen
Poskytovatel:	Ministerstvo průmyslu a obchodu, program OP TAK Aplikace
Doba řešení:	01/2021 – 05/2023, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Projekt byl zaměřen na výzkum, vývoj a zavedení unikátního software pro správu odbavovacího systému FareOn NextGen a v oboru zcela nového zařízení pro počítání cestujících. Hlavními výstupy projektu byly prototyp inteligentního obrazového senzoru (zařízení pro sběr vizuálních dat o sledovaném prostoru) a 5 dílčích softwarových komponent.

Číslo projektu:	CK04000041
Název projektu:	SmartRail – Automatizovaná analýza provozních dat nákladní železniční dopravy
Poskytovatel:	Technologická agentura České republiky, program TAČR Doprava 2020+
Doba řešení:	01/2023 – 12/2025, <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Cílem projektu je vyvinout metodiku „SmartAnalytics“ jako podporu pro dosahování vyšší ekonomické profitability a bezpečnosti nákladní železniční dopravy. Metodika specifikuje příslušné postupy a metody potřebné k provádění kontinuální automatizované analýzy vybraných provozních dat nákladní železniční dopravy.

V uvedených výzkumných oblastech publikovali členové výzkumného týmu UPCE-FEI v posledních letech řadu významných tematicky souvisejících výsledků:

- Juryca, K., Pidanic, J., Mishra, A., K., Moric, Z., Sedivy, P. Wind Turbine Micro-Doppler Prediction Using Unscented Kalman Filter. *IEEE ACCESS*, 2022, roč. 10, č. 10, s. 109240-109252.

- Krejci, T., Zalabsky, T., Kopecky, D., Trivedi, G. Application of hash function for generation of modulation data in RadCom system. *Digital Signal Processing*, 2022, roč. 130.
- Nemec, O., Pidanic, J., Sedivy, P. Rough North Correction Estimation Algorithm Based on Terrain Visibility. *IEEE ACCESS*, 2021, roč. 9, č. 9, s. 152668-152676.
- Bezousek, P., Karamazov, S. Simultaneous Optimization of Mismatched Filters and Controlled Amplitude Signals for Long-Range MIMO Radars. *IEEE ACCESS*, 2022, roč. 10, č. October, s. 108251-108260.
- Bezousek, P., Karamazov, S. Joint Optimization of Signal Waveforms and Filters for Long-Range MIMO Radars. *IEEE ACCESS*, 2022, roč. 10, č. March, s. 33238-33247.
- Mafukidze, H., D., Mishra, A., K., Pidanic, J., Francois, SWP. Scattering Centers to Point Clouds: A Review of mmWave Radars for Non-Radar-Engineers. *IEEE ACCESS*, 2022, roč. 10, č. 10, s. 110992-111021
- Moucka, R., Sedalcik, M., Prokes, J.; Kasparyan, H.; Valtera, S.; Kopecky, D. Electromagnetic Interference Shielding of Polypyrrole Nanostructures. *Synthetic Metals* 2020, 269, 116573.
- Moucka, R., Sedalcik, M., Kasparyan, H., Prokes, J., Trchova M., Hassouna, F., Kopecky, D. One-Dimensional Nanostructures of Polypyrrole for Shielding of Electromagnetic Interference in the Microwave Region. *International Journal of Molecular Sciences* 2020, 21 (22), 8814.
- Lapka, T., Vilcakova, J., Kopecky, D., Prokes, J., Dendisova, M., Moucka, R., Sedlacik, M., Hassouna, F. Flexible, Ultrathin and Light Films from One-Dimensional Nanostructures of Polypyrrole and Cellulose Nanofibers for High Performance Electromagnetic Interference Shielding. *Carbohydrate Polymers* 2023, 309, 120662.
- Dolezel, P., Skrabánek, P., Stursa, D., Zanon, B., B., Adrian H., C., Kryda P., „Centroid based person detection using pixelwise prediction of the position", *Journal of Computational Science*, roč. 63, s. 101760, 2022,
- Chouai, M., Dolezel, P., "CSU-Net: Contour Semantic Segmentation Self-Enhancement for Human Head Detection," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 987-999, 2023,
- Rozsivalova, V., Dolezel, P., Stursa, D. et al. Sequence of U-Shaped Convolutional Networks for Assessment of Degree of Delamination Around Scribe. *Int J Comput Intell Syst* 15, 76 (2022).
- Chouai, M., Dolezel, P., Stursa, D., Nemec, Z. New End-to-End Strategy Based on DeepLabv3+ Semantic Segmentation for Human Head Detection. *Sensors* 2021, 21, 5848.
- Dolezel, P, et al. Memory efficient grasping point detection of nontrivial objects. *IEEE Access*, 2021, 9: 82130-82145.
- Dolezel, P., Holik, F., Merta, J., Stursa, D., Optimization of a Depiction Procedure for an Artificial Intelligence-Based Network Protection System Using a Genetic Algorithm. *Applied Sciences*. 2021; 11(5):2012.
- Kavicka, A., Divis, R., Dynamic Search of Train Shortest Routes Within Microscopic Traffic Simulators. *IEEE Access*. 2022, vol. 10, s. 90163-90199. ISSN: 2169-3536.
- Divis, R. a Kavicka, A. Reflective Nested Simulations Supporting Optimizations within Sequential Railway Traffic Simulators. *ACM Transactions on Modelling and Computer Simulation*, 2022, vol. 32, no. 1. ISSN: 1049-3301.
- Kavicka, A., Kryze P., Dynamic Automated Search of Shunting Routes within Mesoscopic Rail-Traffic Simulators. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, vol. 2021. ISSN: 0197-6729.
- Brandejsky, T., The Train Delay Model Developed by the Genetic Programming Algorithm. *Journal of Advanced Transportation*, 2022. ISSN 0197-6729.
- Merta, J., Brandejsky, T., Two-layer genetic programming. *Neural Network World*, 2022, 32, 4, 215-231. ISSN 1210-0552.

Výzkumné aktivity týmu UPCE-DFJP (v mnoha případech ve spolupráci s týmem UPCE-FEI) se dlouhodobě zaměřují mj. na problematiku vazby mezi detekčními systémy a oborem city logistiky, a to



jak z pohledu optimálního rozmístění distribučních center pro skladování a manipulaci se zásilkami, tak z pohledu optimalizace rozvozových tras v rámci poslední míle. Výzkum a vývoj v těchto oblastech je na UPCE-DFJP dlouhodobě koncepčně podporován a opírá se o [Strategický záměr UPCE-DFJP 2021+](#). Akademičtí pracovníci UPCE-DFJP se osobně podílejí nejen na výzkumu v této oblasti, ale také na aplikaci navrhovaných řešení přímo v praxi.

V rámci dlouholeté výzkumně-vývojové činnosti získala UPCE-DFJP rozsáhlé zkušenosti s inovačními a výzkumnými projekty, kde se VaV výsledky z oblasti detekce a lokalizace aplikačně uplatňují v oboru logistiky, která je stěžejním tématem pro výzkumnou oblast 5 tohoto výzkumného záměru. Příkladem mohou být následující projekty:

<b>Číslo projektu:</b>	<b>EG17_107/0012371</b>
<b>Název projektu:</b>	Vývoj technologie pro inteligentní řízení přepravních toků zboží
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
<b>Doba řešení:</b>	30.11.2017 – 15.12.2021
<b>Anotace:</b>	Předmětem projektu bylo vytvoření optimalizačního algoritmu pro sestavu plánu rozvozu a svozu zboží v stanovených přepravních jednotkách na základě zadaných objednávek z místa odeslání do místa určení s možností překládky v regionálních depech. Hlavním výstupem projektu byla ověřená technologie pro inteligentní řízení přepravních toků zboží.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>EG21_374/0027244</b>
<b>Název projektu:</b>	Vývoj technologie pro inteligentní řízení přepravních toků zboží - část II.
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
<b>Doba řešení:</b>	16.05.2022 – 31.05.2023
<b>Anotace:</b>	Předmětem projektu byl vývoj SW produktu, jehož základem je robustní algoritmus umožňující v nové a vyšší kvalitě optimalizaci nezbytných přepravních procesů za účelem snížení počtu vozidel, ujetých km, potřebného času a tím i ekonomických nákladů. Hlavním výstupem projektu je univerzální logistický software/technologie pro optimalizaci přepravních toků v oblasti kamionové dopravy (možnost sbírat data z GPS a porovnávat plnění plánů oproti skutečnosti, možnost automatického přeplánování trasy).

<b>Číslo projektu:</b>	<b>CK01000032</b>
<b>Název projektu:</b>	Smart city logistika v kontextu e-commerce a plánů udržitelné městské mobility
<b>Poskytovatel:</b>	Technologická agentura ČR
<b>Doba řešení:</b>	01.05.2020 – 31.10.2023
<b>Anotace:</b>	Náplní projektu je vypracování metodiky pro aplikaci jednotlivých prvků smart city logistiky včetně řešení doručení zboží v rámci poslední míle ve vztahu k rozvoji e-commerce s využitím městského konsolidačního centra. Dalším cílem je vytvoření softwarového nástroje pro podporu zavádění a následného využívání této metodiky.

V uvedených výzkumných oblastech vznikla na UPCE\_DFJP v posledních letech řada recenzovaných publikací. Jedná se například o tyto publikace:

- Boskovic, S., Svadlenka L., Jovcic, S., Dobrodolac, M., Simic, V., Bacanin, N. An Alternative Ranking Order Method Accounting for Two-step Normalization (Aroman)-a Case Study of the Electric Vehicle Selection Problem. *IEEE ACCESS*. (2023). 11, PP. 39496 – 39507.

- Simic, V., Kasar I., Muhammet Deveci M., Svadlenka L. Mitigating Climate Change Effects of Urban Transportation Using a Type-2 Neutrosophic MEREC-MARCOS Model. (2022) *IEEE Transactions on Engineering Management*. s. 1-17. ISSN 0018-9391.
- Novotna M., Svadlenka L., Jovcic S., Simic V. Micro-hub location selection for sustainable last-mile delivery. (2022) *PloS one*. 17 (7), pp. e0270926,
- Novotna M., Gottwald D., Svadlenka L. GDP effect on B2C e-commerce turnover and number of express shipments in selected European post-communist countries. (2021) *Communications - Scientific Letters of the University of Žilina*. 23 (4), pp. A233 - A240.
- Svadlenka L., Simic V., Dobrodolac M., Lazarevic D., Todorovic G. Picture Fuzzy Decision-Making Approach for Sustainable Last-Mile Delivery. (2020) *IEEE Access*. 8, art. no. 9262845, pp. 209393 – 209414.
- Chocholac, J., Hruska R., Machalik S., Sommerauerova D., Sohajek P., Framework for Greenhouse Gas Emissions Calculations in the Context of Road Freight Transport for the Automotive Industry. 2021. *Sustainability*. 13(7).
- Cubranic-Dobrodolac, M., Svadlenka, L., Cicevic, S., Trifunovic, A., Dobrodolac, M. A bee colony optimization (BCO) and type-2 fuzzy approach to measuring the impact of speed perception on motor vehicle crash involvement. (2021) *Soft Computing*, Vol. 26. Issue 9, pp. 4463-4486.
- Lazarevic D., Svadlenka L., Radojicic V., Dobrodolac M., New Express Delivery Service and Its Impact on CO2 Emissions. (2020) *Sustainability*, vol. 12, no. 2. ISSN 2071-1050.
- Ralevic P., Dobrodolac M., Svadlenka L., Sarac D., Duric D., Efficiency and productivity analysis of universal service obligation: a case of 29 designated operators in the european countries. (2020) *Technological and economic development of economy*. vol. 26, no. 4, p. 785-807. ISSN 2029-4913.
- Cubranic-Dobrodolac, M., Svadlenka L., Civevic S., Dobrodolac M., Modelling driver propensity for traffic accidents: a comparison of multiple regression analysis and fuzzy approach. (2019) *International journal of injury control and safety promotion*, vol. 27, no. 2, p. 156-167. ISSN 1745-7300.
- Dobrodolac M., Lazarevic D., Svadlenka L., Zivanovic M., A Study on the Competitive Strategy of Universal Postal Service Provider. (2016) *Technology Analysis & Strategic Management* vol. 28, no. 8, p. 935-949. ISSN 0953-7325.

### **Stávající výzkum partnera – Univerzita Hradec Králové**

Tým UHK-FIM se dlouhodobě zabývá aplikovaně orientovaným výzkumem a experimentálním vývojem v oblasti inteligentních systémů, chytrých řešení v počítačových prostředích, kognitivních procesů a jejich podpory moderními nástroji ICT. Výzkum a vývoj v těchto oblastech je na UHK-FIM dlouhodobě koncepčně podporován a opírá se o [Strategický záměr UHK-FIM 2021+](#). Zaměstnanci fakulty se aktivně podílejí na výzkumu a vývoji v oblasti moderních adaptivních metod pro podporu řízení procesů. V rámci dlouholeté VaV činnosti získala FIM UHK bohaté zkušenosti s inovačními a výzkumnými projekty v uvedené oblasti. Příkladem mohou být následující projekty ve kterých participují či participovali členové týmu.

Číslo projektu:	VJ02010016
Název projektu:	Název projektu: Využití umělé inteligence pro zajištění kybernetické bezpečnosti Smart City
Poskytovatel:	Ministerstvo vnitra ČR
Doba řešení:	01/2022 - 12/2025 <a href="#">odkaz</a>
Anotace:	Hlavním cílem je navrhnout a ověřit komplexní bezpečnostní model využití umělé inteligence pro zajištění kybernetické bezpečnosti Smart City založený na datové analýze primárních a podpůrných datových aktiv využívaných v rozsahu Smart City. Model využití umělé inteligence

	pro zajištění kybernetické bezpečnosti založený na datových aktivech umožní vytvoření a následné ověření víceúrovňového bezpečnostního modelu řízeného dle procesů definovaných v mezinárodně uznávaném systému pro řízení a správy IT služeb ITIL.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Číslo projektu:</b>	<b>CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_321/0024477</b>
<b>Název projektu:</b>	Smart Parking & Charging
<b>Poskytovatel:</b>	MPO, program OP PIK
<b>Doba řešení:</b>	1/2021 - 5/2023 <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Cílem projektu byl výzkum možností kombinovat chytré parkování (smartparking), elektromobilitu, a hledání řešení, která umožní integraci do heterogenního prostředí různě velkých měst s různými dílčími řešeními v této oblasti a poskytuje možnosti komplexní analýzy dat souvisejících s pohybem aut ve městech a využitím parkovišť a nabíjecích stanic.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>EG20_321/0025243</b>
<b>Název projektu:</b>	Optimalizace materiálového toku ERP ALTEC umělou inteligencí
<b>Poskytovatel:</b>	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
<b>Doba řešení:</b>	2/2021 - 1/2023 <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Cílem projektu byl výzkum a vývoj softwaru umělé inteligence pro skladové hospodářství. Jedná se o modul umělé inteligence pro skladové hospodářství kompatibilní s jakýmkoli ERP systémy, a to zaměřenými především na firmy od 30 do 1000 zaměstnanců (převážně MSP) s kusovou a malosériovou výrobou.

<b>Číslo projektu:</b>	<b>GA21-22276S</b>
<b>Název projektu:</b>	Modelování dostupnosti pro seniory, percepce dostupnosti a determinanty jejich prostorové mobility
<b>Poskytovatel:</b>	Grantová agentura ČR
<b>Doba řešení:</b>	04/2021 – 12/2023 <a href="#">odkaz</a>
<b>Anotace:</b>	Projekt cílí na výzkum vnímání a hodnocení dopravní dostupnosti se zohledněním potřeb specifických skupin jako jsou senioři. Zkoumání vztahu mezi vnímanou dostupností a modelovanou dostupností umožní lépe poznat možnosti snížení neurčitosti modelování dostupnosti pro seniory, určit významné determinanty pro percepci dostupnosti a lépe porozumět možnostem jejich ovlivnění.

V uvedených výzkumných oblastech vznikla na UHK-FIM v posledních letech řada významných publikací. Jedná se například o tyto publikace:

- Cimr, D., Fujita, H., Tomaskova, H., Cimler, R., & Selamat, A. (2023). Automatic seizure detection by convolutional neural networks with computational complexity analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 229.
- Lin, Z., Ayed, H., Bouallegue, B., Tomaskova, H., Jafarzadeh Ghouschi, S., & Haseli, G. (2021). An Integrated Mathematical Attitude Utilizing Fully Fuzzy BWM and Fuzzy WASPAS for Risk Evaluation in a SOFC. *Mathematics*, 9(18).
- Nazarian-Jashnabadi, J., Rahnamay Bonab, S., Haseli, G., Tomaskova, H., & Hajiaghahi-Keshteli, M. (2023). A dynamic expert system to increase patient satisfaction with an

integrated approach of system dynamics, ISM, and ANP methods. *Expert Systems with Applications*, 234.

- Tomaskova, H., Tirkolaee, E. B., & Raut, R. D. (2023). Business process optimization for trauma planning. *Journal of Business Research*, 164.
- Asghar, M. Z., Barbera, E., Rasool, S. F., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Mohelská, H. (2022). Adoption of social media-based knowledge-sharing behaviour and authentic leadership development: evidence from the educational sector of Pakistan during COVID-19. *Journal of Knowledge Management*, 27(1), 59-83.
- Chaudhry, N. I., Rasool, S. F., Raza, M., Mhelska, H., & Rehman, F. U. (2023). Exploring the linkage between workplace precaution measures, covid-19 fear and job performance: The moderating effect of academic competence. *Current Psychology*, 42(23), 20239-20258.
- Bonab, S. R., Haseli, G., Rajabzadeh, H., Ghouschi, S. J., Keshteli, M. H., & Tomaskova, H. (2023). Sustainable resilient supplier selection for IoT implementation based on the integrated BWM and TRUST under spherical fuzzy sets. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 6(1), 153-185.
- Darvazeh, S. S., Mooseloo, F. M., Vandchali, H. R., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2022). An integrated multi-criteria decision-making approach to optimize the number of league-sustainable suppliers in supply chains. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(44), 66979-67001.
- Rahmati, S., Mahdavi, M. H., Ghouschi, S. J., Tomaskova, H., & Haseli, G. (2022). Assessment and Prioritize Risk Factors of Financial Measurement of Management Control System for Production Companies Using a Hybrid Z-SWARA and Z-WASPAS with FMEA Method: A Meta-Analysis. *Mathematics*, 10(2).
- Ghouschi, S. J., Jalalat, S. M., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., & Tomaskova, H. (2022). Evaluation of Wind Turbine Failure Modes Using the Developed SWARA-CoCoSo Methods Based on the Spherical Fuzzy Environment. *IEEE Access*, 10, 86750-86764.
- Haseli, G., Sheikh, R., Wang, J., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2021). A Novel Approach for Group Decision Making Based on the Best–Worst Method (G-BWM): Application to Supply Chain Management. *Mathematics*, 9(16).
- Nazir, M., Akbar, M., Akbar, A., Poulou, P., Hussain, A., & Qureshi, M. A. (2022). The nexus between corporate environment, social, and governance performance and cost of capital: evidence from top global tech leaders. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(15), 22623-22636.

#### Současný stav poznání ve výzkumné oblasti Výzkum pokročilých technologií, simulací a virtuální reality pro optimalizaci chování systémů

V oblasti integrace pokročilých technologií určených pro vylepšení řídicích a bezpečnostních systémů se objevují trendy, které směřují k zavádění monitorovacích aplikací do jednotného komplexního systému. Tyto implikace umožňují dosáhnout efektivnějšího monitoringu a kontroly celého systému/procesu [1], ať už se jedná o simulace, virtuální realitu či procesní analýzu. Zásadním prvkem jsou také systémy pro detekci narušení, které jsou navrhovány a nasazovány za účelem ochrany aktivit před sofistikovanými trvalými hrozbami [2]. V procesu vývoje a optimalizace řídicích systémů se ukazuje využití simulací jako velmi užitečné. Ty totiž nabízejí možnosti pro hodnocení rizik nejen spojených s informační bezpečností a pro optimalizaci investic do bezpečnostních kontrol [3], [4]. Další aplikace simulací se nachází v modelování obrany a vývoje strategií na zmírňování kybernetických hrozeb [5]. Queiroz [6] mimo jiné prezentoval význam tvorby simulačních nástrojů pro SCADA systémy, které umožňují integraci externích zařízení a aplikací pro testování dopadů útoků na reálné systémy.

Virtuální realita (VR) přináší různé možnosti integrace do řídicích systémů. Ott [7] popisuje použití VR pro vytvoření monitorovacího a bezpečnostního systému, kde jsou kamery umístěny na mini balónu, který je ovládán na dálku pomocí VR rozhraní. Kodym [8] uvádí, jak lze využít virtuální světy jako model pro řízení aktivit pomocí holonů. Qureshi [9] prezentoval využití virtuálního vidění při návrhu a hodnocení monitorovacích systémů s vícekamerovými řídicími strategiemi. Drofová [10] prezentovala možnosti použití VR technologie v bezpečnostních systémech s použitím skenovacích zařízení pro záznam a následné zobrazení veřejného prostoru ve virtuální realitě. Sharma [11] navrhl použití VR jako nástroje pro provádění experimentů s lidským chováním v reakci na mimořádné události s možností testování rozhodovacích strategií pro vnitřní bezpečnost. Simulace a virtuální realita jsou využívány i v oblasti vzdělávání a školení pracovníků. Armas [12] prezentoval použití VR simulátorů ve vzdělávacích programech pro bezpečnostní agenty, i přesto, že je nedostatek automatizovaných hodnotících systémů a vzdělávacích metod. Karagiannis [13] představil metodu pro školení operátorů pomocí simulace a VR technologie, konkrétně pro dálkové ovládání zdrojů a senzorů.

Macredie [14] a Armas [12] pak publikovali o využití VR simulátorů pro výcvikové programy v oblastech bezpečnosti a obrany, přičemž Armas se zaměřil na mezery a výzvy v současném stavu techniky.

Zhao [15] prezentoval potenciál VR simulací pro trénink úkolů s elektrickými riziky a podporu schopnosti pracovníků identifikovat nebezpečí a reagovat na ně. Zyda [16] poukázal na potřebu zaměřit se na výzkum a vývoj her, protože mnoho výzkumu prováděného v herní komunitě je paralelní s úsilím komunity VR. Dacey [17] a Al-Sharekh [18] zdůrazňují rizika kybernetických útoků a bezpečnostní problémy spojené se standardizovanými technologiemi, rozšířenou konektivitou a omezeními současných bezpečnostních technologií. Naedele [19] ukazuje finanční překážky jako hlavní výzvu pro bezpečnost řídicích systémů a navrhuje výzkumné projekty zaměřené na snížení bezpečnostních nákladů. Sargolzaei [20] diskutuje o bezpečnostních výzvách síťových řídicích systémů a upozorňuje na potřebu adaptivní alokace kanálů a technik odhadu stavu.

Integrace pokročilých technologií, simulací a virtuální reality do řídicích systémů může výrazně zlepšit jejich produktivitu a efektivitu. Ott [7] a Thalmann [21] ukazují, že systémy, které využívají technologie virtuální a smíšené reality, mohou vytvořit pokročilé sledovací a bezpečnostní systémy, které umožňují teleoperaci, sledování očí a 3D simulace davů v reálném čase. To zvyšuje efektivitu těchto systémů tím, že umožňuje rychlejší a přesnější reakce na potenciální bezpečnostní hrozby. Drofova [10] a Burdea [22] také ukazují, že virtuální realita a robotika mohou vytvořit synergii, která může zlepšit různé aspekty řídicích systémů, jako je návrh CAD, programování robotů, simulace uspořádání závodu a teleoperace.

V tomto kontextu se očekává, že v budoucnosti se do těchto systémů bude více integrovat umělá inteligence, strojové učení a cloud computing, které mohou zvýšit možnosti prediktivního modelování a pokročilých analýz. Tyto technologie a metody mohou značně vylepšit situační povědomí a poskytnout realističtější simulace pro plánování prevence rizik a nouzových situací [7], [10], [21], [23], [24].

Pro hodnocení nových technologií, simulací a virtuální reality v řídicích systémech se ukázaly jako efektivní metody kvantitativní a kvalitativní analýzy, pilotní studie, uživatelské testy a experimenty v kontrolovaném prostředí [10], [12], [25], [26]. Tyto metody pomáhají shromáždit přesné a spolehlivé údaje pro hodnocení účinnosti nových technologií.

K měření úspěšnosti integrace pokročilých technologií, simulací a virtuální reality do těchto systémů lze použít nástroje pro hodnocení zlepšení efektivity, produktivity, snížení nákladů, zlepšení transparentnosti a sledovatelnosti a zvýšení uživatelské spokojenosti [7], [23], [27].

Použití těchto technologií však vyžaduje rozsáhlé znalosti a dovednosti v oblasti programování, strojového učení, umělé inteligence, 3D modelování a simulací, cloud computing, datové analýzy a kybernetické bezpečnosti [12], [27]–[29].

Při implementaci těchto technologií je také důležité zohlednit nejlepší praxe pro řízení změn, které zahrnují aktivní zapojení všech zúčastněných stran, pečlivé plánování a sledování implementace a průběžné hodnocení a zlepšování nových systémů [7], [23], [30], [31].

Současný vývoj v oblasti simulace a modelování je významný, především v souvislosti s výpočetní technikou a umělou inteligencí. Optimalizace strategií se v těchto oblastech vyvíjí, přičemž se zvláštní důraz klade na použití strojového učení a pokročilých algoritmů. Technologické nástroje a platformy pro simulaci a modelování se také vyvíjejí, a to především směrem k integraci sémantických dat a aplikací Průmyslu 4.0. Zde se stávají zvláště relevantní pokročilé metody, jako je využití hybridní simulace, umělá a výpočetní inteligence pro analýzu dat v reálném čase [32]–[36].

Simulace hrají důležitou roli také ve vzdělávání, kde poskytují učitelům i studentům možnost trénovat a získávat zkušenosti v bezpečném prostředí. Bylo prokázáno, že jsou stejně efektivní, nebo dokonce efektivnější než tradiční výukové metody, zvláště ve vědeckém vzdělávání [37]–[39].

Fuzzy logika se díky své schopnosti efektivně řešit nejistotu a vágnost v rozhodovacích procesech stává stále častějším nástrojem v mnoha sektorech. Spojení s dalšími metodami, jako jsou rozhodovací stromy a simulace Monte Carlo, otevírá nové možnosti pro její využití [40], [41]. Dle [42] hraje fuzzy logika zásadní roli v systémech podpory rozhodování a neustále se objevují nové aplikace v různých oborech.

Původně byla fuzzy logika využívána v strojírenství, zejména v inteligentních řídicích systémech. Nyní se však využívá v široké škále oblastí, od obchodního rozhodování přes velká data až po integraci lidského myšlení do rozhodovacích procesů [40], [43]. Sajfert [44] například ukázal, jak lze fuzzy logiku využít při výběru manažerů.

V oblasti podpory rozhodování se fuzzy logika stává klíčovým nástrojem pro řešení nejistoty a nepřesnosti dat [40], [42], [45]. Díky fuzzy inferenčním procedurám je možné lépe identifikovat rozhodovací cíle [46]–[48] a pomocí fuzzy lineárního programování lze optimalizovat produktový mix ve výrobě [49]–[51].

Fuzzy logika se také úspěšně integruje s moderními technologiemi jako je simulace a modelování. Například Hawas [52] představil fuzzy logický model pro řízení dopravních signálů v reálném čase založený na simulaci. Fuzzy logika je rovněž součástí dynamického online inferenčního systému, který usnadňuje proces ladění a zvyšuje výkon řídicích systémů [53], [54]. Ve své studii Pandya [55] navrhuje využití fuzzy logiky v cloudovém prostředí pro monitorování uživatelů mobilních aplikací.

Fuzzy logika najde uplatnění v různých oblastech, od reprezentace znalostí až po expertní systémy [56]. Důležitou roli v rozhodovací analýze hrají fuzzy množiny a jejich využití bipolarity a kvalitativních hodnocení [57]. Výzkum se nyní soustředí na využití fuzzy multikriteriálních rozhodovacích metod a na hledání nových směrů pro budoucí výzkum [58]–[61].

- [1] Oborski, P. (2014). Developments in integration of advanced monitoring systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(9-12), 1613-1632.
- [2] Rubio, J. E., Alcaraz, C., Roman, R., & Lopez, J. (2019). Current cyber-defense trends in industrial control systems. *Computers & Security*, 87.
- [3] Kiesling, E., Strauss, C., & Stummer, C. (2012). A Multi-objective Decision Support Framework for Simulation-Based Security Control Selection. In *2012 Seventh International Conference on Availability, Reliability and Security* (pp. 454-462). IEEE.
- [4] Kiesling, E., Ekelhart, A., Grill, B., Strauss, C., & Stummer, C. (2013). Simulation-based optimization of IT security controls: Initial experiences with metaheuristic solution procedures. In A. Fink & M. J. Geiger (Eds.), *Proceedings of the 14th EU/ME Workshop* (pp. 18-20). Hamburg: Helmut-Schmidt-Universität.
- [5] McDonald, M.J., & Richardson, B. (2009). Position Paper : Modeling and Simulation for Process Control System Cyber Security Research , Development and Applications.

- [6] Queiroz, C., Mahmood, A., & Tari, Z. (2011). SCADA<sup>Sim</sup>—A Framework for Building SCADA Simulations. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(4), 589-597.
- [7] Ott, R., Gutiérrez, M., Thalmann, D., & Vexo, F. (2006). Advanced virtual reality technologies for surveillance and security applications. In *Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications* (pp. 163-170). ACM.
- [8] Kodym, O., Kebo, V., Stasa, P., Benes, F., & Svub, J. (2015). Virtual reality in control. In *Proceedings of the 2015 16th International Carpathian Control Conference (ICCC)* (pp. 208-213). IEEE.
- [9] Qureshi, F. Z., & Terzopoulos, D. (2007). Surveillance in Virtual Reality: System Design and Multi-Camera Control. In *2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 1-8). IEEE.
- [10] Drofova, I., Adamek, M., Malatinsky, A., & Karhankova, M. (2022). The potential of using virtual reality in the field of security control in public space. In *2022 26th International Conference on Circuits, Systems, Communications and Computers (CSCC)* (pp. 51-55). IEEE.
- [11] Sharma S., Otunba, S., 2011. Virtual reality as a theme-based game tool for homeland security applications. In *Proceedings of the 2011 Military Modeling & Simulation Symposium (MMS '11)*. Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA, 61–65.
- [12] C. de Armas, R. Tori, a A. V. Netto, „Use of virtual reality simulators for training programs in the areas of security and defense: a systematic review“, *Multimed. Tools Appl.*, roč. 79, č. 5–6, s. 3495–3515, zář. 2019, doi: 10.1007/s11042-019-08141-8.
- [13] Karagiannis, P., Toghias, T., Michalos, G., & Makris, S. (2021). Operators Training Using Simulation And VR Technology. *Procedia CIRP*, 96, 290-294.
- [14] Macredie, R., Taylor, S. J. E., Yu, X., & Keeble, R. (1996). Virtual reality and simulation. In *Proceedings of the 28th conference on Winter simulation - WSC '96* (pp. 669-674). ACM Press.
- [15] Zhao, D., & Lucas, J. (2015). Virtual reality simulation for construction safety promotion. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 22(1), 57-67.
- [16] Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.
- [17] Dacey, R. F., „CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION Challenges in Securing Control Systems“.
- [18] Al-Sharekh S. I., Al-Shqeerat, K., „Security Challenges and Limitations in IoT Environments“.
- [19] Naedele, M. (2007). Addressing IT Security for Critical Control Systems. In *2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)* (pp. 115-115). IEEE.
- [20] Sargolzaei, A., Abbaspour, A., Al Faruque, M. A., Salah Eddin, A., & Yen, K. (2018). Security Challenges of Networked Control Systems. In M. H. Amini, K. G. Boroojeni, S. S. Iyengar, P. M. Pardalos, F. Blaabjerg, & A. M. Madni (Eds.), *Sustainable Interdependent Networks* (pp. 77-95). Springer International Publishing.
- [21] Thalmann, D., Salamin, P., Ott, R., Gutiérrez, M., & Vexo, F. (2006). Advanced Mixed Reality Technologies for Surveillance and Risk Prevention Applications. In A. Levi, E. Savaş, H. Yenigün, S. Balcısoy, & Y. Saygın (Eds.), *Computer and Information Sciences – ISCIS 2006* (pp. 13-23). Springer Berlin Heidelberg.
- [22] Burdea, G. C. Invited review: the synergy between virtual reality and robotics. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 15(3), 400-410.
- [23] Raybourn, E. M., & Trechter, R. (2018). Applying Model-Based Situational Awareness and Augmented Reality to Next-Generation Physical Security Systems. In Ç. K. Koç (Ed.), *Cyber-Physical Systems Security* (pp. 331-344). Springer International Publishing.
- [24] Kuca, K., Kuhnova, J., Cimler, R., Dolezal, O., & Tomaskova, H. (2016). Prediction of population with Alzheimer's disease in the European Union using a system dynamics model. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 1589-1598.
- [25] Augusto, S. C., Mol, A. C.A., Mol, P. C., Sales, D. S., (2009). Using virtual reality in the training of security staff and evaluation of physical protection barriers in nuclear facilities. *INAC 2009*:
- [26] Lee, Y., Marks, S., & Connor, A. M. (2020). An Evaluation of the Effectiveness of Virtual Reality in Air Traffic Control. In *Proceedings of the 2020 4th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations* (pp. 7-17). ACM.

- [27] Drøivoldsmo, A., Nystad E, Stein Helgar, S., „Virtual reality verification of workplace design guidelines for the process plant control room : Halden, Norway: OECD Halden Reactor Project."
- [28] Saunders, J., Davey, S., Bayerl, P. S., & Lohrmann, P. (2019). Validating Virtual Reality as an Effective Training Medium in the Security Domain. In 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) (pp. 1908-1911). IEEE.
- [29] Formby, D., Rad, M. Beyah, R., „Lowering the Barriers to Industrial Control System Security with GRFICS".
- [30] Profozich, D., „Managing Change with Business Process Simulation".
- [31] Zhang Lian-jie, „Application of Virtual Reality and Simulation Techniques in Control System".
- [32] KARHELA, T. O. M. M. I., VILLBERG, A. N. T. T. I., & NIEMISTÖ, H. A. N. N. U. (2012). OPEN ONTOLOGY-BASED INTEGRATION PLATFORM FOR MODELING AND SIMULATION IN ENGINEERING. *International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing*, 03(02).
- [33] Akhtar, H. (1994). Modelling & simulation tools overview & evaluation. In Fifth IEEE International Workshop on Computer-Aided Modeling, Analysis, and Design of Communication Links and Networks (pp. 0\_92-0\_92). IEEE.
- [34] Tomaskova, H., „Modeling Business Processes for Decision-Making", in *Innovation Management and Education Excellence Through Vision 2020, 2018, VOLS I -XI*, K. Soliman, Ed., Int Business Informat Management Assoc, 2018, s. 4318–4321.
- [35] Tomaskova, H., *et al.*, „The Business Process Model and Notation of Open Innovation: The Process of Developing Medical Instrument", *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, roč. 5, č. 4, s. 101, 2019.
- [36] Cimler, R., Tomaskova, H., Kuhnova, J., Dolezal, O., Pscheidl, P., & Kuca, K. (2018). Numeric, Agent-based or System Dynamics Model? Which Modeling Approach is the Best for Vast Population Simulation? *Current Alzheimer Research*, 15(8), 789-797.
- [37] McHaney, R., & Cronan, T. P. (2000). Toward an empirical understanding of computer simulation implementation success. *Information & Management*, 37(3), 135-151.
- [38] Kaufman, D., & Ireland, A. (2019). *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press.
- [39] Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- [40] Meier, A., Portmann, E., Stoffel, K., & Terán, L. (Eds.). (2017). *The Application of Fuzzy Logic for Managerial Decision Making Processes*. Springer International Publishing.
- [41] He, Y., Wang, X., & Huang, J. Z. (2022). Recent advances in multiple criteria decision making techniques. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 13(2), 561-564.
- [42] Varshney, A. K., & Torra, V. (2023). Literature Review of the Recent Trends and Applications in Various Fuzzy Rule-Based Systems. *International Journal of Fuzzy Systems*, 25(6), 2163-2186.
- [43] Altrock, Cv., & Krause, B. (1994). Multi-criteria decision making in German automotive industry using fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*, 63(3), 375-380.
- [44] Zvonko Sajfert. (2012). Application of fuzzy logic into process of decision making regarding selection of managers. *African Journal of Business Management*, 6(9).
- [45] Ghoushchi, S. J., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., Tomaskova, H., & Hajiaghahi-Keshteli, M. (2021). Landfill Site Selection for Medical Waste Using an Integrated SWARA-WASPAS Framework Based on Spherical Fuzzy Set. *Sustainability*, 13(24).
- [46] Daradkeh, Y. I., & Tvoroshenko, I. (2020). Technologies for Making Reliable Decisions on a Variety of Effective Factors using Fuzzy Logic. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(5).
- [47] Lin, Z., Ayed, H., Bouallegue, B., Tomaskova, H., Jafarzadeh Ghoushchi, S., & Haseli, G. (2021). An Integrated Mathematical Attitude Utilizing Fully Fuzzy BWM and Fuzzy WASPAS for Risk Evaluation in a SOFC. *Mathematics*, 9(18).



- [48] Rahmati, S., Mahdavi, M. H., Ghouschi, S. J., Tomaskova, H., & Haseli, G. (2022). Assessment and Prioritize Risk Factors of Financial Measurement of Management Control System for Production Companies Using a Hybrid Z-SWARA and Z-WASPAS with FMEA Method: A Meta-Analysis. *Mathematics*, 10(2).
- [49] Azadegan, A., Porobic, L., Ghazinoory, S., Samouei, P., & Saman Kheirkhah, A. (2011). Fuzzy logic in manufacturing: A review of literature and a specialized application. *International Journal of Production Economics*, 132(2), 258-270.
- [50] Ali, S. S., Barman, H., Kaur, R., Tomaskova, H., & Roy, S. K. (2021). Multi-Product Multi Echelon Measurements of Perishable Supply Chain: Fuzzy Non-Linear Programming Approach. *Mathematics*, 9(17).
- [51] Darvazeh, S. S., Mooseloo, F. M., Vandchali, H. R., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2022). An integrated multi-criteria decision-making approach to optimize the number of leagile-sustainable suppliers in supply chains. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(44), 66979-67001.
- [52] Hawas, Y. E. (2011). An integrated simulation-based fuzzy logic model for real-time traffic signal control. *Transportmetrica*, 7(4), 247-278.
- [53] Bai, Y., Zhuang, H., & Wang, D. (Eds.). (2006). *Advanced Fuzzy Logic Technologies in Industrial Applications*. Springer London.
- [54] Ghouschi, S. J., Jalalat, S. M., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., & Tomaskova, H. (2022). Evaluation of Wind Turbine Failure Modes Using the Developed SWARA-CoCoSo Methods Based on the Spherical Fuzzy Environment. *IEEE Access*, 10, 86750-86764.
- [55] Pandya, B., Pourabdollah, A., Lotfi, A., & Acampora, G. (2022). An Integrated Fuzzy Logic System under Microsoft Azure using Simpful. In *2022 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)* (pp. 1-9). IEEE.
- [56] Zadeh, L. A. (2011). A Note on Z-numbers. *Information Sciences*, 181(14), 2923-2932.
- [57] Dubois, D. (2011). The role of fuzzy sets in decision sciences: Old techniques and new directions. *Fuzzy Sets and Systems*, 184(1), 3-28. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2011.06.003>
- [58] Jianqiang, W., (2008). Overview on fuzzy multi-criteria decision-making approach. *Control and Decision*. 23.
- [59] Tirkolaee, E. B., Dashtian, Z., Weber, G. -W., Tomaskova, H., Soltani, M., & Mousavi, N. S. (2021). An Integrated Decision-Making Approach for Green Supplier Selection in an Agri-Food Supply Chain: Threshold of Robustness Worthiness. *Mathematics*, 9(11).
- [60] Haseli, G., Sheikh, R., Wang, J., Tomaskova, H., & Tirkolaee, E. B. (2021). A Novel Approach for Group Decision Making Based on the Best–Worst Method (G-BWM): Application to Supply Chain Management. *Mathematics*, 9(16). <https://doi.org/10.3390/math9161881>
- [61] Herrera-Viedma, E., Palomares, I., Li, C. -C., Cabrerizo, F. J., Dong, Y., Chiclana, F., & Herrera, F. (2021). Revisiting Fuzzy and Linguistic Decision Making: Scenarios and Challenges for Making Wiser Decisions in a Better Way. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 51(1), 191-208.

### 8.1.2. VÝZKUMNÉ CÍLE, AKTIVITY A VÝSLEDKY

#### Výzkumná oblast 6 – Výzkum pokročilých technologií, simulací a virtuální reality pro optimalizaci chování systémů

Záměrem v této oblasti je realizace výzkumu a vývoje nových metod a modelů založených na fuzzy logice s využitím procesních a simulačních metodik. Aplikačním potenciálem záměru je optimalizace chování různě složitých systémů při zohlednění jejich aspektů, vlastností a principů. Výzkum bude probíhat prostřednictvím série dílčích úkolů, jejichž společným stěžejním cílem je zlepšení kvality, účinnosti, spolehlivosti a robustnosti těchto systémů. Pro výzkum optimalizace chování složitých systémů budou využity i metody vyvíjené v ostatních výzkumných oblastech výzkumného záměru, původně určené pro jiné aplikace cílicí na detekci stavů nebo vlastností objektů v uzavřených

systemech nebo v systémech pro detekci a klasifikaci vybraných typů objektů.

Úkol 6.1 je zaměřen na výzkum nových fuzzy decision making modelů, které budou schopny adaptivního řízení ve vazbě na složitost a nejistotu okolních podmínek. Současně budou zkoumány metody extrémální algebry pro dosažení zdokonalení optimalizace a efektivity řídicích systémů. Úkol 6.2 následně aplikuje nově vyvinuté fuzzy decision making modely a metody extrémální algebry do reálných systémů. Budou prováděny experimenty a ověřování účinnosti vyvinutých modelů na definovaných scénářích za účelem prokázání zvýšení výkonu a spolehlivosti oproti aktuálně používaným řídicím strategiím.

Úkol 6.3 je zaměřen na analýzu a návrh dynamických, procesních nebo simulačních modelů pro optimalizaci řídicích systémů. Prováděním detailní analýzy současných systémů a procesů budou identifikovány klíčové faktory ovlivňující jejich kvalitu, výkon a spolehlivost. Na základě toho budou navrhovány pokročilé modely, které umožní efektivní optimalizaci procesů.

Úkol 6.4 se bude zabývat optimalizací existujících dynamických, procesních nebo simulačních modelů. Provedena bude analýza stávajících modelů a simulací za účelem identifikace jejich silných stránek a nedostatků. Následně dojde k vylepšení těchto modelů s cílem dosáhnout vyšší přesnosti, efektivity a spolehlivosti.

Úkol 6.5 bude zahrnovat vývoj a optimalizaci pokročilých modelů a simulací s podporou virtuální reality pro řídicí systémy. Cílem je vytvoření věrohodných a efektivních modelů, které umožní simulovat chování těchto systémů za různých podmínek.

V rámci úkolu 6.6 budou zkoumány klíčové aspekty průmyslu 4.0 a jejich vliv na udržitelnost, vedení a řízení systémů. Budou analyzovány vztahy mezi korporátní sociální odpovědností, konkurenční výhodou a pověstí společnosti, vedením a organizační efektivitou, hodnocen bude vliv informačních technologií, řízení znalostí a zelených inovací v malých a středních podnicích.

Celkovým cílem výzkumné oblasti je přínos k posunu v oblasti řídicích systémů prostřednictvím inovativních matematických metod, modelů a simulací. Očekávané výsledky tohoto projektu budou mít široký dopad na průmysl a umožní zlepšení efektivity, spolehlivosti a udržitelnosti uvedených systémů ve všech odvětvích.

### **Úkol 6.1: Výzkum nových fuzzy decision making modelů a metod extrémální algebry pro optimalizaci řídicích systémů**

**Doba trvání: 03/2024 – 12/2027**

**Cíl:** Hlavním cílem tohoto úkolu je realizace výzkumu nových fuzzy decision making modelů a metod extrémální algebry s pro použití v optimalizaci řídicích systémů. Záměrem bude zejména rozvoj pokročilých matematických metod a technik, které umožní zlepšit účinnost, spolehlivost a robustnost těchto systémů.

**Milníky:** 1) Návrh nových fuzzy decision making modelů: Vyvinout nové fuzzy logické modely, které budou zohledňovat složitost a nejistotu okolních podmínek a umožní adaptivní řízení. (03/2026). 2) Návrh nových metod extrémální algebry: Navrhnout nové metody extrémální algebry pro zlepšení optimalizace a efektivity řídicích systémů. (10/2027)

**Plánované výstupy:** 3x Jimp Q1/Q2

**Úkol 6.2: Aplikace fuzzy decision making modelů a metod extrémální algebry do reálných systémů****Doba trvání: 07/2024 – 10/2028**

**Cíl:** Cílem tohoto úkolu je na základě provedeného výzkumu aplikovat nové fuzzy decision making modely a metody extrémální algebry s cílem optimalizovat řídicí systémy. Hlavním zaměřením je implementace těchto modelů do reálných systémů a ověření jejich účinnosti a přínosu pro zlepšení výkonu a spolehlivosti těchto systémů.

**Milníky:** 1) Analýza a výběr nových fuzzy decision making modelů a metod extrémální algebry: Provést průzkum existujících pokročilých fuzzy logických modelů a metod extrémální algebry, které jsou vhodné pro optimalizaci řídicích systémů. Vybrat nejvhodnější modely pro následnou aplikaci. (06/2026). 2) Implementace a integrace zvolených modelů do řídicích systémů: Implementovat vybrané fuzzy decision making modely a metody extrémální algebry do existujících řídicích systémů. Zajistit jejich správnou integraci a kompatibilitu s existujícími prvky. (06/2027). 3) Experimenty a ověření účinnosti nových modelů: Provést experimenty a testování nově implementovaných modelů a metod na různých scénářích a situacích. Srovnat výsledky s původními řídicími strategiemi a ověřit, zda nové přístupy přinášejí vylepšení výkonu a spolehlivosti systémů. (10/2028)

**Plánované výstupy:** 3x Jimp Q1/Q2, 1x D**Úkol 6.3: Analýza a návrh modelů pro optimalizaci řídicích systémů****Doba trvání: 07/2024 – 12/2026**

**Cíl:** Cílem tohoto úkolu je provést analýzu a navrhnout dynamické, procesní nebo simulační modely pro optimalizaci řídicích systémů. Hlavním zaměřením je vytvořit pokročilé modely, které umožní optimalizovat provozní procesy, zlepšit účinnost a snížit rizika v řídicích systémech.

**Milníky:** 1) Analýza stávajících systémů a procesů: Provést detailní analýzu stávajících řídicích systémů a provozních procesů. Identifikovat klíčové faktory ovlivňující výkon a spolehlivost těchto systémů. (06/2025). 2) Návrh a vytvoření dynamických, procesních nebo simulačních modelů: Navrhnout a vytvořit pokročilé dynamické, procesní nebo simulační modely, které budou reprezentovat reálné provozní procesy a interakce v řídicích systémech. (05/2026). 3) Kalibrace a validace modelů: Kalibrovat vytvořené modely na základě reálných dat a provést jejich validaci na různých scénářích. Ověřit, zda modely dostatečně zachycují chování reálných systémů. (16/2026)

**Plánované výstupy:** 1x Jimp Q1/Q2**Úkol 6.4: Optimalizace modelů a simulací procesů řídicích systémů****Doba trvání: 01/2025 – 10/2028**

**Cíl:** Cílem tohoto úkolu je provést optimalizaci existujících dynamických, procesních nebo simulačních modelů pro optimalizaci řídicích systémů. Hlavním zaměřením je zlepšit přesnost, efektivitu a spolehlivost těchto modelů a simulací, což povede k lepšímu porozumění provozních procesů a umožní lépe informovaná rozhodnutí.

**Milníky:** 1) Analýza a zhodnocení stávajících modelů a simulací: Provést důkladnou analýzu existujících modelů a simulací procesů. Identifikovat jejich silné stránky a nedostatky, a stanovit oblasti, ve kterých lze dosáhnout optimalizace. (12/2025); 2) Identifikace klíčových parametrů a faktorů: Identifikovat klíčové parametry a faktory ovlivňující provozní procesy, které jsou klíčové pro vytvoření věrohodnějších a přesnějších modelů a simulací. (12/2026); 3) Vylepšení modelů a simulací: Na základě identifikovaných klíčových parametrů a faktorů bude provedeno vylepšení existujících modelů a simulací. To může zahrnovat upřesnění matematických vztahů, zvýšení komplexity modelu nebo

integrování nových aspektů procesů. (06/2027); 4) Validace optimalizovaných modelů a simulací: Provést validaci optimalizovaných modelů a simulací na základě reálných dat a experimentů. Ujistit se, že vylepšené modely přesně odpovídají skutečnému chování provozních procesů. (12/2027); 5) Porovnání s výsledky původních modelů: Porovnat výsledky optimalizovaných modelů a simulací s výsledky původních modelů. Zhodnotit, zda optimalizace přinesla vylepšení a vyhodnotit případnou míru vylepšení. (10/2028)

**Plánované výstupy:** 2x Jimp Q1/Q2, 2x D

#### **Úkol 6.5: Vývoj a optimalizace modelů a simulací virtuální reality pro řídicí systémy**

**Doba trvání:** 07/2025 – 10/2028

**Cíl:** Cílem tohoto úkolu je vyvinout a optimalizovat pokročilé modely a simulace využívající virtuální realitu pro řídicí systémy. Hlavním zaměřením je vytvořit realistické a efektivní modely, které umožní simulovat a optimalizovat chování těchto systémů za proměnných podmínek.

**Milníky:** 1) Návrh a vývoj modelů virtuální reality: Navrhnout a vyvinout modely virtuální reality, které budou schopny simulovat řídicí systémy. Modely by měly zahrnovat klíčové prvky a proměnné, které ovlivňují chování systémů. (12/2026); 2) Optimalizace modelů a simulací: Provést optimalizaci vytvořených modelů a simulací virtuální reality. Identifikovat a odstranit nedostatky a nepřesnosti a zajistit, aby modely co nejvíce odpovídaly skutečným systémům. (12/2027); 3) Validace a ověření výsledků: Provést validaci vytvořených modelů a simulací na základě reálných dat a experimentů. Vyhodnotit, zda modely přesně reprezentují chování řídicích systémů a jsou schopny poskytnout relevantní a užitečné výsledky. (10/2028)

**Plánované výstupy:** 1x Jimp Q1/Q2, 1x D

#### **Úkol 6.6: Integrace průmyslu 4.0: Klíčové aspekty udržitelnosti, vedení a řízení systémů v době pokročilých technologií a virtuální reality**

**Doba trvání:** 03/2024 – 10/2028

**Cíl:** Cílem tohoto úkolu je zkoumat klíčové aspekty průmyslu 4.0 a jejich dopad na udržitelnost, vedení a řízení systémů. Hlavním zaměřením je porozumět vztahům mezi korporátní sociální odpovědností, konkurenční výhodou a pověstí společnosti, analýze vedení, organizační kultury a psychologie ve vysokoškolských institucích a jejich efektivitě, vlivu informačních technologií, řízení znalostí a zelené inovace v malých a středních podnicích, a hodnocení vlivu environmentálních a technologických faktorů na inovace a výkonnost podniků. Dále se bude zkoumat, jak agilní řízení ovlivňuje spokojenost s projekty a jak se podniky přizpůsobují novým technologiím a trendům průmyslu 4.0 v oblasti lidských zdrojů.

**Milníky:** 1) Analýza vztahů mezi společenskou odpovědností firem, konkurenční výhodou a pověstí společnosti: Provést průzkum a analýzu vztahů mezi korporátní sociální odpovědností, konkurenční výhodou a pověstí společností. Identifikovat klíčové faktory ovlivňující udržitelnost a konkurenceschopnost organizací. (10/2026); 2) Studium vedení a organizační psychologie ve vysokoškolských institucích: Provést důkladnou analýzu vedení, organizační kultury a psychologie ve vysokoškolských institucích. Zhodnotit jejich vliv na efektivitu a fungování těchto institucí. (10/2027); 3) Vztah informačních technologií, řízení znalostí a zelené inovace v malých a středních podnicích: Identifikovat vztah mezi informačními technologiemi, řízením znalostí a zelenými inovacemi v malých a středních podnicích. Analyzovat, jak tyto faktory ovlivňují udržitelnost a konkurenceschopnost průmyslu malých a středních podniků. (10/2028)

**Plánované výstupy:** 1x Jimp Q1/Q2, 1x D

### 8.1.3. APLIKAČNÍ POTENCIÁL

Výzkumné organizace UPCE a UHK budou rozvíjet spolupráci s partnery z aplikační sféry ihned od počátku projektu. Další aplikační partneři budou přizváni do projektu během jeho řešení. Smlouvy, které byly uzavřeny s partnery projektu (ELDIS Pardubice, s.r.o., RETIA, a.s.) a které budou sjednávány i s dalšími partnery, mají stanoven základní cíl vycházející ze společné účasti v konkrétních výzkumných oblastech výzkumného záměru. Aktivity spojené s rozvojem spolupráce, přípravou projektových žádostí a společným využíváním vybavení uvedený základní cíl doplňují nebo podporují. Součástí smluv je vždy příloha, která definuje typ a počet výsledků, které budou přímo vytvářeny jako společné výstupy, další využitelné výsledky jsou stanoveny jednotlivými oblastmi výzkumného záměru. Aplikační partneři pak přirozeně mají zájem na dalším využití výsledků. Výsledky projektu lze rozdělit na více typů a uvnitř výzkumného záměru je lze přiřadit k jednotlivým výzkumným oblastem:

- aplikačně uplatnitelné výsledky (společné publikace, užité vzory, funkční vzorky) – tyto výsledky jsou považovány za aplikačně uplatnitelné a jsou určeny pro další vývoj v rámci dalších společných projektů (dotačních nebo podnikových) a následnou integraci do komponent v systémech detekce, identifikace, lokalizace a klasifikace.
- výsledky (funkční vzorky, publikace) určené k dalšímu vývoji nebo posunu výsledků na ose TRL (nad úroveň TRL tohoto projektu, který není zaměřen na experimentální vývoj) a aplikaci do nových komponent systémů podle odborného zaměření projektu.
- další výsledky v podobě výzkumných zpráv a metodických postupů – tyto výstupy mají prokazovat např. uplatnitelnost vybraných algoritmů detekce a klasifikace s využitím umělé inteligence v oblastech identifikace a lokalizace poruch na dopravní infrastrukturu, optimalizace plánování provozu nebo logistických procesů.

Popis jednotlivých výzkumných oblastí je náplní kapitoly 8. Z pohledu řízení bude tým UPCE-FEI zastřešovat první čtyři výzkumné oblasti zaměřené detekční a radarovou techniku. Tým UPCE-DFJP zastřešuje pátou výzkumnou oblast specializující se výzvy spojené s city logistikou a plánováním dopravy. Šestá výzkumná oblast bude vedena týmem UHK-FIM se zaměřením na vývoj pokročilých infromatických systémů pro simulace a virtuální realitu.

Ochrana DV, transfer technologií a znalostí a rozvoj spolupráce se subjekty z aplikační sféry je z pohledu řízení, kontroly a směřování spolupráce popsán v kapitole 7 této Studie proveditelnosti. Uvedeny jsou zde i prokazatelné zkušenosti žadatele a aplikačních partnerů, včetně společně řešených aplikačně orientovaných projektů, které byly úspěšně obhájeny na základě doložených aplikačních výsledků registrovaných u Úřadu průmyslového vlastnictví. Systémový přístup k ochraně DV a nakládání s výsledky jsou uvedeny v kapitole 11 Principy otevřené vědy.

Uplatnění plánovaných výsledků v koncových aplikacích není očekáváno přímo u výsledků vytvořených v projektu, vzhledem k oborovému zaměření a omezení projektu pouze na výzkumné činnosti nelze takový krok předpokládat. Výsledky s aplikačním potenciálem budou využity pro další vývoj a jejich ověření v synergických projektech, následně je plánována integrace komponent do komplexnějších systémů, které se komerčně uplatňují v ČR a v zahraničí. Hodnocení ekonomického přínosu není předmětem tohoto projektu, nicméně plánované výsledky mají směřovat, ve shodě s aplikačními partnery ke zvýšení komerčního uplatnění výsledků. Společenský přínos žadatel s partnery identifikují zejména v pozitivních dopadech do oblastí nasazení výsledků – zvyšování bezpečnosti na dopravních infrastrukturách, optimalizace provozu a jeho řízení, zvýšení spolehlivosti detekčních metod s cílem včasného rozpoznání nebezpečných stavů apod.

Součástí řešitelského týmu bude skupina juniorských pozic a PhD. studentů, kteří budou přímo zapojeni do řešení úkolů napříč výzkumnými oblastmi záměru. Účast v projektu neznámá pro Ph.D. studenty náhradu jejich studia, které je vždy dáno jejich individuálním studijním plánem. Projekt však studentům umožní přístup ke špičkovému vybavení, možnost získat experimentální data a zároveň uplatnit vlastní

znalosti na např. analýzu dat pro účely svých disertačních prací. Juniorské pozice a Ph.D. studenti se podle svých možností zapojují i do výuky nižších stupňů studia, účastní se proto přenosu poznatků k další skupině studentů nad rámec tohoto projektu.

Cílem výzkumné oblasti 6 je realizace výzkumu a vývoje nových metod a modelů založených na fuzzy logice, procesních a simulačních metodách, s důrazem na optimalizaci systémů řízení různě složitých procesů. Nově navržené modely budou schopny adaptivního řízení s ohledem na složitost a nejistotu prostředí, s cílem dosáhnout vyšší přesnosti, efektivity a spolehlivosti. Zvýšení kvality a přesnosti simulací povede k přesnějším výsledkům při analýze a návrhu systémů. Budou též zkoumány klíčové aspekty průmyslu 4.0 a jejich vliv na udržitelnost, vedení a řízení systémů. Budou analyzovány vlivy informačních technologií, řízení znalostí a zelených inovací v malých a středních podnicích. Fuzzy logika, virtuální realita, umělá inteligence a simulační přístupy, které jsou součástí výzkumu v této oblasti, mají obrovský potenciál přinést konkrétní výsledky systémy řízení. V průběhu řešení této výzkumné oblasti budou dosažené výsledky průběžně konzultovány s aplikačními partnery. S využitím CTTZ-UPCE budou průběžně vyhledáváni noví partneři a bude připravena projektová žádost do grantové výzvy podporující zavádění výsledků do aplikační praxe.

#### **8.1.4. MODERNIZACE A UPGRADE INFRASTRUKTURY**

##### **8.1.4.1. Využití stávajícího vybavení**

Pracoviště UPCE-FEI disponuje moderním a pokročilým zázemím pro návrh, simulaci a měření vysokofrekvenčních obvodů, anténních prvků a anténních systémů. Současné špičkové přístrojové vybavení zahrnuje především vysokorychlostní osciloskopy, analyzátory signálu a spektra, vektorové obvodové analyzátory, Generátory signálu, funkční a arbitrary generátory a měřiče výkonu. Součástí vybavení je též bezdrazová komora s příslušenstvím, určená k měření a testování vysokofrekvenčních obvodů, měření anténních prvků a anténních systémů a v neposlední řadě k testování elektromagnetických interferencí. Programové vybavení zahrnuje zejména návrhové systémy pro simulaci elektromagnetického pole (návrh antén, vysokofrekvenčních prvků a signálových rozvodů) CST a software pro matematické modelování MATLAB, dále software VSE pro signálovou analýzu.

V rámci aktivit spojených s výzkumem a vývojem nástrojů přesné detekce zájmových objektů budou v projektu využívány snímače z cely pro testování metod bezdotykové detekce a lokalizace. Mezi tyto snímače patří Photoneo 3D scanner, který poskytuje mračna bodů 3D modely snímaných objektů. Dále snímač RealSense pracující na principu stereo-vize poskytující hloubkovou mapu reprezentující 3D prostor. K dispozici je také inteligentní kamera NI Smart, která v sobě dokáže aplikovat základní metody zpracování obrazu a jako výstup poskytuje už takto zpracované informace. K dispozici je také inteligentní kamera NI Smart, která dokáže aplikovat základní metody zpracování obrazu a jako výstup poskytuje už takto zpracované informace. Kromě samotných senzorických systémů budou také využívána edge zařízení s podporou paralelních výpočtů, mezi které patří NVidia Jetson TX, NVidia Jetson Nano nebo Stereolabs ZEDBox.

Pracoviště FEI UPCE disponuje výpočetním clustrem, který se skládá ze čtyř výpočetních uzlů (propojených 10GbE sítí) a datového úložiště. Každý výpočetní uzel je osazen čtveřicí procesorů Intel Xeon Gold 5118 s 12 HT jádry. Na každém uzlu je k dispozici 384 GB RAM a SSD disk pro odkládání pracovních dat především při řešení úloh v prostředí Apache Spark. Datové úložiště má kapacitu 96TB na serverových HDD.

Na uvedeném clusteru je provozován operační systém Rocky Linux a plánovač úloh PBS Pro. Dále je pro zpracování rozsáhlých dat k dispozici distribuované prostředí Apache Spark, jazyk Python a na jednom z uzlů je navíc nainstalován open-source systém PostgreSQL pro správu objektově-relačních databází. Na daném clusteru je pro plánování a řízení výpočtů zejména při experimentech s pokročilými algoritmy genetického programování využíván dávkový režim řízený plánovačem PBS Pro, poněkud

méně využívané systémy Apache Spark a PostgreSQL (určené pro datovou analytiku) pracují paralelně v režimu přepínání úloh plánovačem OS na příslušných uzlech.

Pro potřebu průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje radarových a bezpečnostních systémů je společnost RETIA, a.s. vybavena přístroji a programovým vybavením, které jsou nezbytné pro vývoj této techniky. Přístrojové vybavení zahrnuje především vektorové analyzátory, spektrální analyzátory, signálové generátory a měřiče výkonu. Součástí vybavení vývojového centra je též útlumová místnost určená k měření antén v blízké zóně. Kromě těchto speciálních měřících přístrojů jsou laboratoře vybaveny běžnými přístroji, jako jsou osciloskopy, zdroje, multimetry apod. Programové vybavení zahrnuje zejména návrhový systém plošných spojů Altium, návrhové systémy pro tvorbu konfigurací hradlových polí, systém pro simulaci elektromagnetického pole (návrh antén) CST rozšířením pro mechanické simulace ABACUS a software pro matematické modelování MATLAB.

ELDIS Pardubice, s.r.o. disponuje vlastním výrobním areálem s prostory vyčleněnými pro výzkum a vývoj (vývojové laboratoře v prostorách administrativní budovy). Současné přístrojové vybavení zahrnuje především vektorové analyzátory, spektrální analyzátory, signálové generátory a měřiče výkonu. Součástí vybavení vývojového centra je též útlumová komora určená k měření antén v blízké zóně. Kromě těchto speciálních měřících přístrojů jsou laboratoře vybaveny běžnými přístroji, jako jsou osciloskopy, zdroje, multimetry atd. Programové vybavení zahrnuje zejména návrhový systém plošných spojů Altium, návrhové systémy pro tvorbu konfigurací hradlových polí, systém pro simulaci elektromagnetického pole (návrh antén) CST a software pro matematické modelování MATLAB.

UHK-FIM v současné době disponujeme výpočetním clusterem skládajícím se z 11 serverů, celkové kapacity úložiště přes 100 TB. K dispozici je také 576 výpočetních jader a 10 TB RAM paměti. Cluster je postavený robustním způsobem s plnou zálohou pro případy selhání jednoho prvku, což zajišťuje jeho vysokou dostupnost pro koncové uživatele. Tento výpočetní cluster je vyhrazený pro projekty vědeckých pracovníků pracujících s velkými databázemi, výpočetními modely a analýzou BigData. Jeho zdroje využívají i studenti v rámci závěrečných prací nebo výzkumných projektů na FIM. Druhou velkou kategorií, která na výpočetním clusteru funguje jsou virtuální desktopy. Je to technologie poskytující osobní desktopy s jejich daty a aplikacemi kdekoli na cestách bez nutnosti používání VPN a závislosti na rychlosti internetového připojení. Studenti mají virtuální desktopy též k dispozici primárně pro přístup k aplikacím, které jsou placené pro FIM a pro přístup do vědeckých databází. Vzhledem k charakteru výzkumné oblasti č.6 je stávající vybavení na FIM UHK dostatečné pro naplnění stanovených cílů a milníků na mezinárodně srovnatelné úrovni, pro zpracování velkých objemů dat lze využít nově pořizovaný výpočetní cluster.

### 8.1.5. PLÁNOVANÉ VZDĚLÁVACÍ AKTIVITY

Všechna pracoviště výzkumných organizací podílejících se na tomto výzkumném záměru se vzdělávání v oblastech svých výzkumných aktivit a úkolů věnují v rámci svých studijních programů ve všech stupních studia. Jelikož se jedná výhradně o pracoviště z oblasti technických oborů, je jejich velkou předností schopnost propojovat teoretickou výuku s praktickými experimenty. V poslední době je rovněž kladen velký důraz na projektově orientovanou výuku a zapojení studentů do výzkumných a vývojových projektů. V rámci tohoto předkládaného projektu všechna partnerská pracoviště spolupracují s firemním sektorem a mimo jiné tak reagují na současné požadavky, které firmy na studenty mají a zavádějí nejnovější poznatky z výzkumu přímo do vzdělávacích aktivit. Motivují tím studenty k odbornému rozvoji v oblasti senzorů, měření, signálového zpracování, datové analýzy, umělé inteligence a strojového učení.

Propojení projektu s výukovými aktivitami a studenty bude probíhat na několika úrovních:

- Talentovaní studenti doktorského stupně studia budou přímo zapojováni do řešení projektu na pozici doktorand. To umožní akcelarovat jejich rozvoj v oblasti výzkumu projektu a jejich zapojování do aktivit mezinárodních výzkumných týmů.
- Studenti doktorských programů budou podporováni v rámci odborného rozvoje, například kurzy vědeckého psaní, angličtina pro vědecké pracovníky, semináře a doktorská kolokvia, kde budou sdílet své znalosti a zkušenosti z řešení projektu. Dále kurzy zaměřenými na publikační strategie a podpůrné IT nástroje ve vědě, programy podpory mezinárodní spolupráce a projektového řízení, principy otevřené vědy, duševní vlastnictví (tj. výsledky VaV) a správné nakládání s ním a etiku a moderní trendy vědecké práce. Náklady na tyto činnosti budou hrazeny z jiných zdrojů.
- Členové řešitelského týmu budou specifikovat témata doktorských disertačních vycházející z výzkumných témat projektu a posílí tak začleňování mladých výzkumníků do řešení projektu.
- Členové řešitelského týmu budou systematicky vyhledávat vhodná témata BP/DP vycházející z aktivit projektu a motivovat tak studenty bakalářského a magisterského stupně studia k jejich odbornému rozvoji v oblastech výzkumu projektu. Tito studenti se posléze mohou stát vhodnými kandidáty pro doktorské studium a posílení řešitelského týmu projektu.
- Členové řešitelského týmu budou systematicky uplatňovat nejnovější výsledky výzkumu v rámci předmětů zabývajících se problematikou související s projektovými aktivitami. Bude se jednat zejména o předměty zabývajících se senzory a měřením, zpracováním signálů a dat, umělou inteligencí, elektronikou a vestavěnými systémy, fyzikálními principy senzorů a také předměty zabývajících se virtuálním návrhem systémů a digitálními dvojčaty.

V rámci předávání pořízovaného nového vybavení/funkčních celků, dojde k zaškolení k používání a ovládání daného zařízení.

## 9. PŘÍPRAVA SPOLEČNĚ ZPRACOVANÝCH PROJEKTOVÝCH ŽADOSTÍ

Projektový tým ve spolupráci s univerzitním Centrem transferu technologií a znalostí bude od počátku projektu specifikovat témata pro společně aplikačně orientované projekty. Témata projektové činnosti budou plánována v návaznosti na výsledky, které budou vznikat ve všech výzkumných oblastech projektu. S možností podání společné projektové žádosti budou oslovení partneři projektu z aplikační sféry i další podniky, se kterými bude navázána spolupráce nebo podniky, se kterými je spolupráce již započata. Jako relevantní byly vyhodnoceny národní programy a výzvy, které cílí na podporu mezisektorové spolupráce s možností i mezioborové spolupráce. Předpokladem je využívání výzev v soutěžích TAČR (výzvy typu Trend) směřujících na technologické lídry, TAČR Doprava souvisejících s aplikačním uplatněním plánovaných výsledků, TAČR Sigma s cílem vzniku nových výsledků pro praxi. Podle aktuálních podmínek bude žadatel cílit i na resortní výzvy z operačního programu OP TAK Aplikace nebo další resortní výzvy, které budou zaměřeny na výzkumně-vývojové aktivity s TRL 4 a vyšším, tzn. úrovně výzkumu nad rámec tohoto projektu.

Kromě nezbytného oborového souladu s hlavním nebo vedlejšími výzkumnými oblastmi projektu (FORD 2.2 jako hlavní oblast, dále FORD 1.2 a 2.5, v aplikační úrovni také FORD 2.1) budou témata pro spolupráci navrhována ve shodě s výzkumnými oblastmi společného výzkumného záměru.

Projektový tým bude řešit 6 výzkumných oblastí. První tři oblasti jsou pro projekt dominantními z pohledu přímé vazby na aplikační partnery – specifikace výzkumných úkolů, harmonogram a typy výsledků byly při přípravě projektu konzultovány s partnery projektu. Oblasti (1) Optimalizace alokace zdrojů v radarových systémech a vysílaných signálů vhodných pro detekci, lokalizaci a klasifikaci radarových cílů, 2) Výzkum a vývoj prostředků pro potlačení radarového odrazu bezpilotních letadel, 3) Optimalizace architektur hlubokých neuronových sítí pro detekci významných vlastností v signálu a



obrazu pro edge computing) se zaměřují na výzkum a vznik výsledků, které budou mít uplatnění v nových komponentách nebo systémech pro detekci, lokalizaci a klasifikaci, a to bez ohledu na typ výsledku (publikace, funkční vzorek nebo užitečný vzor). Další tři výzkumné oblasti (4 - Bezpečnost dopravní infrastruktury a provozu s uplatňováním metod umělé inteligence, 5 - Výzkum metod umělé inteligence pro aplikaci v rámci city logistiky, 6 - Integrace pokročilých technologií, simulací a virtuální reality pro optimalizaci řídicích a zabezpečovacích systémů) směřují k perspektivnímu uplatnění výsledků v dalších aplikačních odvětvích, tedy mimo obor působení dvou zapojených aplikačních partnerů. Projektové příležitosti budou hledány pro všechny uvedené oblasti.

S každým partnerem z aplikačního sektoru je na úrovni smlouvy o partnerství dán závazek podání 1 žádosti. Další žádosti budou zpracovány s podniky, které budou mít zájem o řešená výzkumná témata. Počet projektových žádostí je navržen podle zkušeností pracovníků žadatele a partnerů a týká se pouze vazby na tento předložený projekt. Žadatel i partneři se průběžně účastní dalších oborově relevantních projektů nad rámec této aktivity.

K mezinárodním projektům se žadatel i partneři hlásí a průběžně se jich účastní (H2020, HEurope, bilaterální projekty), ve vazbě na tuto předloženou projektovou žádost se ale projektový tým nezavazuje k podání z důvodu nejistoty ve stanovování výzkumných témat v kombinaci možných partnerů z aplikačního sektoru a ze zahraničí.

## 10. ZAPOJENÍ ZÁSTUPCŮ APLIKAČNÍ SFÉRY DO VÝUKY

Rozvoj spolupráce se zástupci aplikační sféry v oblasti vzdělávání je žadatelem stanoven jako strategický cíl, který je vyhodnocován na úrovni Výročních zpráv o činnosti Fakulty elektrotechniky a informatiky Univerzity Pardubice, využívány jsou také indikátory prokazující každoroční plnění cílů spolupráce konkrétními výstupy. Žadatel bude i při realizaci tohoto projektu dále postupovat tak, aby výstupy projektu byly v souladu se strategickými dokumenty. Jako relevantní cíle jsou pro tento projekt navrženy činnosti, které jsou v souladu se strategií žadatele a ke kterým se vážou konkrétní výstupy:

- Umožnění zapojení odborníků z praxe do výuky vybraných odborných předmětů
- Realizace tematických přednášek pro studenty všech stupňů vzdělání zaměstnanci partnerů a spolupracujících organizací
- Podpora zapojení externích partnerů do vedení doktorských studentů na pozici školitel specialista
- Využívání možností stáží a exkurzí studentů v aplikační sféře
- Podpora odborných konzultací realizovaných odborníky z aplikačního sektoru k bakalářským a diplomovým pracím

Do vzdělávání budou přizváni zástupci partnerů projektu i další zástupci aplikační sféry.

Ve výuce v povinných předmětech budou participovat odborníci z praxe s prokazatelnými zkušenostmi v oborech, kde jsou aplikovány výsledky výzkumu a vývoje z oblastí komunikačních, informačních a detekčních technologií, které mají přímou vazbu k zaměření projektu. Odborníci se budou různou formou (vedení částí nebo i celých seminářů, laboratorních cvičení, přednášek) účastnit výuky ve všech stupních studia. Odpovídající oblasti vzdělávání v akreditovaných studijních programech žadatele jsou Elektrotechnika, Informatika a Kybernetika, jejich vazba k oborovému zaměření projektu je proto zřejmá. K této činnosti se váže výstup Předměty s podílem výuky odborníka z praxe.

Odborníci z aplikačního sektoru budou dále zapojeni do výuky formou vyžádaných přednášek. Na vhodnost témat přednášek bude dohlížet vždy garant předmětu společně s odborným garantem projektu, který posoudí oborový soulad s projektem. Monitorovaným výstupem této činnosti budou Vyžádaná přednáška odborníků z aplikační sféry.

Odborníci z firem budou přizváni i pro pozici školitel specialista pro disertační práce, pokud to charakter výzkumných činností bude vyžadovat. Schválení tématu se školitelem specialistou podléhá projednání oborové rady, sledovaným výstupem bude Školitel specialista.

Odborné exkurze (monitorovaný výstup) na pracovištích partnerů projektu a dalších zástupců aplikační sféry budou doplňovat výuku v předmětech, kde praktické ukázky v prostředí vývoje a zavádění nových technologií do praxe budou přispívat k pochopení probírané látky. Exkurze budou probíhat jako součást předmětů studijního plánu, zohledňovány budou pravidla udělené.

Ve spolupráci s akademickými pracovníky budou přizváni odborníci stanovovat témata praktických částí závěrečných prací. Náměty na témata závěrečných prací jsou nabízena studentům závěrečných ročníků vždy počátkem akademického roku. Ze zadání prací vyplývá podíl odborného konzultanta na vedení praktické části. Indikátor pro monitorování činnosti je Závěrečné práce s konzultantem z aplikační sféry. Pro účely projektu budou evidovány práce odevzdané k obhajobě, ne pouze samotné vytvoření zadání.

Pro hrazení nákladů spojených s výukou (např. dohody DPP) budou využity institucionální prostředky žadatele. Dohody, kterými bude realizace výuky doložitelná, budou spojeny s výukou v konkrétním předmětu s určením semestru a akademického roku.

Naplnění indikátorů bude probíhat od akademického roku 2024/25, u výstupů souvisejících s odevzdanými závěrečnými pracemi později.

## 11. PRINCIPY OTEVŘENÉ VĚDY

Otevřená věda na UPCE je koncipována jako systém, jehož cílem je transparentní a pokud možno neomezené šíření výsledků vědecké, výzkumné a další tvůrčí činnosti prováděné na UPCE. UPCE se připojuje k zásadě „as open as possible, as closed as necessary,“ tedy „otevřená jak jen možno, uzavřená jen jak nutno.“

Systém otevřené vědy určuje základní přístupy UPCE k problematice otevřeného přístupu k vědeckým publikacím (Open Access), k výzkumným datům (Open Data), k recenzním řízením (Open Peer Review), k využívání veřejných licencí (Open Licencing), ke zdrojovým kódům a plánům vyvíjeného software a hardware (Open Source), k laboratorním a výzkumným deníkům (Open Notebooks) a podobně. Součástí systému otevřené vědy na UPCE je korektní nastavení licence všem vyprodukovaným výsledkům.

Systém otevřené vědy na UPCE je definován v souladu s národními legislativními akty, dokumenty Evropské unie i doporučeními mezinárodních organizací. Jedná se především o:

- Doporučení UNESCO pro Open Science (Usnesení 41. Generální konference Organizace spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu),
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1024 ze dne 20. června 2019 o otevřených datech a opakovaném použití informací veřejného sektoru,
- Doporučení Evropské komise 2018/790 ze dne 25. dubna 2018 o přístupu k vědeckým informacím a jejich uchování,
- Národní politika výzkumu, vývoje a inovací České republiky 2021+,
- Strategický záměr MŠMT pro oblast VŠ na období od roku 2021.

Posílení principů otevřené vědy patří mezi strategické priority UPCE v rámci Priority 2: Kvalitní a respektovaná vědecko-výzkumná a tvůrčí činnost (viz Strategický záměr UPCE).

Důležité dokumenty, na základě kterých, je rozvíjen a podporován systém otevřené vědy na UPCE:

- Strategický záměr Univerzity Pardubice na období od roku 2021 (Priorita 2 viz str. 25)

- Plán realizace Strategického záměru Univerzity Pardubice pro rok 2023 (Priorita 2 viz str. 12)
- Kodex dobré výzkumné praxe Univerzity Pardubice
- Směrnice č. 3/2019 Evidence výsledků tvůrčí činnosti zaměstnanců a studentů Univerzity Pardubice v interním informačním systému OBD
- Systém otevřené vědy na Univerzitě Pardubice (dokument je nepovinnou přílohou projektové žádosti č. 20)

V rámci projektových aktivit bude naplňování postupů otevřené vědy podpořeno zapojením data stewarda – odborníka na správu dat na úvazek 0,1 FTE (rozpočtová položka 1.1.1.1.2.4.1.1.1.11), který bude zajišťovat naplňování povinných i nepovinných postupů otevřené vědy. Dalšími náklady spojenými s realizací otevřené vědy jsou plánované náklady na publikační aktivity (article processing charge), viz rozpočtová položka 1.1.1.1.2.7.1.1 a 1.1.1.1.2.7.1.3.

## 11.1. POVINNÉ POSTUPY

### Zohlednění systémového nastavení práce s budoucími výsledky projektu

Výsledky vytvořené v rámci řešení projektu (publikace, výzkumná data, prototypy, zařízení, know-how, vynálezy, databáze, software, modely, algoritmy, pracovní postupy, protokoly, simulace, funkční vzory, užité vzory) budou ve vlastnictví toho žadatele či partnera, který je vytvořil. V některých případech může vzniknout tzv. společné vlastnictví výsledků. Spoluvlastnictví výsledků vzniká tam, kde žadatel či partneři společně vytvořili výsledky a není-li možné stanovit jejich podíl na vytvoření výsledků nebo oddělit je za účelem ochrany duševního vlastnictví – jde o tzv. automatické spoluvlastnictví nebo když se žadatel a partneři na společném vlastnictví výsledků domluví. Spoluvlastníci výsledků se písemně dohodnou na podmínkách výkonu vlastnických práv k výsledkům. Spoluvlastníci se mohou písemně domluvit na jiném než spoluvlastnickém režimu, ale až poté, co byly výsledky vytvořeny.

Výsledky projektu jsou žadatel i partneři povinni adekvátně chránit, pokud je ochrana možná a rozumná a odůvodněná. V případě vytvoření výsledků, u nichž budou žadatel nebo partneři očekávat komerční či průmyslovou využitelnost výsledků a je jejich ochrana možná, rozumná a odůvodněná, zajistí vlastník výsledků adekvátní ochranu. Nutnost ochrany a její konkrétní způsob bude před započítáním ochrany v rámci projektového konsorcia konzultován. Žadatel a partneři musí zajistit, aby výsledky společného výzkumu byly šířeny. Společný postup žadatele a partnerů při šíření výsledků je možný a žádoucí. Jakékoliv šíření ale musí být oddáleno, pokud je v rozporu s povinností zajistit ochranu výsledků. Jednotliví členové konsorcia mohou proti šíření výsledků vznést námitky, pokud by byly šířením výsledků narušeny jejich oprávněné zájmy.

Systémové nastavení práce s budoucími výsledky projektu zahrnuje definici a implementaci strategie pro správu, ochranu, využití a ošetření duševního vlastnictví těchto výsledků po jejich vzniku v souladu s FAIR principy. Zde je popis, jak bude nastavena práce s různými kategoriemi výsledků projektu:

#### **Publikace:**

**Definice:** odborné publikace ve formě článků, kapitol z knih, knih, letter, review, conference paper a proceeding paper, příspěvky na odborných akcích typu přednáška či poster publikované příjemcem nebo partnery samostatně nebo se zahraničním spoluautorstvím, ve spoluautorství výzkumných organizací a podniků.

**Archivace:** strojově čitelné elektronické publikace budou dlouhodobě uloženy do vhodného důvěryhodného repositáře

**Licenční podmínky:** budou stanoveny licenční podmínky, které určují, jak mohou být publikace použity a distribuovány, primárně bude využito licence CC BY 4.0.

**Distribuce:** publikace budou dostupné pro veřejnost nebo relevantní publikum prostřednictvím zveřejnění v repositáři, zveřejnění na univerzitních serverech, publikování prostřednictvím

vydavatele/vydavatelské platformy formou OA.

Odpovědnost za distribuci výsledku: za zveřejnění odpovídá vlastník výsledku, v případě spoluvlastnictví příjemce a partnera prioritně příjemce (pokud nebude písemně určeno jinak).

#### **Data:**

Definice: experimentální data, statistiky, protokoly vytvořená nebo použitá při řešení výzkumného záměru klíčová aktivita 3 – Realizace orientovaného výzkumu ve spolupráci se subjekty aplikační sféry, Archivace: uložení dat do vhodného důvěryhodného repozitáře podle Plánu pro správu dat včetně poskytnutí informací o nástrojích a instrumentech potřebných k opětovnému využití výzkumných dat nebo k jejich validaci.

Bezpečnost dat: Zajištění zálohování dat. Všechna datová centra, kde jsou uložena projektová data, jsou opatřena dostatečnými certifikáty. Všechny webové služby projektu jsou adresovány prostřednictvím zabezpečeného protokolu HTTP (https://...).

Přístupová práva: Zajištěním otevřeného přístupu k výzkumným datům uloženým v repozitáři za podmínek poslední dostupné verze veřejné licence Creative Commons Attribution International (CC BY) nebo jejího ekvivalentu.

Odpovědnost za uložení dat: za uložení dat do repozitáře odpovídá vlastník výsledku, v případě spoluvlastnictví příjemce a partnera prioritně příjemce (pokud nebude písemně určeno jinak).

#### **Užité vzory:**

Definice: výsledek tvůrčí činnosti v rámci řešení projektu, který představuje inovace, jenž mohou být chráněny užitným vzorem.

Registrace: Nastavení procesu registrace užitého vzoru ve spolupráci s CTTZ UPCE (Centrum Transferu Technologí a Znalostí Univerzity Pardubice) pro relevantní výsledky projektu a definice vlastnických práv a podmínek využití.

Komericializace: Ve spolupráci s CTTZ UPCE implementace strategie pro komercializaci užitéch vzorů.

Odpovědnost za registraci a komercializaci: odpovídá vlastník výsledku, v případě spoluvlastnictví příjemce a partnera prioritně příjemce (pokud nebude písemně určeno jinak).

#### **Software:**

Definice: software s určením typu, o jaký SW se jedná (např. aplikace, knihovny, modely, simulace).

Licenční podmínky: Určení licenčních podmínek pro software, včetně možnosti jeho uvolnění jako open-source.

Distribuce: po vzniku výsledku a určení jeho licenčních podmínek bude rozhodnuto o způsobu, kterým bude software distribuován a aktualizován.

Odpovědnost za distribuci výsledku: za distribuci výsledku odpovídá vlastník výsledku, v případě spoluvlastnictví příjemce a partnera prioritně příjemce (pokud nebude písemně určeno jinak).

#### **Další výsledky společné spolupráce:**

Definice: všechny ostatní výsledky projektu, které vzniknou spoluprací žadatele a partnerů v rámci řešení projektu.

Dohody o vlastnictví: budou vytvořeny a písemně uzavřeny dohody o vlastnictví a právech k těmto společným výsledkům.

Komunikace: Otevřená komunikace s partnery ohledně správy těchto výsledků a jejich dalšího využití.

Odpovědnost za ochranu nebo zveřejnění výsledku: za ochranu/zveřejnění výsledku odpovídá vlastník výsledku, v případě spoluvlastnictví příjemce a partnera prioritně příjemce (pokud nebude písemně určeno jinak).

Výše uvedené principy ochrany práv duševního vlastnictví a systémové nastavení práce s budoucími výsledky projektu je součástí partnerských smluv.

### **Otevřený přístup k recenzovaným vědeckým publikacím, které jsou výsledkem výzkumu financovaného v rámci projektu**

Žadatel a partneři projektu budou zajišťovat otevřený přístup k vědeckým recenzovaným publikacím o výsledcích výzkumu, a to těmito prostředky

- Uložením strojově čitelné elektronické kopie finální vydavatelské verze nebo konečné verze recenzovaného rukopisu přijatého ke zveřejnění (tj. ve verzi po zapracování připomínek vzešlých z recenzního řízení) do důvěryhodného repozitáře pro vědecké publikace, a to neprodleně po dni publikování.
- Okamžitým otevřeným přístupem k uložené publikaci za podmínek poslední dostupné verze veřejné licence Creative Commons Attribution International (CC BY 4.0); monografie a jiné dlouhé textové formáty mohou být zpřístupněny za podmínek veřejné licence vylučující úpravu publikace či její komerční užití (např. CC BY-NC 4.0, CC BY-ND 4.0, CC BY-NC-ND 4.0)
- Zajištěním otevřeného přístupu k metadatům publikací uložených v repozitáři. Tato metadata musí být strojově čitelná a v souladu s FAIR principy a s Obecnými doporučeními metadatového popisu;
- Uchováním autorských majetkových práv v takovém rozsahu, aby bylo možné stanoveným povinnostem vyhovět
- Poskytnutím informací (prostřednictvím repozitáře) o jakémkoli dalším výstupu výzkumu nebo jakýchkoli jiných nástrojích potřebných k ověření závěrů vědecké publikace

### **Správa výzkumných dat podle FAIR principů a otevřený přístup k těmto datům**

Žadatel a partneři budou zajišťovat správu výzkumných dat, shromážděných a vytvořených během projektu, v souladu s FAIR principy, a to zejména těmito prostředky:

- Řízením dle Plánu pro správu dat, který bude vypracován a předložen společně s první ZoR. Plán bude vypracován v souladu s FAIR principy,
- Uložením výzkumných dat, zejména těch spjatých s vědeckou recenzovanou publikací, co nejdříve do důvěryhodného repozitáře podle Plánu pro správu dat;
- Zajištěním otevřeného přístupu k výzkumným datům uloženým v repozitáři, v souladu s Plánem správy dat, za podmínek poslední dostupné verze veřejné licence Creative Commons Attribution International (CC BY 4.0) nebo jejího ekvivalentu, a to v souladu se zásadou „otevřená jak jen možno, uzavřená jen jak nutno“ s ohledem na soukromí, ochranu osobních údajů, důvěrnost, oprávněné obchodní zájmy a práva duševního vlastnictví třetích stran, bezpečnost státu nebo jiné oprávněné zájmy a jiná oprávněná omezení (zdůvodnění musí být uvedeno v Plánu pro správu dat a musí být zajištěn pravidelný přezkum tohoto zdůvodnění)
- Zajištěním otevřeného přístupu k metadatům výzkumných dat uložených v repozitáři. Tato metadata musí být strojově čitelná a v souladu s FAIR principy a s Obecnými doporučeními metadatového popisu;
- Poskytnutím informací (prostřednictvím repozitáře) o všech dalších výsledcích a výstupech výzkumu nebo nástrojích a instrumentech potřebných k opětovnému využití výzkumných dat nebo k jejich validaci (pokud se neuplatní oprávněné důvody pro omezení těchto informací).

## **11.2. NEPOVINNÉ POSTUPY**

Nosné téma projektu v oboru radarových a dalších detekčních systémů je stanoveno na základě potřeby podpory výzkumu v odvětví, které je silně závislé na aplikaci výsledků podle nejnovějšího State of the Art. Výzkumné postupy s využitím nových a optimalizovaných algoritmů, které se v radarové a senzorové technice využívají pro aplikace zasahující do oblasti bezpečnosti a obranného sektoru, nelze zveřejňovat ve všech fázích výzkumu a vývoje, a to na základě dohody uvnitř

projektového týmu a zohlednění pravidel pro nakládání s informacemi u aplikačních partnerů.

Aplikační partneři projektu ELDIS Pardubice s.r.o. a RETIA a.s. působí v oblasti výzkumu a vývoje moderních radarových systémů, jejichž uplatnění se nachází nejen v oblasti civilní, ale též v oblasti armádní. Vyvíjené systémy využívají i další bezpečnostní složky státu. Není proto možné na veškeré dílčí výzkumné hypotézy a průběžné výzkumné výsledky aplikovat nepovinné postupy otevřené vědy v podobě včasného a otevřeného sdílení výzkumu a ani provádět otevřenou správu výstupů nad rámec výzkumných dat. Vzhledem k možné citlivosti sdílených dat mezi VO a průmyslovými partnery není ani vhodné plně provádět zapojení relevantních znalostních aktérů včetně občanů (tzv. Citizen science) do vědecko-výzkumných aktivit. Vzhledem k tomu, že portfolio kvalitních mezinárodních žurnálů pro oblast moderních přístupů k signálovému zpracování je omezené a připravované publikace budou obsahovat i data poskytnutá aplikačními partnery, není možné v plné míře zajistit publikování výsledků v rámci otevřeného recenzního řízení