

# Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky 2021 – 2027

## Příloha 1. Karty tematických oblastí

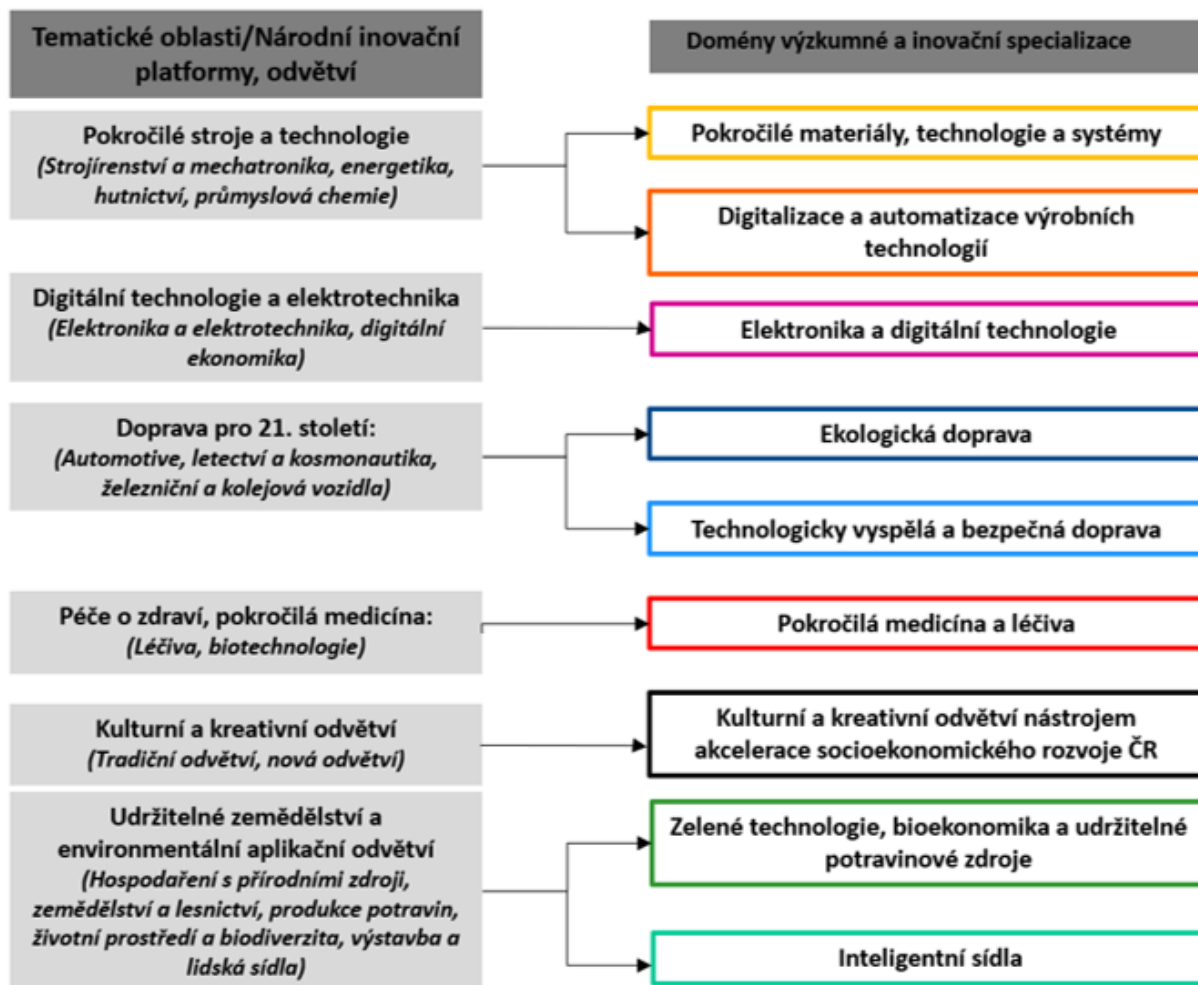
## Obsah

<b>ÚVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>1. POKROČILÉ STROJE/TECHNOLOGIE PRO SILNÝ A GLOBÁLNĚ KONKURENCESCHOPNÝ PRŮMYSL .....</b>	<b>5</b>
1.1 POKROČILÉ MATERIÁLY, TECHNOLOGIE A SYSTÉMY .....	8
1.2 DIGITALIZACE A AUTOMATIZACE VÝROBNÍCH TECHNOLOGIÍ .....	12
<b>2. DIGITAL MARKET TECHNOLOGIES A ELEKTROTECHNIKA .....</b>	<b>16</b>
2.1 ELEKTRONIKA A DIGITÁLNÍ TECHNOLOGIE .....	19
<b>3. DOPRAVA PRO 21. STOLETÍ.....</b>	<b>24</b>
3.1 EKOLOGICKÁ DOPRAVA.....	27
3.2 TECHNOLOGICKY VYSPĚLÁ A BEZPEČNÁ DOPRAVA.....	30
<b>4. PÉČE O ZDRAVÍ, POKROČILÁ MEDICÍNA .....</b>	<b>34</b>
4.1 POKROČILÁ MEDICÍNA A LÉČIVA.....	36
<b>5. KULTURNÍ A KREATIVNÍ ODVĚTVÍ .....</b>	<b>40</b>
5.1 KULTURNÍ A KREATIVNÍ ODVĚTVÍ NÁSTROJEM AKCELERACE SOCIOEKONOMICKÉHO ROZVOJE ČR .....	43
<b>6. UDRŽITELNÉ ZEMĚDĚLSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍ APLIKAČNÍ ODVĚTVÍ .....</b>	<b>47</b>
6.1 ZELENÉ TECHNOLOGIE, BIOEKONOMIKA A UDRŽITELNÉ POTRAVINOVÉ ZDROJE.....	50
6.2 INTELIGENTNÍ SÍDLA .....	54
<b>7. SPOLEČENSKÉ VÝZVY .....</b>	<b>58</b>
<b>8. SEZNAMY .....</b>	<b>60</b>

## Úvod

Tato Příloha č. 1 Národní RIS3 strategie **navazuje na kapitulu 4.3 dokumentu Národní RIS3 strategie věnovanou inteligentní specializaci ČR**, to znamená zejména doménám výzkumné a inovační specializace (dále též „domény specializace“). V uvedené kapitole je popsán proces stanovení domén výzkumné a inovační specializace a je zde shrnuto zaměření jednotlivých domén. Tato příloha obsahuje **podrobnější obsahové vymezení jednotlivých tematických oblastí a domén specializace**. Text je členěn podle tematických oblastí, které odpovídají zaměření jednotlivých Národních inovačních platforem. Na každou tematickou oblast jsou pak vázány domény výzkumné a inovační specializace, jak ukazuje následující schéma. Závěrečná část přílohy je zaměřena na „Společenské výzvy“.

Obrázek 1. Tematické oblasti/Národní inovační platformy a domény specializace



Zdroj: vlastní zpracování

Každá tematická oblast je popsána v analogické struktuře, následující text je tedy tvořen „kartami tematických oblastí.“ Obsah těchto karet vychází ze souhrnné zprávy Technologického centra Akademie věd ČR zpracované v rámci „Analýzy propojení KETs s aplikačními odvětvími Národní RIS3 strategie 2021+.“<sup>1</sup> Tato souhrnná zpráva, resp. karty tematických oblastí sloužily jako výchozí podklad či rámec pro jednání Národních inovačních platforem a proces objevování podnikatelských příležitostí (Entrepreneurial Discovery Process – EDP), jehož výsledkem je vymezení domén výzkumné a inovační specializace a jejich zaměření popsané v této Příloze. V Příloze 1 jsou též začleněna témata vzešlá z EDP procesů jednotlivých krajů. Jak je popsáno v dokumentu Národní RIS3 strategie 2021-2027, tato příloha bude procházet **pravidelnými aktualizacemi** schvalovanými

<sup>1</sup> [https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/9/KETs\\_NRIS\\_souhrn\\_zprava\\_final.pdf](https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/9/KETs_NRIS_souhrn_zprava_final.pdf)

Řídicím výborem RIS3 a posléze Ministrem průmyslu a obchodu, jejichž cílem bude kontinuální začleňování podniků vzniklých v rámci procesu EDP (Entrepreneurial Discovery Process) do Národní RIS3 strategie.

Co se týká **obsahu a struktury karet tematických oblastí**, je pro každou **tematickou oblast** nejprve uvedena stručná charakteristika dané oblasti a její aplikační odvětví. Pro každé aplikační odvětví jsou uvedeny nejdůležitější informace o podnikových výdajích na VaV a o zapojení podniků působících v těchto odvětvích do projektů podpořených v programech VaVal. V popisu je také stručně charakterizována znalostní základna pro tematickou oblast a další skutečnosti, které by měly být uváženy při přípravě nástrojů realizovaných v rámci Národní inovační strategie (NRIS3).

Dále je v tabulární formě uveden přehled klíčových indikátorů, které umožňují navzájem porovnat jednotlivá aplikační odvětví. Některá pole jsou v tabulce podbarvena. Barevná škála se poněkud liší pro jednotlivé indikátory:

- Herfindahl-Hirschmanův index (HHI)<sup>2</sup> – zelená barva udává, že koncentrace výdajů je v daném aplikačním odvětví velmi nízká (tj. HHI je menší než 100), žlutá barva udává, že koncentrace je malá (HHI je v rozmezí od 100 do 1 500) a růžová barva odpovídá mírné až vysoké koncentraci výdajů na VaV (HHI je 1 500 a více);
- V případě podílu MSP a podílu domácích podniků zelená barva udává, že tento podíl je 70 % a více, žlutá barva odpovídá podílu od 50 % do 70 %, světle růžová podílu od 30 % do 50 % a sytě růžová podílu menšímu než 30 %.

Šipky orientačně znázorňují vývoj indikátoru – zelená šipka odpovídá nárůstu o 20 % a více, žlutá šipka směřující nahoru nárůstu do 20 %, žlutá šipka směrem dolů poklesu do 20 % a červená šipka poklesu o více než 20 %.

Pro každou tematickou oblast je také uvedena mapa spolupráce podniků a výzkumných organizací (VO) vycházející z účasti subjektů z obou sektorů v projektech VaVal, která umožňuje posoudit roli jednotlivých VO v této spolupráci.<sup>3</sup> Na závěr textu je ke každému aplikačnímu odvětví tematické oblasti uveden přehled nejvýznamnějších odvětví v klasifikaci CZ-NACE, který vychází z analýz podnikových výdajů na VaV, zapojení podniků do projektů VaVal a patentové aktivity.

V závěru popisu tematické oblasti jsou uvedeny hybné síly, které mohou ovlivňovat vývoj daného segmentu v budoucnosti a na které by měly reagovat nástroje realizované v rámci NRIS3, a domény výzkumné a inovační specializace ČR.

V popisu **domén specializace** jsou stručně charakterizovány příslušné klíčové umožňující technologie - KETs a témata VaVal, kde je předpoklad pro uplatnění výsledků v aplikačních odvětvích. Vymezení KETs je převzato ze studie „Analýza KETs a jejich vazeb na aplikační odvětví NRIS3“<sup>4</sup> a je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 1. Přehled Klíčových umožňujících technologií a jejich orientační vymezení

KET	Charakteristika / příklady
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>	Technologie zahrnující generaci světla, jeho vedení, manipulaci se světlem, jeho detekci, zesilování a využívání v aplikacích, vysoce miniaturizované polovodičové komponenty a elektronické subsystémy, včetně jejich integrace do větších systémů a produktů. Za nanoelektroniku jsou považovány všechny oblasti elektroniky se strukturou na úrovni nanometrů.
<b>Pokročilé materiály a</b>	Široká oblast materiálů s obtížně definovatelnými hranicemi, zahrnující pokročilé kovy, pokročilé syntetické polymery, pokročilou keramiku, nové kompozity,

<sup>2</sup> Herfindahl-Hirschmanův index (HHI), který měří konkurenci mezi firmami v jednotlivých odvětvích. V případě výdajů na VaV je HHI stanoven jako součet druhých mocnin podílů výdajů na VaV jednotlivých firem v daném odvětví na celkových výdajích na VaV v daném odvětví. Hodnoty HHI pod 100 značí odvětví, kde jsou výdaje na VaV rozděleny mezi větší počet podniků, hodnoty od 100 do 1 500 označují malou koncentraci, hodnoty od 1 500 do 2 500 svědčí o mírné koncentraci výdajů na VaV u velkých hráčů, a hodnoty od 2 500 do 10 000 pak svědčí o vysoké koncentraci výdajů na VaV do několika firem či pouze jedné dominantní firmy.

<sup>3</sup> Akronymy VO použité v mapách spolupráce a jejich plné názvy jsou uvedeny v přílohouvé části studie k analýze KETs. Viz „Analýza propojení KETs s aplikačními odvětvími Národní RIS3 strategie 2021+: Analýza KETs a jejich vazeb na aplikační odvětví NRIS3:“ <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Analýza-KETs-a-jejich-vazeb-na-aplikacni-odvetvi-NRIS.pdf>

<sup>4</sup> Viz str. 7 <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Analýza-KETs-a-jejich-vazeb-na-aplikacni-odvetvi-NRIS.pdf>

<b>nanotechnologie</b>	pokročilé biopolymery a další materiály. Za nanotechnologie jsou považovány technologie pro struktury s rozměry od 1 do 100 nanometrů alespoň v jednom rozměru.
<b>Biotechnologie<sup>5</sup></b>	Průmyslové biotechnologie, jako jsou technologie využívající mikroorganismy nebo enzymy pro průmyslové zpracování a výrobu bioproduktů v sektorech, jako je chemický průmysl, materiálová výroba, energetika (biopaliva), potravinářství/výživa, zdravotní péče, textilní a papírenský průmysl apod. Další skupinu tvoří technologie z oblasti lékařských a přírodních věd, jako je genomika, genové inženýrství, buněčné a tkáňové inženýrství, syntetická biologie, biosensory, bioaktivátory, „Lab on Chip“, neurotechnologie a další.
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>	Výrobní systémy a související služby, procesy, provozy a zařízení pro ostatní KETs, zahrnující automatizaci, robotiku, měřicí systémy, zpracování signálu a informace, kontrolu výroby a další procesy.
<b>Umělá inteligence</b>	Analýza velkých dat, strojové učení, neuronové sítě, hluboké učení, genetické algoritmy, softwarové technologie, řešení problémů, rozhodování, plánování, inteligentní roboti, virtuální agenti, distribuované systémy, autonomní dopravní prostředky apod.
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>	Autentizace, bezpečné připojení, bezpečná komunikace, zabránění krádeži identity, ochrana dat a soukromí, internet věcí (IoT), bezpečnost dat, rozhraní člověk-stroj, interakce člověka s počítačem a robotem, 5G, e-Government, e-Administration, kyberfyzikální systémy, blockchain a další.

Zdroj: *Technologické centrum AV ČR (2020): Analýza propojení KETs s aplikačními odvětvími Národní RIS3 strategie 2021+: Analýza KETs a jejich vazeb na aplikační odvětví NRIS3.*

V popisu domén specializace jsou uvedeny přehledné tabulky, které umožňují navzájem porovnat jednotlivé KETs a jejich potenciál pro daná aplikační odvětví. V další části textu k doménám specializace jsou přehledně uvedena relevantní témata VaVal. Nejprve jsou uvedena **témata VaVal v jednotlivých KETs** (oranžové tabulky), kde na základě zpracovaných analýz existuje potenciál pro využití VaV v některém z aplikačních odvětví NRIS3 domény specializace (tj. v „průniku“ KETs s aplikačními odvětvími). V dalších tabulkách (modré tabulky) je uveden **přehled výzkumných témat v jednotlivých aplikačních odvětvích** (tj. bez ohledu na KETs). Tabulky obsahují témata, která vyplývají ze zpracovaných analýz, a dále témata VaVal v aplikačních odvětvích stanovená na základě EDP při přípravě NRIS3. Tato témata vycházela z témat stanovených Národními inovačními platformami (dále též NIP) v letech 2016 – 2020, byla však aktualizována při jednání Národních inovačních platforem v roce 2020 při přípravě Národní RIS3 strategie 2021 – 2027. Stejně tak byla ze strany Národních inovačních platforem doplněna i témata v jednotlivých KETs. V případě některých domén specializace již byly tabulky témat v jednotlivých aplikačních odvětvích sloučeny s tabulkami témat z analýz. Text k jednotlivým doménám specializace též obsahuje **témata společenských a humanitních oborů** (zelené tabulky), která mají potenciál podpořit rozvoj či transformaci daných domén a odvětví. Tato témata byla navržena Národními inovačními platformami a Expertní pracovní skupinou pro identifikaci priorit Národní RIS3 strategie v oblasti společenských a humanitních oborů a společenských výzev. (Do této přílohy se též při budoucích aktualizacích promítnou témata identifikovaná v rámci oblasti Národní RIS3 strategie zaměřené na společenské výzvy.)

Na závěr popisu domény specializace jsou navržena některá doporučení pro přípravu a realizaci nástrojů na podporu VaVal, která vyplývají ze závěrů zpracovaných analýz.

<sup>5</sup> Tato oblast je ve studii Re-Finding Industry. Report of the independent High Level Group on industrial technologies. (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Directorate D— Industrial Technologie (2018)) nazývána „Life-Science Technologies“. Pro účely Národní RIS3 strategie je tato oblast nazvána obecně „Biotechnologie“ a zahrnuje průmyslové biotechnologie i technologie z oblasti lékařství a přírodních věd včetně přírodně blízkých řešení (nature-based solutions).

# 1. Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl

Tematická oblast **Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl** (zkráceně Pokročilé stroje a technologie) pokrývá čtyři aplikační odvětví – Strojírenství a mechatronika, Energetika, Hutnictví a Průmyslová chemie. Priorita tak zahrnuje aplikační odvětví, která tvoří tradiční páteř hospodářství ČR a podílí se významnou měrou na tvorbě HDP (Strojírenství a mechatronika), i odvětví, která jsou předpokladem pro zajištění konkurenceschopnosti celé řady dalších odvětví, neboť zde vznikají produkty využívané v těchto odvětvích (Hutnictví a Průmyslová chemie). Energetika je odvětvím, které hraje klíčovou roli v zajištění chodu celého hospodářství.

Z hlediska podnikového VaV je nejvýznamnějším aplikačním odvětvím **Strojírenství a mechatronika**. Výdaje na VaV se v tomto aplikačním odvětví výrazně zvyšují. V odvětví působí vysoký počet podniků a koncentrace výdajů na VaV je nízká. Přibližně polovina výdajů na VaV se v tomto aplikačním odvětví uskuteční v domácích podnicích. Výzkumně aktivní strojírenské podniky působí ve většině regionů ČR. Výdaje na VaV jsou v některých krajích velmi vysoké a tvoří významnou část krajského BERD.

Podniky se zapojují do projektů VaVal podporovaných z veřejných zdrojů a veřejná podpora projektů zaměřených na strojírenství je v současné době velmi vysoká. Projekty podniků jsou zaměřeny do tradičních oblastí strojírenství, jako je výroba obráběcích a textilních strojů a strojírenské nástroje. Další významnou oblastí VaV je výroba zařízení pro energetiku využitelných jak v tepelných a jaderných elektrárnách, tak i alternativních zdrojích energie. VaV se zaměřuje na pokročilé materiály a pokročilé výrobní technologie, jako je 3D tisk.

Podnikové výdaje na VaV jsou vysoké také v aplikačním odvětví **Průmyslová chemie**. I v tomto odvětví působí značný počet výzkumně aktivních podniků a zhruba polovina výdajů na VaV je uskutečněna v domácích podnicích. Výzkumně aktivní podniky působí sice ve všech krajích ČR, avšak ve výdajích na VaV jsou mezi kraji značné disparity. Vysoké podnikové výdaje na VaV jsou zejména ve Zlínském a Pardubickém kraji.

Veřejná podpora získávaná podniky v projektech VaVal sice není tak vysoká jako ve Strojírenství a mechatronice, významnou část však získávají MSP. VaV projekty jsou zaměřeny na poměrně širokou oblast materiálů, včetně pokročilých materiálů (zejména kompozitních materiálů a vláken). Významnou oblastí VaV je také problematika odpadů a proces čištění odpadních vod. VaV se věnuje i materiálům pro perspektivní výrobní technologie, jako je například 3D tisk, i speciálním materiálům pro konkrétní využití, jako jsou izolace. Podniky tyto projekty většinou řeší ve spolupráci s VO.

Výdaje na VaV podniků v aplikačním odvětví **Energetika** nejsou vysoké. VaV zaměřený na problematiku energetiky však realizují některé subjekty, které uvádějí jako odvětví své působnosti výzkum a vývoj (například Centrum jaderného výzkumu v Řeži).<sup>6</sup> VaV je v převážné míře realizován ve velkých domácích podnicích. VaV s výsledky využitelnými v energetice realizují také některé podniky působící v aplikačních odvětvích Strojírenství a mechatronika a Elektronika a elektrotechnika v digitálním věku (což souvisí i s multioborovým charakterem VaV v oblasti energetiky).

Veřejná podpora VaV v projektech VaVal je ve srovnání s předcházejícími odvětvími poměrně nízká. VaV projekty podniků působících v aplikačním odvětví Energetika jsou zaměřeny na oblast jaderných i nejaderných energetických zdrojů, jako je VaV pokročilých jaderných reaktorů, spalovacích procesů, spalín a kouřovodů. VaV se věnuje i oblastem, jako jsou chytrá energie, zpracování biomasy, membrány, plasmové spalování, využití vodíku jako nosiče energie, nabíjecí stanice apod. Podniky působící ve strojírenství se mj. zabývají i VaV zařízení pro energetiku, jako jsou turbíny, tepelné výměníky či zařízení pro jaderné reaktory.

Energetiku je však potřebné chápat nad rámec výše uvedeného jako průřezové téma, které se skládá z vrstvy jednotlivých zařízení a technologických částí a z vrstvy propojeného energetického systému. Energetika projde v dalších letech fundamentální transformací a bude se rozvíjet ve vazbě na základní trendy, mezi které patří dekarbonizace, decentralizace, vyšší míra elektrifikace a digitalizace. Mezi další fenomény bude patřit propojování elektroenergetiky a plynárenství a propojování energetiky s dalšími obory a odvětvími (chemie, doprava, zemědělství a management krajiny). Energetika má tak silné provazby na další Národní inovační platformy - Digitální technologie a elektrotechnika, Doprava pro 21. století a Zelené technologie, bioekonomika a udržitelné potravinové zdroje (viz též popis domény specializace v hlavním dokumentu Národní RIS3 strategie).

---

<sup>6</sup> Výdaje na VaV mohou být do v tomto sektoru určité míry zavádějící, neboť jsou zahrnuty výdaje podniků, které jsou převažující ekonomickou činností zařazeny do sektoru energetiky. Proto jsou zmíněny i subjekty, které uvádějí jako odvětví své působnosti výzkum a vývoj. Výdaje na VaV v oblasti energetiky však mohou realizovat i subjekty v jiných odvětvích.

Také v aplikačním odvětví **Hutnictví** nejsou podnikové výdaje na VaV vysoké. Jedná se však o odvětví, které úzce souvisí s aplikačním odvětvím Strojírnoství a mechatronika a které je i do značné míry součástí „dodavatelského“ řetězce pro strojírenskou výrobu. VaV zaměřený na metalurgii může být proto realizován i v některých podnicích působících v strojírenství.

Veřejná podpora, kterou získávají podniky působící v hutnictví, je poměrně nízká. VaV v projektech podniků je zaměřen na problematiku ocelí a slitin, procesů v hutnické a slévárenské výrobě a na vlastnosti produktů. VaV se také zaměřuje na úpravy materiálů a výrobu konkrétních produktů (například válcované produkty, potrubí).

**Tabulka 2. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl**

Indikátor	Pokročilé stroje a technologie	Strojírnoství a mechatronika	Energetika	Hutnictví	Průmyslová chemie
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	8 422,8	6 153,3	57,7	195,4	2 016,4
Změna výdajů na VaV	17%	21%	-17%	-33%	15%
<i>Hl. m. Praha</i>	236,2	164,0	25,9	0,6	45,7
<i>Středočeský</i>	926,3	636,2	2,4	7,7	280,0
<i>Jihočeský</i>	319,6	241,0	0,0	29,2	49,3
<i>Plzeňský</i>	681,6	588,3	2,4	4,9	86,0
<i>Karlovarský</i>	156,8	123,0	0,0	0,0	33,8
<i>Ústecký</i>	235,5	117,4	6,6	10,2	101,3
<i>Liberecký</i>	566,5	479,4	2,1	0,0	85,0
<i>Královéhradecký</i>	500,4	375,9	0,0	3,6	120,9
<i>Pardubický</i>	982,2	651,2	4,6	16,0	310,3
<i>Vysočina</i>	565,6	543,6	0,4	14,3	7,4
<i>Jihomoravský</i>	1 039,8	828,3	9,3	17,0	185,2
<i>Olomoucký</i>	501,2	402,4	0,5	0,5	97,7
<i>Moravskoslezský</i>	582,0	428,1	2,9	81,1	69,9
<i>Zlínský</i>	1 129,2	574,4	0,6	10,3	544,0
HHI	73	106	1 662	814	284
Podíl domácích podniků	53%	53%	82%	67%	51%
Podíl MSP	58%	67%	14%	17%	35%
Veřejná podpora	3 078	2 254	65	100	659
Počet vědeckých publikací	13 357	7 240	149	536	5 432
Oborově normalizovaná citovanost	0,98	1,05	0,84	0,81	0,92
Počet patentových přihlášek	1 248	772	1	53	423
Vývoj patentové aktivity	7,6%	7,8%	-52,4%	39,9%	4,5%

**Poznámky:**

- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikáční aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017

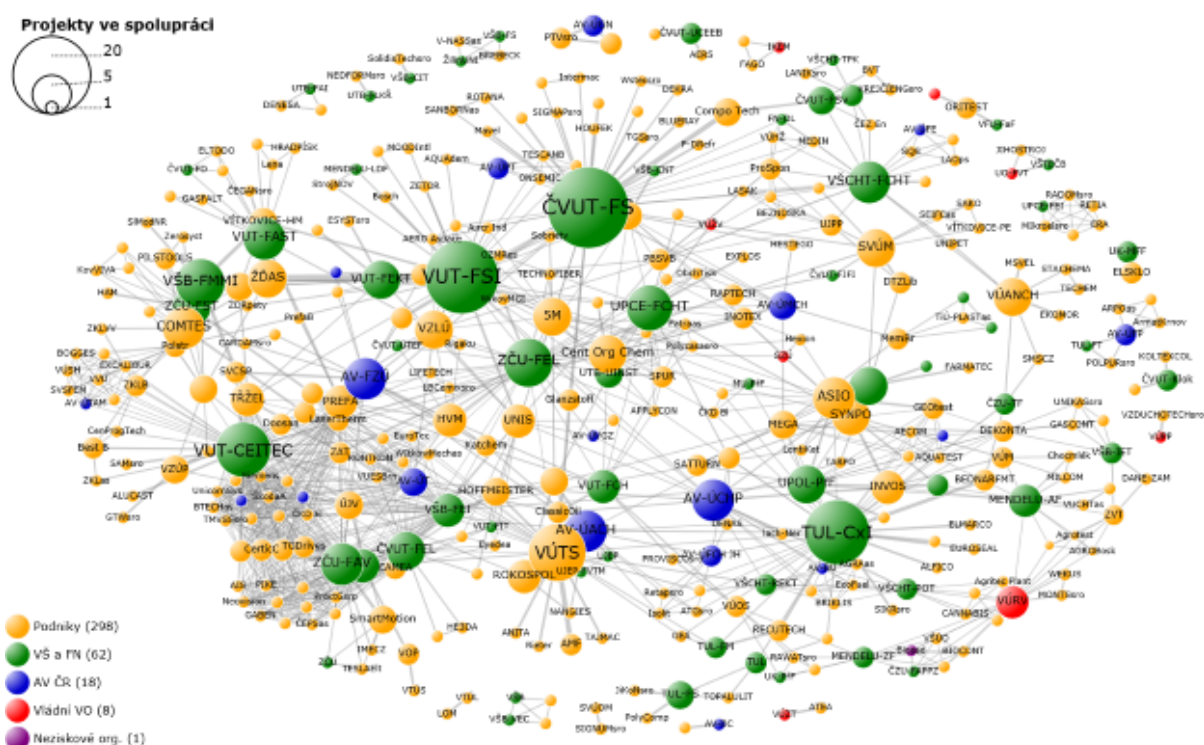
V tematické oblasti existuje široká znalostní základna opírající se o silný VaV ve fyzikálních, chemických, materiálových a počítačových vědách, o čemž svědčí vysoký počet vědeckých publikací. V posledních letech se také intenzivně rozvíjí VaV nanomateriálů a nanotechnologií. Výzkumná pracoviště (z vládního, veřejného a podnikatelského sektoru) realizující takto zaměřený VaV působí ve většině krajů ČR. V ČR je v souladu se standardní klasifikací sektorů Akademie věd ČR pro analytické účely zařazena mezi výzkumné organizace vládního sektoru.

V uplynulém období byla s využitím prostředků fondů EU vybudována výzkumná centra disponující odbornostmi a výzkumnou infrastrukturou umožňující realizovat jak základní, tak i aplikovaný VaV s výsledky využitelnými

v podnicích působících v tomto klíčovém aplikačním odvětví. O potenciálu VO v oblasti aplikovaného VaV svědčí i vysoký počet patentových přihlášek podávaných těmito institucemi, které jsou zaměřeny na problematiku strojírenství, chemické výroby i další relevantních technologických oblastí.

Většina podniků má zkušenosti s VaV řešeným ve spolupráci s VO z veřejného sektoru. Některé významné (zejména technicky zaměřené) VŠ a některé výzkumné ústavy mají poměrně rozvinutou spolupráci s řadou podniků (viz obr. 2). V tematické oblasti jsou tak vytvořeny podmínky pro realizaci projektů pokrývajících celý inovační cyklus i pro rozsáhlejší projekty pokrývající více aplikačních odvětví a více KETs. S ohledem na multidisciplinární charakter takto zaměřených projektů bude přínosné do realizace těchto rozsáhlejších projektů zapojit centra vybudovaná z prostředků fondů EU, která zpravidla realizují základní i aplikovaný VaV z více technologických oblastí.

Obrázek 2. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Tabulka 3. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 1 - Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl	
<b>Strojírenství a mechatronika</b>	NACE 257 - Výroba nožířských výrobků, nástrojů a železářských výrobků NACE 281 - Výroba strojů a zařízení pro všeobecné účely NACE 282 - Výroba ostatních strojů a zařízení pro všeobecné účely NACE 284 - Výroba kovoobráběcích a ostatních obráběcích strojů NACE 289 - Výroba ostatních strojů pro speciální účely NACE 332 - Instalace průmyslových strojů a zařízení NACE 331 - Opravy kovodělných výrobků, strojů a zařízení
<b>Energetika</b>	NACE 353 - Výroba a rozvod tepla a klimatizovaného vzduchu, výroba ledu
<b>Hutnictví</b>	NACE 240 - Výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárnictví NACE 241 - Výroba surového železa, oceli a ferostlin, plochých výrobků (kromě pásky za studena), tváření výrobků za tepla NACE 255 - Kování, lisování, ražení, válcování a protlačování kovů; prášková metalurgie



	NACE 256 – Povrchová úprava a zušlechťování kovů; obrábění
<b>Průmyslová chemie</b>	NACE 201- Výroba základních chemických látek, hnojiv a dusíkatých sloučenin, plastů a syntetického kaučuku v primárních formách NACE 205 - Výroba ostatních chemických výrobků NACE 222 - Výroba plastových výrobků

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace.<sup>7</sup> Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.*

## Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v aplikačních odvětvích této tematické oblasti ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Zvyšující se nároky na přesnost výroby, jakost, výrobní výkon, produktivitu, spolehlivost apod.;
- Zvyšující se mezinárodní konkurence, tlak na snižování nákladů, rizika přesunu výroby mimo ČR;
- Rozvoj a implementace digitálních technologií, automatizace výrobních procesů a nahrazování lidské práce (Průmysl 4.0);
- Snižování materiálové a energetické náročnosti, širší využívání odpadních surovin a recyklace, ekologizace výroby;
- Zajištění bezpečného chodu hodnotových řetězců neustálým vyhledáváním zdrojů kritických surovin (Critical Raw Materials) na území ČR a ve třetích zemích;
- Klimatická změna, tlak na snižování negativních dopadů na životní prostředí; dekarbonizace průmyslu, dopravy a energetiky
- Rostoucí tlak na využívání obnovitelných zdrojů energie, decentralizace, energetické sítě, ukládání energie, energetické úspory.<sup>8</sup>

Tematická oblast Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl je rozdělena na dvě domény specializace:

- Pokročilé materiály, technologie a systémy a
- Digitalizace a automatizace výrobních technologií.

VaV podporovaný v těchto doménách reaguje na uvedené hybné síly, které budou do značné míry ovlivňovat vývoj v této technologické oblasti a které budou zároveň významným faktorem pro udržení mezinárodní konkurenceschopnosti podniků působících v těchto odvětvích. Vzhledem k tomu, že VaV v této aplikační prioritě má multidisciplinární charakter, mezi oběma doménami neexistuje ostrá hranice a lze očekávat, že VaV podpořený v jedné doméně bude zároveň zahrnovat výzkumná témata z druhé domény. Blíže jsou obě domény popsány v následujících kapitolách.

### 1.1 Pokročilé materiály, technologie a systémy

Doména **Pokročilé materiály, technologie a systémy** je zaměřena na VaV pokročilých výrobních technologií, pokročilých materiálů a průmyslových biotechnologií a jejich využití ve strojírenství, energetice, hutnictví a průmyslové chemii. VaV bude směřovat zejména ke zvýšení efektivity strojírenské výroby a konkurenceschopnosti podniků působících v aplikačních odvětvích této tematické oblasti i snížení materiálové náročnosti výroby a jejich negativních dopadů na životní prostředí.

Doména klade důraz na využívání výsledků VaV v Pokročilých výrobních technologiích, a to zejména výsledků VaV realizovaného ve spolupráci VO a podniků. Potenciál pro využití je především ve strojírenství (viz tab. 3), kde

<sup>7</sup><https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

<sup>8</sup> ČR samozřejmě musí vnímat a reagovat na mezinárodní, respektive evropský kontext. Priority specializace, respektive hlavní výzkumné směry reflektující klimaticko-energetickou politiku EU jsou formulovány na úrovni Evropského strategického plánu pro energetické technologie (tzv. SET plán).

se výsledky VaV mohou uplatnit v pokročilých technologiích, jako je 3D tisk, pokročilých strojích (zejména v obráběcích a textilních strojích, které tvoří tradiční segment strojírenské výroby) i v dalších výrobních procesech a postupech využívaných v tomto odvětví.

Pokročilé výrobní technologie se uplatní i v chemické výrobě (například při výrobě kompozitních materiálů) i při biotechnologických procesech a zařízeních pro čištění odpadních vod. Pokročilé výrobní technologie se uplatňují i v energetice v zařízeních pro jadernou i nejadernou energetiku a hutnictví (například kontinuální odlévání, tepelné zpracování apod.).

Také výsledky VaV zaměřeného na Pokročilé materiály a nanotechnologie naleznou uplatnění ve všech aplikačních odvětvích této domény (viz tab. 3). Ve strojírenství se jedná zejména o využití pokročilých materiálů v nových nástrojích používaných ve strojírenství (řezání, broušení), povrchovém zpracování a úpravách povrchů. Pokročilé materiály najdou uplatnění i v energetice (například materiály pro membrány, filtry apod.).

V aplikačních odvětvích Průmyslová chemie a Hutnictví je naopak kladen důraz na VaV pokročilých materiálů a technologií jejich výroby. V případě Průmyslové chemie existuje potenciál např. ve výzkumu a vývoji pokročilých polymerů a kompozitů (3D tisk), pokročilých kovových materiálů, materiálů pro konverzi a skladování energií, katalyzátorů, sofistikovaných organických sloučenin, nanomateriálů a průmyslových biotechnologií a pokročilých separačních procesů. V hutnictví je VaV v současné době zaměřen zejména na pokročilé oceli a slitiny se specifickými vlastnostmi.

Výsledky VaV zaměřeného na Biotechnologie, konkrétně pak na průmyslové biotechnologie, se nejvíce uplatní v aplikačním odvětví Průmyslová chemie (viz tab. 4). V současné době se výsledky VaV uplatňují v procesech čištění odpadů a odpadních vod. Uplatnění biomateriálů a biotechnologií je však i ve strojírenství a energetice (například využití biomasy v energetice nebo využití těchto technologií pro snížení negativních dopadů strojírenské výroby na životní prostředí).

Tabulka 4. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Pokročilé stroje a technologie	Strojírénství a mechatronika	Energetika	Hutnictví	Průmyslová chemie
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	375,6	200,8	2,9	26,8	145,1
Počet publikací	1 758,6	965,5	18,8	84,0	690,3
Počet patentových přihlášek podle zaměření	199,1	62,6	1,0	37,6	97,9
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	30,3	15,6	0,6	5,2	8,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	335,2	335,2	0,0	0,0	0,0
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	191,8	177,5	0,0	9,0	5,2
Počet publikací	87,7	66,4	1,0	4,7	15,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	200,5	38,1	0,3	61,0	101,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	33,1	12,7	0,7	6,5	13,2
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 444,4	443,8	0,0	0,0	1 000,6
<b>Biotechnologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	87,4	46,9	0,5	5,4	34,6
Počet publikací	260,3	125,9	3,2	11,2	120,0
Počet patentových přihlášek podle zaměření	49,2	4,1	0,0	0,0	45,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	10,1	3,1	0,9	0,1	5,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	974,9	0,0	0,0	0,0	974,9

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

## Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<p><b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV pokročilých materiálů/nanotechnologií a jejich využití ve strojírenství, energetice, environmentálním inženýrství a dalších odvětvích</li> <li>- VaV pokročilých materiálů pro speciální účely (jaderná energetika, vysoké teploty, speciální prostředí apod.)</li> <li>- VaV nástrojů a technologií využívajících pokročilé materiály (povrchové úpravy, řezání, broušení, svařování, mikroobrábění apod.)</li> <li>- VaV nanomateriálů a jejich využití ve strojírenství, průmyslové chemii a dalších odvětvích (membrány, filtry apod.)</li> <li>- Materiály a technologie pro detekci ionizujícího záření</li> </ul>
<p><b>Pokročilé výrobní technologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV zaměřený na výrobu pokročilých kovových a nekovových materiálů (hutnictví a metalurgie, chemická výroba apod.)</li> <li>- VaV nových pokročilých materiálů a zařízení a technologií pro jejich výrobu</li> <li>- VaV pokročilých výrobních technologií pro strojírenství, energetiku, hutnictví a chemickou výrobu</li> <li>- VaV pokročilých výrobních technologií pro další odvětví – plasmové technologie, 3D tisk, apod.</li> <li>- Modelování (virtuální)</li> </ul>
<p><b>Biotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV pokročilých výrobních zařízení využitelných v biotechnologiích (bioreaktory, zplynování, fermentace, plasmové technologie, membránové separace apod.)</li> <li>- VaV průmyslových biotechnologií a jejich využití ve strojírenství, energetice, hutnictví a chemické výrobě;</li> <li>- VaV biomateriálů a jejich využití</li> <li>- VaV zaměřený na oblast bioniky a biomimetiky</li> </ul>

## VaVal témata v aplikačních odvětvích z analýz

<p><b>Strojírenství a mechatronika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obráběcí stroje</li> <li>- textilní stroje</li> <li>- strojírenské nástroje (řezné nástroje)</li> <li>- pokročilé materiály pro strojírenství, povrchové úpravy</li> <li>- pokročilá výrobní zařízení (3D tisk)</li> <li>- zařízení a prvky pro energetiku (turbíny, výměníky tepla, jaderné reaktory a další zařízení a komponenty pro jadernou i nejadernou energetiku, elektrolyzéry a palivové články)</li> <li>- zařízení pro snížení negativních dopadů na životní prostředí (popílek, odpadní teplo, odpadní voda apod.)</li> </ul>
<p><b>Energetika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nejaderná energetika - spalovací procesy, spaliny, kouřovody a další zařízení pro energetiku</li> <li>- jaderná energetika - pokročilé jaderné reaktory, jaderné elektrárny, včetně VaV fúzních termojaderných reaktorů a navázaných pokročilých technologií; bezpečný, dlouhodobý a spolehlivý provoz jaderné energetiky</li> <li>- obnovitelné/netradiční zdroje energie - chytrá energie, zpracování biomasy, membrány, plasmové spalování, nabíjecí stanice, elektrolyzéry a palivové články apod.</li> </ul>
<p><b>Hutnictví</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV ocelí (nerezové, korozivzdorné oceli atd.)</li> <li>- VaV slitin (slitiny hořčíku, mikroslitiny atd.)</li> <li>- procesy v hutnické a slévárenské výrobě (kontinuální odlévání, tepelné zpracování, chlazení apod.)</li> <li>- úpravy materiálů (odstranění pnutí, ochrana proti korozi, ochrana proti opotřebením)</li> <li>- výroba konkrétních produktů (válcované produkty, potrubí a další).</li> <li>- vlastnosti produktů (mechanické a další)</li> </ul>

### Průmyslová chemie

- pokročilé materiály - kompozitní materiály, vláknové kompozity, viskózní vlákna apod.
- zacházení s odpady, čištění odpadních vod
- materiály pro výrobní technologie a konkrétní využití - 3D tisk, izolační materiály a další

## VaVaI témata v aplikačních odvětvích stanovená Národními inovačními platformami

### Strojírenství a mechatronika

- VaV nových koncepcí a provedení produktů, optimalizace produktů (nové formy a principy produktů a jejich využívání, uplatnění nových materiálů, bionika a bio-inspirované přístupy ve strojírenství apod.)
- VaV nových/progresivních technologií a výrobních postupů, včetně zvyšování přesnosti, jakosti, spolehlivosti, výrobního výkonu a hospodárnosti, snižování negativních dopadů na životní prostředí
- Vývoj nových a inovovaných materiálů a jejich využití v různých odvětvích, zdokonalování známých materiálů a jejich užití
- VaV aditivních technologií a jejich využití v různých odvětvích
- VaV zaměřený na povrchy a povrchové úpravy a jejich využití
- VaV recyklačních technologií a jejich využití

### Energetika

- VaV technologií výroby elektřiny a tepla/chladu z jaderných zdrojů (štěpení, ale i fúze) a z fosilních paliv
- VaV technologií výroby energie (elektrická energie a teplo) z obnovitelných a druhotných zdrojů energie
- VaV zaměřený na energii v dopravě (energetická efektivita dopravních systémů, elektromobilita, palivové články, biopaliva apod.)
- VaV zaměřený na technologie přenosu a distribuce energií
- VaV perspektivních energetických technologií (využití nanomateriálů, akumulace a transformace energie, vodíkové technologie – např. využití vodíku jako nosiče energie)
- VaV zaměřený na úspory energie ve všech sektorech (průmysl, zemědělství, služby, domácnosti)

### Hutnictví

- VaV nových technologií v oblasti hutnictví
- VaV nových sofistikovaných kovů, slitin a dalších výrobků (nové oceli, slitiny a kompozity, supravodiče, kovové konstrukce a technologické celky, biokompatibilní kovové materiály apod.)
- VaV nových a pokročilých technologiích směřující ke snižování energetické náročnosti hutnické výroby
- VaV zaměřený na moderní metody řízení výroby (vazba na doménu Digitalizace a automatizace výrobních technologií)

### Průmyslová chemie

- VaV nových a inovativních výrobních technologií pro chemický průmysl, včetně snižování jejich negativních vlivů na životní prostředí a snižování jejich energetické náročnosti, například syntetická paliva pro dekarbonizaci dopravy.
- VaV pokročilých materiálů (moderní plasty, biomateriály a biodegradovatelné materiály, moderní katalyzátory, nanomateriály, nanotechnologie, speciální vlákna, technické textilie apod.)
- VaV nových a sofistikovaných organických sloučenin pro různé aplikace
- VaV průmyslových biotechnologií (katalyzátory, bioreaktory, biopaliva apod.)

## Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Bezpečnostní výzkum v oblasti energetiky, energetické odolnosti státu a společnosti
- Právní, etické a sociální aspekty využití nanotechnologií a nanomateriálů
- Vliv a dopad technologických inovací na společnost a jedince

## Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal v této doméně specializace:

- Ve Strojírenství a mechatronice využít existence značného počtu domácích podniků, včetně MSP, s vlastními VaV aktivitami, stimulovat další rozvoj realizovaného VaV, zejména náročného VaV směřujícího k disruptivním inovacím (pokrytí celého inovačního cyklu, včetně spolupráce s VO);
- V aplikačních odvětvích s nízkými podnikovými výdaji na VaV a omezeným počtem podniků realizujících VaV (Hutnictví a Energetika) stimulovat podniky k zahájení vlastních VaV aktivit a/nebo spolupráci s VO;
- Podniky působící v aplikačním odvětví Průmyslové biotechnologie stimulovat ke spolupráci s VO z veřejného sektoru (zejména s VŠ a veřejnými výzkumnými institucemi, kde je silný VaV v této technologické oblasti);
- V relevantních nástrojích na podporu VaVal vyžadovat pokrytí všech fází VaV od vývoje materiálů, technologických postupů a procesů (náročnější VaV ve spolupráci podniků s VO, zejména s VŠ) až po jejich využití ve výrobě;
- Do projektů VaVal zapojovat výzkumná centra a výzkumnou infrastrukturu vybudovanou z prostředků fondů EU, zejména do projektů pokrývajících celý inovační cyklus s potenciálem pro disruptivní inovace;
- Při přípravě nástrojů na podporu VaV na krajské úrovni respektovat regionální odvětvovou strukturu podnikového VaV.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou (zejména klimatická změna a „Green Deal“).

## 1.2 Digitalizace a automatizace výrobních technologií

Doména **Digitalizace a automatizace výrobních technologií** je zaměřena na VaV v perspektivní a intenzivně se rozvíjející oblasti mikroelektroniky, optiky a optoelektroniky, digitálních technologií a umělé inteligence a jejich uplatnění ve strojírenství, energetice a průmyslové chemii. Dále je zahrnuta oblast kybernetické bezpečnosti, která nabývá na významu v souvislosti se zvyšujícími se hrozbami v oblasti bezpečnosti a vyšším a více integrovaným zařazením těchto technologií do výrobních procesů.

V doméně je kladen důraz na spolupráci podniků s VO a využívání výsledků VaV realizovaného ve veřejném výzkumu, neboť značný počet podniků působících v aplikačních odvětvích nedisponuje odbornostmi a zkušenostmi s VaV zaměřeným na tyto progresivní technologie. Výsledky VaV ve fotonice a mikro-/nanoelektronice se uplatní ve všech aplikačních odvětvích, neboť elektronické a optoelektronické systémy jsou součástí všech moderních výrobních technologií (viz tab. 5).

Potenciál je zejména ve strojírenství, kde se výsledky VaV uplatní v pokročilých strojích, včetně tradičního a silného segmentu obráběcích a textilních strojů. Uplatnění senzorů a elektronických systémů je i ve strojírenských technologiích (řezání, broušení, svařování). Výsledky VaV ve fotonice a mikro-/nanoelektronice se uplatňují i v aplikačním odvětví Energetika, a to jak v zařízeních pro výrobu energie, tak i v distribučních systémech. Uplatnění výsledků VaV je v Průmyslové chemii (elektronické řídicí systémy, senzory apod.).

Tabulka 5. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Pokročilé stroje a technologie	Strojírrenství a mechatronika	Energetika	Hutnictví	Průmyslová chemie
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	126,9	58,8	2,1	2,1	64,0
Počet publikací	588,3	384,0	4,4	9,0	190,9
Počet patentových přihlášek podle zaměření	14,7	8,9	0,1	0,6	5,1
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	47,9	45,5	0,2	0,6	1,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	401,6	401,6	0,0	0,0	0,0
<b>Umělá inteligence</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	56,7	54,5	1,9	0,4	0,0
Počet publikací	103,7	79,7	1,5	3,7	18,8
Počet patentových přihlášek podle zaměření	19,2	18,5	0,0	0,0	0,8
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	3,3	2,7	0,4	0,0	0,2
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	232,6	114,6	0,0	0,0	117,9
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	32,3	14,0	1,9	0,0	16,3
Počet publikací	40,2	33,7	0,8	0,3	5,5
Počet patentových přihlášek podle zaměření	10,8	10,8	0,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	5,7	4,6	0,1	0,6	0,4
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	693,1	693,1	0,0	0,0	0,0

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

Uplatnění výsledků VaV zaměřeného na Umělou inteligenci a Digitální bezpečnost a propojenost se v poslední době stále zvyšuje, což souvisí s dynamickým rozvojem této progresivní technologické oblasti. Potenciál pro uplatnění výsledků VaV je v aplikačním odvětví Strojírrenství a mechatronika (viz tab. 5), kde jsou tyto technologie významným předpokladem pro posílení mezinárodní konkurenceschopnosti podniků (robotizace a automatizace výroby).

V oblasti Energetiky je největší potenciál pro uplatnění výsledků VaV v oblasti chytrých sítí a sídel (Smart Grids, Smart Cities), kde tyto progresivní technologie přispějí ke zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti dodávek energií. Vzhledem k tomu, že v ČR je v řadě odvětví, včetně strojírrenství, stále relativně nižší produktivita práce, lze nasazení těchto progresivních technologií do výrobních procesů považovat za významnou příležitost pro restrukturalizaci hospodářství ČR, a to zejména v odvětvích, která se výrazně podílejí na tvorbě HDP.

**Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích**

<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Měřicí technika a charakterizace</li> <li>- Elektronické prvky, systémy a zařízení</li> <li>- Optické zdroje a senzory elektrických a neelektrických veličin</li> <li>- Vlákenná optika</li> </ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitalizace a robotizace technologií</li> <li>- VaV technologií pro Průmysl 4.0</li> <li>- Adaptivní výrobní linky</li> <li>- Autonomní řízení výrobních procesů</li> <li>- Diagnostika/supervize technologických procesů</li> <li>- Robotizace a umělá inteligence pro hodnocení radioaktivity</li> </ul>

- Umělá inteligence v detekčních a dekontaminačních systémech
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
- Komunikace
- Ochrana kritických a rizikových produkčních infrastruktur
- Konektivita pro Průmysl 4.0

### VaVal témata v aplikačních odvětvích z analýz

<b>Strojírenství a mechatronika</b>
- obráběcí stroje
- textilní stroje
- strojírenské nástroje (řezné nástroje)
- pokročilé materiály pro strojírenství, povrchové úpravy
- pokročilá výrobní zařízení (3D tisk)
- zařízení a prvky pro energetiku (turbíny, výměníky tepla, jaderné reaktory a další zařízení a komponenty pro jadernou i nejadernou energetiku, elektrolyzéry a palivové články)
- zařízení pro snížení negativních dopadů na životní prostředí (popílek, odpadní teplo, odpadní voda apod.)
<b>Energetika</b>
- nejaderná energetika - spalovací procesy, spaliny, kouřovody a další zařízení pro energetiku
- jaderná energetika - pokročilé jaderné reaktory, jaderné elektrárny
- obnovitelné/netradiční zdroje energie - chytrá energie, zpracování biomasy, membrány, plasmové spalování, nabíjecí stanice, elektrolyzéry a palivové články apod.
<b>Průmyslová chemie</b>
- pokročilé materiály - kompozitní materiály, vláknové kompozity, viskózní vlákna apod.
- zacházení s odpady, čištění odpadních vod
- materiály pro výrobní technologie a konkrétní využití - 3D tisk, izolační materiály a další

### VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Národními inovačními platformami

<b>Strojírenství a mechatronika</b>
- VaV senzorů, měřicích systémů a technik využitelných ve strojírenství
- VaV zaměřený na řídicí systémy, vývoj softwarového vybavení pro strojírenskou výrobu
- VaV zaměřený na pokročilou robotiku a technologie využívající umělou inteligenci a jejich nasazení ve strojírenství (agentní systémy, self-learnig systémy, interakce člověk-stroj apod.)
- VaV matematických modelů, optimalizační úlohy
- VaV virtualizace produktů (modely, kyberfyzikální podoby produktů apod.)
<b>Energetika</b>
- VaV zaměřený na uplatnění ICT (digitalizace, big data, umělá inteligence, internet věcí, blockchain apod.)
- VaV zaměřený na uplatnění digitalizace a automatizace při výrobě energie, při přenosu a distribuci energie a akumulaci energie
- VaV zaměřený na dosažení energetických úspor, včetně oblasti Smart Cities
- VaV zaměřený na dosažení účinnějšího využití energií v dopravě (elektromobilita, řídicí systémy, akumulace energie, palivové články apod.)
<b>Hutnictví</b>
- VaV zaměřený na řízení výroby
- VaV umělé inteligence a pokročilých systémů v hutnictví
- VaV senzorů pro hutnictví
<b>Průmyslová chemie</b>
- VaV inovativních způsobů výroby vodíku s využitím obnovitelných a udržitelných zdrojů energie (fotovoltaika, jaderná energetika)

- VaV pokročilých kovových materiálů a technologií získávání alkalických a vzácných kovů
- VaV materiálů pro konverzi a skladování energií, CCU
- VaV účinnějších separačních procesů (např. destilace, membránové separace)
- VaV směřující k potlačení používání potenciálně nebezpečných chemických látek (SVHC) a jejich náhradě
- VaV sofistikovaných organických sloučenin pro mikroelektroniku
- VaV zaměřený na počítačovou bezpečnost v souvislosti s digitalizací a automatizací výroby
- VaV pro průmysl 4.0

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Dopady digitalizace a automatizace na trh práce, člověka a společnost (výzkum etických, psychologických, ekonomických či sociálních aspektů digitalizace a automatizace a dopadů na systém vzdělávání či sociální systém)
- Komunikace s roboty a automatizovanými systémy ve výrobním prostředí, spolupráce mezi lidmi a inteligentními stroji
- Vliv digitalizace na mezilidskou komunikaci, lidské dimenze nových technologií a hledání vhodných rozhraní (interface), jež umožní optimální využívání lidmi
- Dopady digitalizace výrobních technologií na organizaci práce a management

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal v této doméně specializace:

- Ve Strojírenství a mechatronice využít existence značného počtu domácích podniků, včetně MSP, s vlastními VaV aktivitami, stimulovat další rozvoj VaV, zejména náročného VaV realizovaného ve spolupráci s VO a směřujícího k disruptivním inovacím využívajícím perspektivní digitální technologie a umělou inteligenci;
- Využít rozvoje VaV ve veřejném sektoru v oblasti umělé inteligence a kybernetiky a dále posilovat VaV ve VO směřující k rozvoji schopností umělé inteligence a jejího využití ve strojírenské výrobě, energetice a dalších odvětvích;
- Využít stávající výzkumná centra vybudovaná z prostředků fondů EU zaměřená na problematiku digitálních technologií a umělé inteligence i další VO se zkušenostmi s takto zaměřeným VaV pro realizaci náročnějších projektů VaV, zejména ve spolupráci s domácími podniky, které budou výsledky VaV využívat;
- Vzhledem k tomu, že většina patentových přihlášek zaměřených na umělou inteligenci a kybernetiku, na jejichž vzniku se podíleli pracovníci z ČR, je přihlašována zahraničními podniky, a znalosti tak zatím do značné míry unikají do zahraničí, posilovat vznik start-upů založených na výsledcích VaV (zejména z VO) a vytvářet podmínky pro jejich další rozvoj v ČR;
- Využít rozvinutých mezinárodních vazeb domácích výzkumných týmů působících zejména v oblasti umělé inteligence a stimulovat jejich další zapojení do mezinárodního VaV, zejména do významných iniciativ a nástrojů realizovaných na úrovni EU (mj. i ve vazbě na globální výzvy evropské společnosti v oblasti bezpečnosti).

Při přípravě nástrojů na podporu VaVal je nezbytné zohlednit cíle a priority Národní strategie umělé inteligence v ČR a dalších relevantních strategicko-koncepčních dokumentů (zejména Průmysl 4.0). Tato oblast představuje i významnou příležitost pro posílení mezinárodní konkurenceschopnosti podniků i restrukturalizaci tohoto tradičního sektoru hospodářství v souvislosti s dopady pandemie Covid-19 a Zelené dohody (European Green Deal) na ekonomiku ČR.



## 2. Digital market technologies a elektrotechnika

Tematická oblast **Digital market technologies a elektrotechnika** (zkráceně Digitální technologie a elektrotechnika) zahrnuje dvě aplikační odvětví – Elektronika a elektrotechnika v digitálním věku (zkráceně Elektronika a elektrotechnika) a Digitální ekonomika a digitální obsah (Digitální ekonomika). Tato odvětví se v současné době dynamicky rozvíjejí a v budoucnosti budou hrát významnou roli v zajištění mezinárodní konkurenceschopnosti podniků působících v řadě odvětví hospodářství ČR.

Podnikové výdaje na VaV jsou v obou aplikačních odvětvích velmi vysoké. Obě aplikační odvětví zároveň patří mezi nejdynamičtější se rozvíjející odvětví v ČR. V aplikačním odvětví Elektronika a elektrotechnika působí vysoký počet výzkumně aktivních podniků. Ve VaV dominují podniky pod zahraniční kontrolou, které realizují téměř 80 % výdajů na VaV v tomto odvětví (viz tab. 6).

Tabulka 6. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Digital market technologies a elektrotechnika

Indikátor	Digitální technologie a elektrotechnika	Elektronika a elektrotechnika a	Digitální ekonomika
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	17 406,1	4 127,5	13 278,6
Změna výdajů na VaV	↑ 102%	↑ 123%	↑ 97%
<i>Hl. m. Praha</i>	6 237,1	530,0	5 707,1
<i>Středočeský</i>	390,8	238,0	152,9
<i>Jihočeský</i>	131,1	38,9	92,3
<i>Plzeňský</i>	605,6	330,6	275,0
<i>Karlovarský</i>	30,1	10,4	19,8
<i>Ústecký</i>	59,8	22,0	37,8
<i>Liberecký</i>	141,0	66,3	74,7
<i>Královéhradecký</i>	648,3	72,7	575,7
<i>Pardubický</i>	606,9	209,6	397,3
<i>Vysočina</i>	356,0	322,8	33,3
<i>Jihomoravský</i>	4 774,6	451,7	4 322,8
<i>Olomoucký</i>	1 125,0	747,3	377,8
<i>Moravskoslezský</i>	1 814,9	915,1	899,9
<i>Zlínský</i>	484,8	172,3	312,5
HHI	224	928	296
Podíl domácích podniků	29%	21%	31%
Podíl MSP	66%	45%	70%
Veřejná podpora	2 807	527	2 279
Počet vědeckých publikací	9 664	1 178	8 486
Oborově normalizovaná citovanost	1,00	1,10	0,99
Počet patentových přihlášek	876	244	632
Vývoj patentové aktivity	↑ 21,8%	↑ 25,4%	↑ 20,4%

### Poznámky:

- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikační aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017

Výzkumně aktivní podniky působí ve většině krajů ČR a jejich výdaje na VaV jsou v krajském srovnání zpravidla vysoké. Podniky v projektech VaVal často spolupracují s VO (zejména VŠ), což společně s vysokou patentovou aktivitou vytváří předpoklady pro využívání výsledků veřejného VaV v podnikových inovacích.

Výzkumné projekty podniků působících v aplikačním odvětví Elektronika a elektrotechnika v digitálním věku jsou zaměřeny do několika oblastí – VaV světelných zdrojů (zejména LED zdroje, optická vlákna), VaV zaměřený na ukládání a distribuci elektrické energie (baterie, nabíjecí stanice, distribuční sítě, spotřeba energie apod.) a VaV zaměřený na oblast elektronických systémů, motorů (včetně spalovacích) a elektrických dopravních prostředků. VaV se zaměřuje i na přípravu materiálů pro elektronické součástky (monokrystaly).

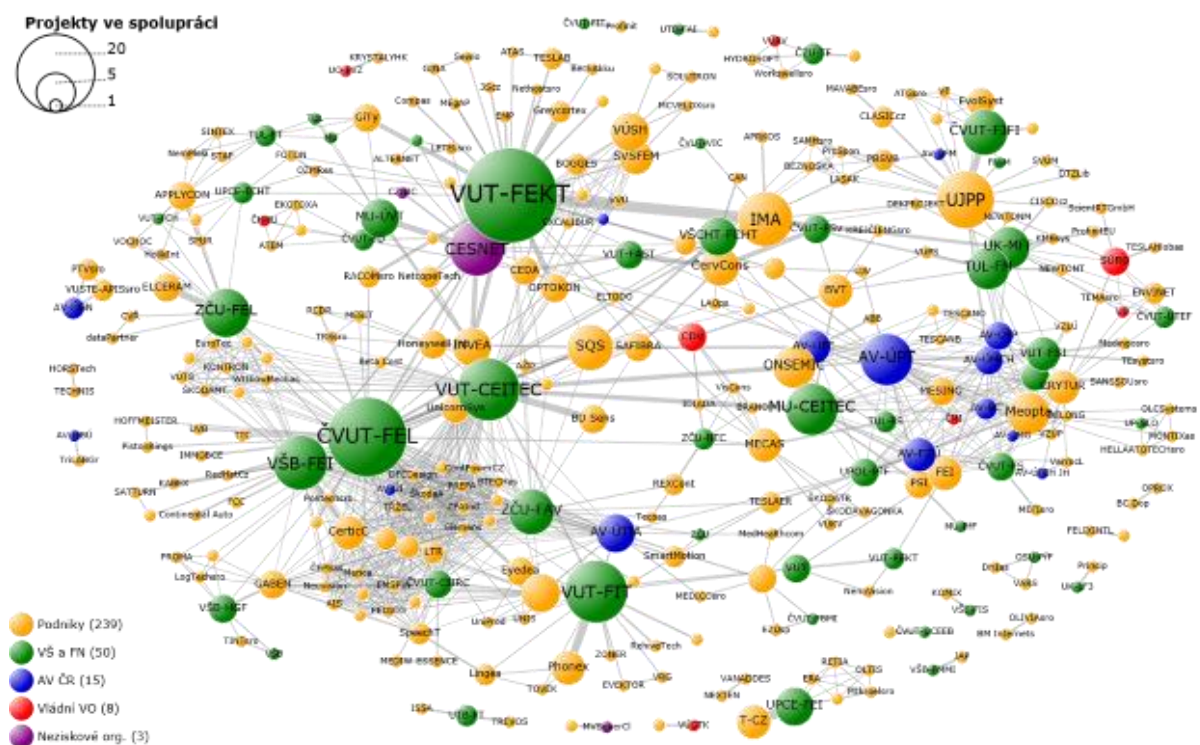
Digitální ekonomika je aplikačním odvětvím s nejvyššími výdaji na VaV v podnikatelském sektoru a největším nárůstem výdajů na VaV. Počet výzkumně aktivních podniků je vysoký, podniky působí ve většině krajů ČR. I v tomto odvětví se však na výdajích na VaV významně podílejí velké podniky pod zahraniční kontrolou. Veřejná podpora, kterou získávají podniky působící v tomto aplikačním odvětví v projektech VaV je poměrně vysoká a postupně se zvyšuje. Také patentová aktivita je poměrně vysoká (viz tab. 5). Na počtu patentových přihlášek se významnou měrou podílejí VO, což svědčí o potenciálu těchto institucí v oblasti aplikovaného VaV s výsledky využitelnými v inovacích.

VaV projekty jsou zaměřeny na problematiku umělé inteligence a jejího využití (analýza obrazu, strojové učení, velká data a data mining, kyberfyzikální systémy apod.). Další oblastí zaměření VaV jsou komunikační technologie (vláknová optika, bezdrátová komunikace atd.), internet a jeho využití (zejména IoT) apod. VaV je také zaměřen na využití digitálních technologií, například v dopravní informatice, energetice, zpracování signálu, počítačovém modelování apod.

Vzhledem k tomu, že elektroniku a digitální technologie nelze striktně oddělit, je v této tematické oblasti navržena jedna doména specializace – Elektronika a digitální technologie. Pro tuto doménu existuje ve veřejném výzkumu (zejména v technicky zaměřených VŠ) silná znalostní základna v oblasti počítačových věd, kybernetiky, informatiky i matematiky a fyzikálních věd. V ČR také působí výzkumná centra vybudovaná z prostředků fondů EU realizující VaV v oblasti materiálových věd, elektrotechniky a elektroniky, digitálních technologií, ICT a umělé inteligence, která disponují kvalitní výzkumnou infrastrukturou a odbornými kapacitami.

Pro výsledky VaV vzniklé ve veřejném sektoru existuje dostatečná absorpční kapacita ve výzkumně aktivních podnicích působících v obou aplikačních odvětvích. Podniky ve VaV projektech často spolupracují s VO, zejména s VŠ (viz obr. 3). V této oblasti jsou proto i vhodné podmínky pro realizaci projektů pokrývajících všechny fáze inovačního procesu od základního výzkumu až po implementaci výsledků VaV do nových technologií a produktů.

Obrázek 3. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Tabulka 7. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 2 - Digital market technologies a elektrotechnika	
<b>Elektronika a elektrotechnika v digitálním věku</b>	<p>NACE 261 - Výroba elektronických součástek a desek</p> <p>NACE 264 - Výroba spotřební elektroniky</p> <p>NACE 265 - Výroba měřicích, zkušebních a navigačních přístrojů; výroba časoměrných přístrojů</p> <p>NACE 271 - Výroba elektrických motorů, generátorů, transformátorů a elektrických rozvodných a kontrolních zařízení</p> <p>NACE 279 - Výroba ostatních elektrických zařízení</p> <p>NACE 432 - Elektroinstalační, instalatérské a ostatní stavebně instalační práce</p>
<b>Digitální ekonomika a digitální obsah</b>	<p>NACE 263 - Výroba komunikačních zařízení</p> <p>NACE 582 - Vydávání softwaru</p> <p>NACE 612 - Činnosti související s bezdrátovou telekomunikační sítí</p> <p>NACE 620 - Činnosti v oblasti informačních technologií</p> <p>NACE 631 - Činnosti související se zpracováním dat a hostingem; činnosti související s webovými portály</p> <p>NACE 702 - Poradenství v oblasti řízení</p>

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace.<sup>9</sup> Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.*

Pro využívání nových poznatků v inovacích je však poněkud nepříznivé, že na VaV se podílejí zejména velké podniky pod zahraniční kontrolou. S tím souvisí i vysoký podíl patentových přihlášek s původcem z ČR, které jsou přihlašovány těmito podniky (a znalosti tak do značné míry unikají do zahraničí). Tyto skutečnosti je nutné zohlednit při přípravě a realizaci nástrojů na podporu VaV v této tematické oblasti. Vzhledem k tomu, že digitální technologie se uplatňují v celé řadě výrobních zařízení a produktech z jiných aplikačních odvětví, je nezbytné nástroje na podporu VaV v této doméně realizovat v koordinaci s nástroji v jiných tematických oblastech a aplikačních odvětvích.

Blíže jsou doména specializace Elektronika a digitální technologie a její vazby na KETs popsány v následujících kapitolách.

### Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v této tematické oblasti a jejích aplikačních odvětvích ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Zvyšování výkonnosti, rychlosti a spolehlivosti elektronických a optoelektronických komponent;
- Rozšiřující se uplatňování elektronických a optoelektronických prvků a systémů ve všech sektorech hospodářství;
- Rozvoj digitálních technologií, včetně umělé inteligence, a jejich širší uplatnění ve výrobních procesech a technologiích, řízení a dalších oblastech hospodářství (Průmysl 4.0), státní správě (eGovernment) i v produktech využívaných v běžném životě;
- Automatizace výrobních procesů a nahrazování lidské práce (i v souvislosti s očekávanými dopady na ČR);
- Rozvoj informačních a komunikačních technologií a jejich využívání ve výrobních procesech, službách i domácnostech (včetně internetu věcí, IoT);
- Širší uplatňování principů sdílené ekonomiky ve společnosti;
- Zvyšující se hrozby v oblasti kybernetické bezpečnosti;

<sup>9</sup><https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

- Požadavky přírodovědného výzkumu na konstrukci náročných přístrojů, jejichž klíčovou součástí je elektronika, digitální technika nebo optické komponenty;
- Růst podílu výroby vysoce sofistikovaných hi-tech elektronických a optoelektronických přístrojů a přístrojových subsystémů s vysokou mírou přidané hodnoty.

Tematická oblast Digital market technologies a elektrotechnika má jednu doménu specializace – Elektronika a digitální technologie. Blíže je tato doména popsána v následující kapitole.

## 2.1 Elektronika a digitální technologie

V doméně specializace **Elektronika a digitální technologie** existuje významný rozvojový potenciál především ve dvou oblastech VaV. První oblastí je VaV nových a progresivních materiálů a výrobních technologií a jejich využití v elektronice, optoelektronice a elektrotechnice. Dále je to VaV zaměřený na perspektivní a intenzivně se rozvíjející oblast digitálních, informačních a komunikačních technologií a jejich implementaci do výrobních technologií a zařízení pro různá odvětví i do produktů využitelných v domácnostech a životě společnosti.

V první oblasti bude základem VaV zaměřený na Pokročilé materiály a nanotechnologie a Pokročilé výrobní technologie (viz tab. 8), který bude realizován zejména ve spolupráci podniků s VO. Potenciál pro uplatnění výsledků VaV v podnicích působících v obou aplikačních odvětvích je vysoký, o čemž mj. svědčí i intenzivní zapojení podniků do projektů VaV zaměřených na VaV v těchto technologických oblastech. VaV byl v realizovaných projektech zaměřen na materiály pro optiku a optoelektroniku (senzory, zdroje světla, optická vlákna/světlovody apod.), jakož i materiály pro elektroniku a pokročilé kovy (slitiny, kovy se specifickými vlastnostmi atd.).

Výsledky VaV zaměřeného na Pokročilé výrobní technologie se uplatní v zařízeních pro výrobu elektronických a optoelektronických prvků a zařízení v oblasti ICT, a úpravy a zpracování některých prvků (řezání, broušení, povrchová ochrana materiálů apod.), včetně automatických výrobních procesů a využití robotických zařízení. Další oblastí uplatnění jsou měřicí technologie, kontrola a metrologie.

V případě VaV zaměřeného na Biotechnologie se projekty zabývají spíše využitím elektroniky a optiky, resp. optických metod, v biotechnologiích a přírodních vědách (zejména optická a elektronová mikroskopie, zařízení pro analýzu a diagnostiku, monitorování apod.). Uplatnění výsledků VaV je i v biosenzorech.

Výsledky VaV zaměřeného na fotoniku a mikro-/nanoelektroniku se uplatní v oblasti elektroniky a optoelektroniky, resp. optických komunikací, i digitálních technologií (viz tab. 8). Potenciál pro uplatnění je zejména v optických senzorech, optických zdrojích, světlovodech a optických vláknech. Výsledky VaV v oblasti fotoniky a elektroniky najdou uplatnění i v elektronických, optoelektronických a optických prvcích a zařízeních produkovaných podniky působícími v tomto aplikačním odvětví, a to především ve finálních výrobních charakteru hi-tech přístrojů a technologických celcích zahrnujících řadu pokročilých technologií.

Intenzivní vazby na obě aplikační odvětví mají zejména Umělá inteligence a Digitální bezpečnost a propojenost, což ukazuje intenzivní využívání těchto technologií v elektronice, optoelektronice, elektrotechnice a v digitálních technologiích (viz tab. 8). Potenciál pro uplatnění výsledků VaV zaměřeného na Umělou inteligenci je zejména v podnicích působících v aplikačním odvětví Digitální ekonomika a digitální obsah. Projekty podniků z tohoto odvětví se zabývají VaV metod a přístupů v umělé inteligenci (například strojové učení, neuronové sítě, rozpoznávání obrazu a kyberfyzikální problémy) i jejich uplatněním v konkrétních situacích, jako je například počítačové vidění, rozpoznávání řeči a řečníků, identifikace osob, zpracování velkých dat a data mining, kontrola pohybu, inteligentní zařízení apod. Potenciál pro uplatnění výsledků VaV v KET Digitální bezpečnost a propojenost je zejména v oblasti kontroly komunikace (i bezdrátové) a zvýšení její bezpečnosti a obrany proti kybernetickým hrozbám (včetně ochrany identity). Potenciál pro uplatnění výsledků VaV je i v oblasti IoT.

Tabulka 8. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Digitální technologie a elektro-technika	Elektronika a elektro-technika	Digitální ekonomika
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	354,0	26,1	328,0
Počet publikací	587,3	81,7	505,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	329,4	170,1	159,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	54,9	24,0	30,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 925,2	0,0	1 925,2
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	222,3	23,7	198,6
Počet publikací	821,4	113,2	708,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	54,6	2,8	51,9
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	7,8	1,0	6,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 645,3	0,0	1 645,3
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	85,9	28,2	57,7
Počet publikací	49,9	7,8	42,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	44,4	1,9	42,5
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	12,0	1,6	10,4
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 204,5	0,0	1 204,5
<b>Biotechnologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	22,2	3,1	19,0
Počet publikací	129,4	20,3	109,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	39,1	0,2	38,9
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	5,2	0,4	4,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	624,6	0,0	624,6
<b>Umělá inteligence</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	158,6	3,3	155,3
Počet publikací	363,2	27,5	335,7
Počet patentových přihlášek podle zaměření	44,7	1,8	43,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	6,6	2,3	4,3
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	4 010,3	0,0	4 010,3
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	276,8	6,9	269,9
Počet publikací	321,5	30,3	291,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	164,9	20,1	144,8
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	17,4	1,6	15,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	6 619,8	226,1	6 393,8

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVaI)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

**Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích**

<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
- VaV pokročilých materiálů a nanomateriálů (resp. nanotechnologií) a jejich využití v elektronice, optoelektronice, elektrotechnice, digitálních technologiích a ICT
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
- VaV technologií pro výrobu pokročilých materiálů a nanomateriálů využitelných v elektronice, optoelektronice, elektrotechnice, digitálních technologiích a ICT a jejich úpravy a zpracování (řezání, broušení, povrchová ochrana materiálů apod.)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV pokročilých výrobních technologií pro výrobu elektronických a optoelektronických prvků a zařízení</li> <li>- VaV technologií a zařízení (přístrojové techniky apod.) pro měření, diagnostiku, kontrolu a metrologické účely v elektronice, elektrotechnice a ICT.</li> </ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV biomateriálů a jejich využití v elektronice a elektrotechnice (biosenzory apod.)</li> <li>- VaV technologií, systémů a zařízení využitelných v biotechnologiích a přírodních vědách</li> </ul>
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV elektronických prvků, systémů a zařízení</li> <li>- VaV optických zdrojů a senzorů elektrických a neelektrických veličin</li> <li>- VaV materiálů a prvků pro komunikaci (vláknová optika, světlovody, zdroje, přijímače apod.)</li> <li>- VaV zaměřený na metodologii a technologie pro vývoj sofistikovaných přístrojových celků a subsystémů</li> <li>- VaV zaměřený na vysoce výkonné výpočty (HPC)</li> <li>- Bezpečná radiačně odolná nanoelektronika</li> </ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV umělé inteligence a technologií a zařízení využívajících umělou inteligenci</li> <li>- Uplatnění umělé inteligence v technologiích, zařízeních, výrobních procesech apod.</li> <li>- Výzkum dopadů rozvoje AI na kybernetickou bezpečnost a bezpečnost technologií využívajících AI</li> </ul>
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konektivita, komunikace, kontrola komunikace, bezpečnost komunikace apod.</li> <li>- Obrana proti kybernetickým hrozbám, ochrana identity, ochrana kritických infrastruktur, průmyslu občana/spotřebitele apod.</li> </ul>

### VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Nár. inovačními platformami a doplněná z analýz

<b>Elektronika a elektrotechnika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nové materiály a technologie pro elektroniku a jejich využití, včetně nanomateriálů a nanotechnologií</li> <li>- Nové elektronické a optoelektronické součástky a prvky, včetně využití nanotechnologií</li> <li>- Elektrické spoje, rozvaděče, kabely a řešení pro elektrotechniku, elektroinstalační materiály, supravodivé materiály, akumulátory, motory apod. a jejich využití</li> <li>- Ukládání a distribuce elektrické energie (baterie, nabíjecí stanice, distribuční sítě, spotřeba energie apod.)</li> <li>- Elektrická zabezpečovací technika</li> <li>- Technologie pro výrobu optických elementů a jejich využití</li> <li>- Svítidla, osvětlovací zařízení, výstražná světelná zařízení, světelné zdroje (zejména LED)</li> <li>- Zobrazovací technologie</li> <li>- Elektrické dopravní prostředky</li> <li>- Elektrotechnika pro Průmysl 4.0 – senzory a aktuátory, optovláknové technologie a senzory, metody zpracování sensorových dat atd.</li> <li>- Automatizace a robotika</li> <li>- Diagnostika pro průmyslové procesy, včetně využití umělé inteligence</li> <li>- Sondy a čidla, měřicí přístroje a nové měřicí technologie</li> <li>- Nástroje pro integraci Smart Systems</li> <li>- Nové metody a techniky detekce, zobrazování a diagnostiky pro vývoj nových pokročilých přístrojů a přístrojových subsystémů</li> </ul>
<b>Digitální ekonomika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaVal zaměřený na infrastrukturu zajišťující přístup k rychlému/superrychlému internetu a její rozvoj</li> <li>- Technologie a technologické koncepty pro cloud computing, IoT, velká data a data mining apod.</li> <li>- VaVal digitálních technologií a jejich zavádění ve státní správě</li> </ul>

- Kyberfyzikální systémy a problémy, robotika
- Komunikační technologie (vláknová optika, bezdrátová komunikace atd.)
- Digitální technologie a technologie využívající umělou inteligenci (analýza obrazu, strojové učení, velká data, data mining aj.) a jejich uplatňování v sektorech národního hospodářství a produktech pro bezpečnost společnosti
- Horizontální a vertikální integrace informačních a znalostních systémů a procesů a jejich implementaci v podnicích
- VaVal zaměřený na digitalizaci rozvodné soustavy (Smart Grids)
- VaVal zaměřený na podporu elektronického obchodování a podporu sdílené ekonomiky
- Kybernetická bezpečnost a využití těchto technologií mj. k ochraně kritických infrastruktur, průmyslu, občana/spotřebitele
- VaVal digitálních technologií pro mediální oblast
- VaVal digitálních technologií (dopravní informatika, energetika, zpracování signálu, modelování apod.)
- Aplikace laserových technologií
- Využití HPC v aplikačních oblastech (mj. Computer Aided Engineering, biovědy, životní prostředí)
- Výzkum a vývoj kvantových technologií včetně metod postkvantové kryptografie

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Dopady digitálních technologií na člověka a společnost
- Digital humanities, výzkum a vývoj integrace digitálních technologií se společenskými a humanitními obory s využitím v průmyslu, znalostní ekonomice, službách a společnosti
- Společenské dopady sdílené ekonomiky a dalších změn vzorců fungování ekonomiky
- Systém komunikace mezi člověkem a strojem
- Využití digitálních technologií pro řešení priorit bezpečnostního výzkumu
- Umělá inteligence (právní, etické a další dopady rozvoje AI)
- Text and data mining v bezpečnostním kontextu, identifikace jazyka, řečníka, sociálních sítí; analýza fake news v textu a mluvené řeči, extrakce informací ze zdrojů s bezpečnostním zájmem, ochrana osobních údajů a strategických informací firem a zneužívání nelegální získaných informací, vnímání a odhalování dezinformací a hoaxů využívajících pokročilé digitální technologie. Metody pro včasné varování a nápravu v případě dezinformační kampaně.

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- V relevantních nástrojích na podporu VaVal vyžadovat pokrytí všech fází VaV od vývoje materiálů, technologických postupů a procesů (náročnější ve spolupráci podniků s VO, zejména s VŠ) až po jejich implementaci do nových technologií a produktů;
- Do projektů VaVal zapojovat výzkumná centra a výzkumnou infrastrukturu vybudovanou z prostředků fondů EU, zejména do projektů pokrývajících celý inovační cyklus s potenciálem pro disruptivní inovace;
- Vzhledem k tomu, že v řadě odvětví hospodářství se stále více uplatňují elektronické a optoelektronické prvky a systémy a digitální technologie (včetně umělé inteligence) je zapotřebí nástroje na podporu VaVal koordinovat s nástroji realizovanými v dalších tematických oblastech;
- Jelikož VO působící ve fotonice a mikro-/nanoelektronice se zapojují do mezinárodního VaV, je vhodné podporovat i aktivity na nadnárodní úrovni (například ve vazbě na společenské výzvy a hrozby v oblasti kybernetické bezpečnosti).
- Vzhledem k tomu, že v Umělé inteligenci a Digitální bezpečnosti a propojenosti je patrné intenzivní využívání poznatků VaV, na nichž se podíleli pracovníci z ČR, v podnicích pod zahraniční kontrolou a v zahraničních podnicích („únik“ znalostí), je zapotřebí stimulovat vznik nových firem založených na poznatcích VaV (zejména z veřejného výzkumu) a jejich počáteční rozvoj v ČR (i v souvislostech s vysokým podílem podniků pod zahraniční kontrolou působících v obou aplikačních odvětvích této tematické oblasti);

- Při přípravě nástrojů na podporu VaV na krajské úrovni respektovat regionální odvětvovou strukturu podnikového VaV;
- Klást důraz na výzkum a vývoj zaměřený na hi-tech finální, koncové výrobky, především charakteru technologicky pokročilých přístrojů, který by měl být preferován před VaV součástek, nebo dílčích komponentů.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou, jako je například robotizace, digitalizace a využívání digitálních technologií, včetně umělé inteligence, ve výrobních odvětvích i životě společnosti, zvyšující se kybernetické hrozby apod.



### 3. Doprava pro 21. století

Tematická oblast **Doprava pro 21. století** zahrnuje tři aplikační odvětví – Automotive, Letecký a kosmický průmysl a Drážní doprava. Tato odvětví se výrazně liší jak ve významu v hospodářství ČR, tak i ve výdajích podnikatelského sektoru na VaV a struktuře těchto výdajů.

Sektor **Automotive** (často používaný pojem automobilový průmysl) lze definovat jako odvětví sekundárního sektoru, které se zabývá vývojem, výrobou, marketingem, prodejem, údržbou a likvidací silničních a terénních motorových vozidel a jejich příslušenství. Pro účely této strategie tento sektor zahrnuje silniční a terénní osobní a nákladní vozidla, autobusy, elektrobusy a trolejbusy.

Automotive je aplikačním odvětvím, které se významnou měrou podílí na tvorbě HDP. Výdaje na VaV v podnikatelském sektoru jsou velmi vysoké a výrazně rostou (viz tab. 9). Vzhledem k tomu, že v odvětví dominují podniky pod zahraniční kontrolou, podíl domácích podniků na výdajích VaV je velmi nízký. Většina výdajů na VaV se uskuteční ve velkých firmách a koncentrace výdajů na VaV je proto vysoká. Ve výdajích na VaV jsou také značné regionální disparity. VaV podniků působících v automobilovém průmyslu je zaměřen na pokročilé materiály a jejich využití (například kompozity, tenké filmy), měřicí technologie (senzory, metrologie, testování, kalibrace, standardy), emise a znečištění vzduchu, energie v dopravě, světelné zdroje, baterie a další komponenty pro vozidla a dopravní komunikace.

Tabulka 9. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Doprava pro 21. století

Indikátor	Dopravní prostředky pro 21. století	Automotive	Letecký a kosmický průmysl	Železniční a kolejová vozidla
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	12 475,8	10 592,0	989,4	894,4
Změna výdajů na VaV	↑ 75%	↑ 97%	↑ 65%	↓ -22%
<i>Hl. m. Praha</i>	1 288,8	764,2	504,5	20,1
<i>Středočeský</i>	6 807,4	6 541,8	265,3	0,3
<i>Jihočeský</i>	1 140,9	1 140,9	0,0	0,0
<i>Plzeňský</i>	626,6	80,4	21,0	525,3
<i>Karlovarský</i>	1,2	0,8	0,0	0,4
<i>Ústecký</i>	27,1	27,1	0,0	0,0
<i>Liberecký</i>	1 123,2	1 051,7	3,0	68,5
<i>Královéhradecký</i>	24,5	24,5	0,0	0,0
<i>Pardubický</i>	264,2	219,9	0,0	44,4
<i>Vysočina</i>	241,4	99,2	142,2	0,0
<i>Jihomoravský</i>	130,0	124,0	1,4	4,6
<i>Olomoucký</i>	31,0	9,9	1,1	20,0
<i>Moravskoslezský</i>	588,7	377,9	0,0	210,8
<i>Zlínský</i>	180,6	129,7	50,9	0,0
HHI	2 439	3 327	3 394	3 768
Podíl domácích podniků	14%	7%	23%	92%
Podíl MSP	23%	45%	17%	4%
Veřejná podpora	1 199	606	526	67
Počet vědeckých publikací	1 803	1 462	266	75
Oborově normalizovaná citovanost	0,90	0,93	0,76	1,04
Počet patentových přihlášek	211	195	8	8
Vývoj patentové aktivity	📉 -9,5%	📉 -9,7%	📉 -7,0%	📉 -7,0%

#### Poznámky:

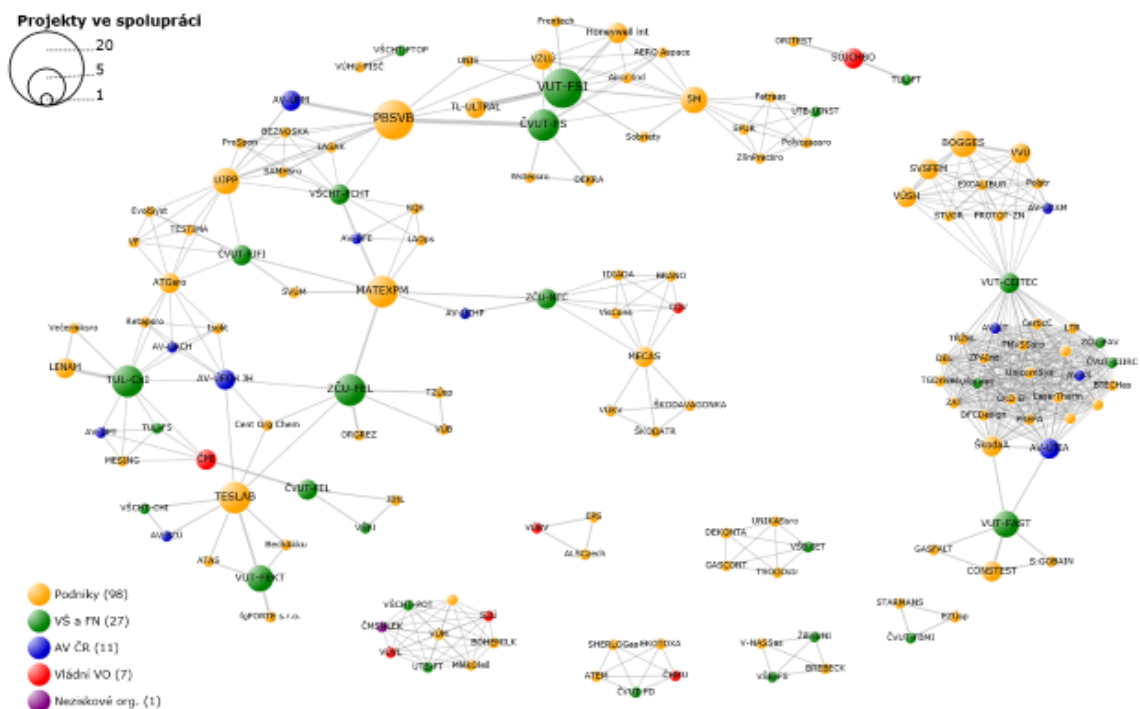
- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikáční aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017

V aplikačním odvětví Letecký a kosmický průmysl jsou podnikové výdaje na VaV ve srovnání s jinými odvětvími poměrně nízké (viz tab. 9). V leteckém průmyslu se většina VaV realizuje ve velkých podnicích pod zahraniční kontrolou. V odvětví působí poměrně nízký počet výzkumně aktivních podniků a koncentrace výdajů na VaV je ve srovnání s jinými odvětvími poměrně vysoká. Veřejná podpora, kterou tyto podniky získávají v projektech VaVal, je však poměrně vysoká. Projekty jsou zaměřeny na VaVal leteckých komponent, jako jsou zejména letecké motory (turbíny), náběžné hrany, kompresory, kola, brzdy apod., i na strukturu letadel (design) a jejich konstrukci. Další významnou oblastí VaV jsou technologie a materiály používané při výrobě letadel (například přesné odlévání, kompozitní materiály, povrchy a jejich zpracování apod.). VaV je také zaměřen na oblast uspořádání letového provozu a integraci nových uživatelů vzdušného prostoru (například bezpilotní systémy a s nimi související služby - tzv. „U-Space“), alternativních pohonů, paliv (resp. energií) a spotřeby, bezpečnosti a další.

V kosmickém průmyslu pomáhají českým firmám narůstající reference z aktivit řešených v rámci Evropské kosmické agentury (ESA). Z hlediska jejich počtu probíhá většina výzkumných a inovačních aktivit v domácích společnostech s českým vlastníkem, avšak obsah těchto zakázek často závisí na strategii velkých zahraničních firem. Projekty jsou zaměřeny na mechanické a elektromechanické systémy, návrh a výrobu letového hardware a SW, inerciální senzory, elektrické napájecí a řídicí systémy, pozemní SW, simulace a testování, avioniku a palubní počítače, laserové technologie, optické prvky a konstrukce pro družicový payload, multi-konsteláční přijímače GNSS, družicové telekomunikační terminály, konstrukční díly pro nosné rakety a pohonné systémy, aplikace speciálních materiálů, povrchové úpravy apod. Součástí kosmických aktivit ČR je i stavba malých družic a pro jejich provoz nezbytné pozemní infrastruktury, datových center, výpočetních a diseminačních platforem s využitím cloud computing a umělé inteligence a mnoho rozmanitých aplikací dálkového průzkumu Země, družicové navigace a telekomunikace.

Také v aplikačním odvětví Drážní doprava jsou podnikové výdaje na VaV ve srovnání s jinými aplikačními odvětvími nižší, navíc mírně klesají. Jelikož v odvětví působí poměrně nízký počet výzkumně aktivních podniků a většina VaV se uskuteční ve velkých podnicích, je koncentrace výdajů na VaV vyšší než v jiných odvětvích. Ve výdajích na VaV převládají domácí podniky. Veřejná podpora, kterou získávají podniky působící v tomto odvětví, je nízká, v realizovaných projektech podniky poměrně často spolupracují s VO. Projekty jsou zaměřeny na VaV lokomotiv a drážních vozidel (včetně tramvají) a jejich komponent (sedadla, motory, nápravy, podvozky, dveře apod.). VaV se zabývá i technologiemi a materiály pro výrobu těchto vozidel (svařování, kompozity), numerickými a výpočetními metodami, bezpečností (nárazové testy), klimatickými podmínkami, palivy a jejich spotřebou atd.

Obrázek 4. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Znalostní základna pro takto zaměřený VaV je zejména v technicky zaměřených VŠ, ústavech AVČR a některých aplikačně zaměřených výzkumných ústavech vládního sektoru i výzkumně zaměřených subjektech podnikatelského sektoru. V ČR také působí výzkumná centra (evropská centra excelence i regionální VaV centra podpořená z prostředků fondů EU) realizující VaV v oblasti materiálových věd, fotoniky a mikro-/nanoelektroniky, digitálních technologií, umělé inteligence a digitální bezpečnosti, jejichž výsledky jsou uplatnitelné ve výrobě dopravních prostředků a v řadě aplikací v oblasti dopravy. Jelikož tato centra disponují kvalitní výzkumnou infrastrukturou a odbornostmi z řady relevantních oborů, měla by být zapojována do řešení projektů ve spolupráci s podniky, a to zejména projektů, které pokrývají celý inovační cyklus a mohou vést k přelomovým inovacím s využitím progresivních digitálních technologií. I v této tematické oblasti podniky spolupracují s řadou VO v řešených projektech (viz obr. 4).

Blíže jsou obě domény specializace a jejich vazby na KETs popsány v následujících kapitolách.

Tabulka 10. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 3 - Doprava pro 21. století	
<b>Automotive</b>	NACE 291 - Výroba motorových vozidel a jejich motorů NACE 29.2 - Výroba karoserií motorových vozidel; výroba přívěsů a návěsů NACE 293 - Výroba dílů a příslušenství pro motorová vozidla a jejich motory NACE 30 - Výroba ostatních dopravních prostředků a zařízení
<b>Letecký a kosmický průmysl</b>	NACE 303 - Výroba letadel a jejich motorů, kosmických lodí a souvisejících zařízení NACE 51.1 - Letecká osobní doprava NACE 51.2 – Letecká nákladní doprava a kosmická doprava
<b>Drážní doprava</b>	NACE 302 - Výroba železničních lokomotiv a vozového parku NACE 293 - Výroba dílů a příslušenství pro motorová vozidla a jejich motory NACE 49.1 - Železniční osobní doprava meziměstská NACE 49.2 - Železniční nákladní doprava
<b>Průřezově</b>	NACE 61.2 - Činnosti související s bezdrátovou telekomunikační sítí NACE 61.3 – Činnosti související se satelitní telekomunikační sítí NACE 63.1 – Činnosti související se zpracováním dat a hostingem; činnosti související s webovými portály.

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace.<sup>10</sup> Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.*

### Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v této tematické oblasti a jejích aplikačních odvětvích ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Důraz na dopravu jako integrující prvek společnosti s významným socioekonomickým efektem a reflektující principy udržitelného rozvoje (vč. zahrnutí bezmotorové dopravy);
- Důraz na zvyšování bezpečnosti, efektivnosti a plynulosti dopravního provozu, vč. řídicích procesů, a zvyšování dostupnosti dopravy;
- Tlak na snižování negativních dopadů dopravy na životní prostředí;
- Vyšší využívání progresivních materiálů a technologií, včetně digitálních technologií a umělé inteligence) v dopravních prostředcích, jejich výrobě, na dopravní infrastrukturu a v dopravě jako celku;
- Vyšší poptávka po datech a službách kosmických systémů a po kosmické dopravě, v této souvislosti na tlak přípravu nákladově efektivních, flexibilních a přitom vysoce spolehlivých řešení pro družicové systémy a nosné rakety. Tlak na vyšší komercializaci v oblasti kosmických aktivit.

<sup>10</sup> <https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

- Vývoj nových a alternativních pohonů a hnacích jednotek, rozvoj elektromobility, využívání alternativních paliv (např. vodíku) apod.
- Rozšiřující se využití automatizovaných a autonomních vozidel a bezpilotních systémů, inteligentních dopravních systémů, kooperativních inteligentních dopravních systémů a nových způsobů dopravy zahrnujících širší pojetí mobility jako služby.

Tematická oblast je rozdělena do dvou domén specializace:

- Ekologická doprava a
- Technologicky vyspělá a bezpečná doprava.

Podobně jako v jiných tematických oblastech, i zde obě domény spolu souvisejí a lze očekávat, že VaV podporovaný v jedné z domén bude zároveň zahrnovat i témata VaVal z druhé domény.

### 3.1 Ekologická doprava

Doména **Ekologická doprava** je zaměřena na využití pokročilých materiálů a pokročilých technologií, včetně nanotechnologií a biotechnologií, v silničních a železničních vozidlech, letadlech a dopravě. Ve VaV v této doméně budou využívány i výsledky VaV z dalších KETs, zejména Fotoniky a mikro-/nanoelektroniky a Umělé inteligence.

V doméně existuje potenciál pro využívání výsledků VaV zaměřeného na Pokročilé materiály a nanotechnologie, Pokročilé výrobní technologie a Biotechnologie (viz tab. 11), které mohou přispět jak ke zvýšení užitných vlastností vozidel, zlepšení jejich parametrů i snížení náročnosti výroby, tak i ke snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí. Zejména v případě materiálového VaV a VaV zaměřeného na nanotechnologie a biotechnologie bude důležitá spolupráce podniků s VO z veřejného sektoru, které disponují odbornostmi a výzkumnou infrastrukturou pro realizaci takto zaměřeného VaV.

Potenciál pro uplatnění v dopravních prostředcích a na dopravní infrastrukturu má široké spektrum pokročilých materiálů, jako jsou kovové materiály a speciální slitiny, polymerní a další organické i anorganické materiály, kompozity, vláknové a textilní materiály, nanomateriály i inteligentní materiály. Tyto materiály se mohou uplatnit v řadě komponent dopravních prostředků i v různých technologiích využívaných ve výrobě dopravních prostředků jakož i při výstavbě dopravní infrastruktury, jako jsou například povrchové úpravy, technologie zvyšující bezpečnost, snižující negativní dopady na životní prostředí apod.

Tabulka 11. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Doprava pro 21. století	Automotive	Letecký a kosmický průmysl	Železniční a kolejová vozidla
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>				
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	141,1	53,2	85,8	2,1
Počet publikací	227,5	160,6	58,3	8,7
Počet patentových přihlášek podle zaměření	0,2	0,2	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	7,7	7,7	0,0	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	5,6	5,6	0,0	0,0
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>				
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	50,1	11,3	38,8	0,0
Počet publikací	21,5	11,3	9,2	1,0
Počet patentových přihlášek podle zaměření	4,0	4,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	11,9	11,9	0,0	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Biotechnologie</b>				
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	2,3	2,3	0,0	0,0
Počet publikací	33,6	28,4	4,2	1,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	0,0	0,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	8,8	8,8	0,0	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0	0,0	0,0

### Poznámky:

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

Potenciál pro uplatnění ve výrobě dopravních prostředků a budování dopravní infrastruktury mají i výsledky VaV zaměřené na Pokročilé výrobní technologie a účinné recyklace materiálu. Projekty podniků působících v aplikačních odvětvích této tematické oblasti byly zaměřeny například na technologie pro přesné odlévání, aditivní výrobu, broušení, využití folií, využití laserových technologií (svařování), vakuových technologií, vytvrzování povrchů i dalších technologií pro výrobu dopravních prostředků.

Výsledky VaV zaměřené na Biotechnologie mají potenciál pro uplatnění v technologiích šetrných k životnímu prostředí, technologiích pro odstranění polutantů a čištění znečištěných vod a vzduchu, výrobu biopaliv apod. Výsledky VaV v biotechnologiích mohou nalézt uplatnění i v biomateriálech využitelných v dopravních prostředcích a dopravě. Příklady výzkumných témat jsou přehledně uvedeny v následujících kapitolách.

### Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV nových a pokročilých materiálů (včetně materiálů na bázi nanotechnologií) a jejich využití v dopravních prostředcích, dopravě, dopravní infrastruktuře a kosmických systémech (například kovové materiály a jejich slitiny, keramické materiály, polymerní a další organické materiály, kompozity, vláknové a textilní materiály, nanomateriály i inteligentní materiály a další);</li></ul>
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV pokročilých výrobních technologií pro výrobu dopravních prostředků, dopravu a kosmické systémy (například přesné odlévání, pokročilé povrchové úpravy, broušení, využití folií, laserové technologie, vakuové technologie, vytvrzování povrchů a povrchové úpravy apod.); vč. jejich recyklace</li><li>- Aditivní výroba, 3D tisk</li><li>- Využití vodíkových technologií</li></ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV biotechnologií přispívajících ke snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí a environmentální zátěže (technologie pro odstranění polutantů a čištění znečištěných vod a vzduchu apod.);</li><li>- VaV biopaliv a jejich využití;</li><li>- VaV biomateriálů využitelných v dopravních prostředcích a dopravě.</li></ul>

### VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Nár. inovačními platformami a doplněná z analýz

<b>Automotive</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Výrobní procesy - výrobní technologie, optimalizace</li><li>- Nová koncepce silničních vozidel</li><li>- Pohonné jednotky (nové koncepce a technologie)</li><li>- Zpracování materiálů a jejich využití ve vozidlech a dopravě (nanotechnologie a multifunkční materiály, pokročilé materiály - kompozity, tenké filmy)</li><li>- Měřicí technologie (sensory, metrologie, testování, kalibrace, standardy)</li><li>- Světelné zdroje, baterie a další komponenty pro vozidla a dopravní komunikace</li><li>- Snížování negativních dopadů silniční dopravy (moderní řízení dopravy, alternativní pohony, využívání recyklátů a obnovitelných zdrojů, emise a znečištění vzduchu)</li><li>- Energie pro dopravu a příslušnou infrastrukturu, včetně alternativních paliv (vodíková infrastruktura)</li><li>- Elektromobilita, včetně infrastruktury</li></ul>

### Letecký a kosmický průmysl

- Design, konstrukce a struktura letadel, družic a nosných raket - aerodynamika, termomechanika a mechanika letu
- Komponenty letadel - letecké motory (včetně turbín), náběžné hrany, kompresory, kola, brzdy
- Pohonné systémy - letecké motory (včetně turbín), pohonné systémy pro nosné rakety a družice
- Alternativní pohony a ovládací prvky letadel - hybridní a plně elektrické pohonné jednotky letadel, optimalizace palubní sítě, pohonů pohyblivých částí letadla (klapky, směrovky - stále majoritně zajišťovány hydraulicky), akumulace energie na palubě, možnosti pojiždění po ploše elektricky (pohonem kol a nikoli pomocí turbín)
- Technologie a materiály pro leteckou výrobu a pro potřeby družicových systémů a nosných raket (kompozitní materiály, přesné odlévání, povrchy a jejich zpracování, nanotechnologie, elektrifikace a dekarbonizace letadel a dronů)
- Palivo (resp. energie), spotřeba, syntetická paliva k dekarbonizaci letecké dopravy.

### Drážní doprava

- Lokomotivy a drážní vozidla (včetně tramvají) a jejich komponenty (sedadla, motory, nápravy, podvozky, dveře)
- Technologie a materiály pro výrobu kolejových vozidel (technologie snižující hluk, emise a spotřebu energie, pokročilé materiály, kompozity, svařování)
- Rozvoj metod ve zkušebnictví, technických zkouškách, certifikacích a normalizaci
- Zvýšení ekologičnosti drážní dopravy - paliva a jejich spotřeba, zapojení obnovitelných zdrojů a baterií, optimalizace nabíjení a spotřeby energie, využití baterií a vodíku
- Klimatické podmínky - VaV materiálů a komponent odolných vůči extrémním klimatickým podmínkám

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Sdílená ekonomika v dopravě a dopady na životní prostředí
- Společensko-ekonomické aspekty rozvoje ekologické dopravy vč. proměny sídel
- Využití multimodální dopravy v rozvoji udržitelné dopravy
- Bezpečnostní výzkum elektromobility z pohledu HZS ČR (oblast prevence požární ochrany a represivní podklady pro postupy při mimořádných situacích s přítomností vozidla na elektrický, či hybridní pohon)

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- Vzhledem k tomu, že v aplikačním odvětví se uplatňují výsledky VaV z více KETs, měly by být podporovány i projekty multidisciplinárního charakteru, zejména se zapojením VO z veřejného sektoru;
- Stimulovat zapojení domácích podniků, které zatím VaV nerealizují, do zahájení vlastních VaV aktivit nebo do realizace VaV ve spolupráci s VO z veřejného sektoru;
- Vzhledem k tomu, že výdaje domácích podniků na VaV jsou ve srovnání s podniky pod zahraniční kontrolou působícími v aplikačních odvětvích této tematické oblasti nízké, stimulovat vznik nových firem založených na poznatcích VaV realizovaného ve veřejném VaV a vytvořit podmínky pro jejich počáteční rozvoj;
- Stimulovat zapojení výzkumných center vybudovaných z prostředků fondů EU působících v oblasti pokročilých materiálů, výrobních technologií a biotechnologií do projektů VaVal realizovaných ve spolupráci s domácími podniky, a to zejména do projektů multidisciplinárního charakteru s potenciálem pro disruptivní inovace;
- Stimulovat využití dat a služeb družicových systémů pro snižování ekologické zátěže plynoucí z dopravy.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou (klimatická změna a „Green Deal“).

### 3.2 Technologicky vyspělá a bezpečná doprava

Doména **Technologicky vyspělá a bezpečná doprava** je zaměřena na automobilový průmysl, resp. letecký, kosmický a bezpilotní průmysl, a výzkum, vývoj a inovace v oblasti výroby drážních vozidel. Cílem je zvýšit spolehlivost a bezpečnost automobilové, letecké i železniční dopravy a provozu na dopravních komunikacích. Doména cílí na využívání moderních technologií, zejména pokročilých elektronických a optoelektronických prvků a systémů, digitálních technologií, ICT a technologií využívajících umělou inteligenci v dopravních prostředcích, ve sledování, řízení a zajištění bezpečnosti dopravy a dalších oblastech, které souvisejí s dopravou. Bezpečná doprava spočívá, mimo autonomních systémů řízení a senzorce, také v oblasti integrované bezpečnosti.

Výsledky VaV v KET fotonika a mikro-/nanoelektronika mají potenciál pro uplatnění ve světelných zdrojích využívaných v dopravních prostředcích a dopravních systémech, senzorech různých veličin i v elektronických jednotkách, systémech a zařízeních dopravních prostředků. Uplatnění výsledků VaV je i v oblasti měřicí techniky a akumulace energie (baterie).

Výsledky takto zaměřeného VaV mohou využívat podniky působící ve všech aplikačních odvětvích této tematické oblasti, zejména v odvětví Automotive (viz tab. 12).

Tabulka 12. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Doprava pro 21. století	Automotive	Letecký a kosmický průmysl	Železniční a kolejová vozidla
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>				
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	52,8	37,6	14,2	1,1
Počet publikací	52,2	44,4	6,2	1,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,6	15,6	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	6,4	6,4	0,0	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	179,5	179,5	0,0	0,0
<b>Umělá inteligence</b>				
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	0,0	0,0	0,0	0,0
Počet publikací	21,0	15,2	4,7	1,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	4,5	3,3	0,6	0,6
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,7	1,7	0,0	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>				
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	3,8	3,8	0,0	0,0
Počet publikací	9,7	8,7	0,8	0,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	2,8	1,8	0,5	0,5
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,4	1,3	0,1	0,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 243,5	246,0	997,5	0,0

#### Poznámky:

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVaI)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

Také výsledky VaV zaměřeného na Umělou inteligenci a Digitální bezpečnost a propojenost mohou nalézt uplatnění ve více aplikačních odvětvích této domény specializace (viz tab. 12). Potenciál pro uplatnění je například v rozhodovacích a kontrolních procesech v dopravních prostředcích a dopravních systémech, při eliminaci rizikových faktorů v dopravě a optimalizaci dopravních toků apod. Výsledky VaV z obou KETs naleznou uplatnění i v autonomních vozidlech a letadlech (dronech), resp. v inteligentních dopravních systémech. Výsledky VaV v oblasti kybernetické bezpečnosti a propojenosti povedou mj. ke zvýšení bezpečnosti v komunikaci v dopravních systémech (v inteligentní dopravě), komunikaci mezi vozidly apod. Výsledky VaV z oblasti nových materiálů či stavebních výrobků jsou využitelné pro dopravní stavby, infrastrukturu a modernizaci. V souvislosti s infrastrukturou naleznou uplatnění rovněž výsledky VaV v oblasti inteligentních dopravních systémů (ITS) a kooperativních systémů ITS (C-ITS).

**Mobilita jako služba** - doprava čelí zásadním změnám v důsledku změny chování obyvatelstva, což vede i k jiným potřebám zajištění dopravní obslužnosti (přeprava osob i zboží) - lidé budou více využívat homeoffice, nebudou chtít vlastnit vůz, budou více využívat doručení jídla a nákupů až domů, což v důsledku povede k nutnosti změny, aby centra měst nezkolabovala pod náporům kurýrů (dá se očekávat, že města budou muset začít regulovat vjezdy, to znamená další potenciál výzkumu v oblasti řízení dopravy).

V kosmických aktivitách se jedná především o využití umělé inteligence (a výsledků VaV v této oblasti) v autonomním řízení jednotlivých družic (či robotických sond) i družicových systémů; zpracování signálů družicové navigace, oprav signálu v družicové telekomunikaci a automatizovaném zpracování družicových snímků pozorování Země. Široké uplatnění nalézá umělá inteligence také ve zpracování vědeckých dat. Digitální bezpečnost je klíčová pro spolehlivost provozu a zajištění dodávání dat a služeb družicovými systémy.

Příklady výzkumných témat v jednotlivých KETs a aplikačních odvětvích jsou uvedeny v následujících kapitolách.

### Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<p><b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV metodik pro přesné stanovení životnosti pokročilých materiálů</li> <li>- Digital twins, numerické simulace porušení</li> <li>- VaV materiálů odolných proti dlouhodobému namáhání a teplotní nebo chemické expozici</li> <li>- VaV inteligentních materiálů umožňující včasnou detekci poškození</li> </ul>
<p><b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronické prvky, systémy a zařízení využitelné v dopravních prostředcích, dopravě, družicových systémech a nosných raketách</li> <li>- Optické zdroje a senzory využitelné v dopravních prostředcích, dopravě a družicových systémech</li> <li>- Prvky a systémy pro komunikaci (světlovody, vláknová optika apod.) využitelné v dopravních prostředcích, dopravě a družicových systémech</li> </ul>
<p><b>Umělá inteligence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Výzkum a vývoj (dopravních prostředků nových koncepcí) na základě simulací ověřených experimenty, prostřednictvím digital twins</li> <li>- Výzkum a vývoj metod pro vytváření digital twins</li> <li>- Rozhodovací, řídicí a kontrolní procesy v dopravních prostředcích, dopravních systémech a družicích</li> <li>- Pokročilé zpracování dopravních dat, eliminace rizikových faktorů v dopravě a optimalizace dopravních toků a provozu; zpracování signálů družicové navigace, automatizace ve zpracování dat pozorování Země</li> <li>- Automatizovaná a autonomní vozidla a jejich systémová architektura</li> <li>- Mobilita jako služba - zajištění dopravní obslužnosti s využitím moderních digitálních technologií a služeb, tvorba mobilitních modelů v rámci smart city, prognostika v oblasti mobility, modely fungování: mobility operátoři, modely optimalizace návazností dopravní infrastruktury a komunikace vozidel s okolím, multimodální mobilita, propojení a sdílení dat, kybernetická bezpečnost datových přenosů a služeb, právní prostředí sdílených služeb, využití autonomních vozidel a dronů</li> </ul>
<p><b>Digitální bezpečnost a propojenost</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bezpečná komunikace v dopravních a družicových systémech</li> <li>- Bezpečná komunikace mezi dopravními prostředky navzájem a mezi dopravními prostředky a dopravní infrastrukturou</li> <li>- Výzkum a vývoj metod internetu věcí (uvnitř produktů z výroby dopravních prostředků, usnadňující kalibraci výrobků při výrobě a údržbě)</li> </ul>



Automotive
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomní dopravní prostředky a inteligentní dopravní systémy, rozhraní člověk-stroj (HMI), distribuované i centrální infrastrukturní prvky, datová základna, virtuální vývoj a testování a integrace do dopravního systému a využití v konceptech Mobilita jako služba a Chytrá města/Chytré regiony</li> <li>- Testování a ověřování komponent autonomního řízení (ve virtuální i v reálném prostředí)</li> <li>- Technologie zvyšující aktivní i pasivní bezpečnost vozidel, eliminace rizikových faktorů, včetně datové a komunikační bezpečnosti - pokročilé elektrické a elektronické systémy vozidel</li> <li>- Pokročilé materiály a jejich využití (kompozity, tenké filmy)</li> <li>- Měřicí technologie (certifikace - posuzování shody, bezpečnost, sensory, metrologie, testování, kalibrace, standardy)</li> <li>- Numerické a simulační metody</li> <li>- Metody návrhu a zkoušení dopravních prostředků o zvýšené bezpečnosti pasivní, aktivní i integrované (včetně řídicích systémů autonomního provozu)</li> <li>- Integrovaná bezpečná doprava</li> <li>- Autonomní systémy jízdy</li> <li>- Pozemní autonomní dopravní prostředky pro případ havárie</li> </ul>
Letecký a kosmický průmysl
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design, konstrukce a struktura letadel a bezpilotních prostředků a jejich využití (mapování, výstavba, zemědělství, lesnictví, ochrana kritické infrastruktury)</li> <li>- Design, konstrukce a struktura vysoko položených platforem (HAPs) a kosmických systémů</li> <li>- Komponenty vysoko položených platforem (HAPs), družic a sond - solární panely, gyroskopy, palubní počítače a avionika, komunikační systémy, elektrické a iontové motory, detektory radiace, družicový payload</li> <li>- Komponenty letadel a bezpilotních prostředků - letecké motory (včetně turbín), náběžné hrany, kompresory, kola, brzdy</li> <li>- Technologie a materiály pro výrobu letadel, vysoko položených platforem (HAPs) a kosmických systémů a bezpečnou leteckou dopravu (přesné odlévání, povrchy a jejich zpracování, kompozitní materiály)</li> <li>- Technologie, postupy a infrastruktura pro vývoj a zavedení služeb U-Space pro vysoce automatizovaný provoz bezpilotních systémů</li> <li>- Paliva (resp. energie) – bezpečnost</li> <li>- Bezpečnost letadel a letecké dopravy - zdrojové rozvodné systémy, řízení pohybu, řídicí systémy a algoritmy, datová komunikace</li> <li>- Numerické a simulační metody</li> <li>- Metody návrhu a zkoušení dopravních prostředků o zvýšené bezpečnosti pasivní, aktivní i integrované (včetně řídicích systémů autonomního provozu)</li> <li>- Letecké autonomní dopravní prostředky pro případ havárie</li> <li>- Využití kosmických technologií v oblasti bezpečnostního výzkumu</li> <li>- Integrovaná bezpečná doprava</li> <li>- Zpracování dat poskytovaných družicovými systémy</li> <li>- VaV hardwarových komponent a SW pro automatizované pozemní observatoře</li> </ul>
Drážní doprava
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Řídicí a elektronické systémy pro drážní vozidla a dopravu</li> <li>- Autonomní systémy - automatické vedení vlaku (AVV)</li> <li>- Bezpečný systém komunikace a přenosových systémů</li> <li>- Zabezpečovací systémy pro železniční dopravu a jejich implementace, včetně evropského zabezpečovacího systému (vozidla a infrastruktura)</li> <li>- Informační systém pro cestující</li> <li>- Numerické a simulační metody</li> <li>- Metody návrhu a zkoušení dopravních prostředků o zvýšené bezpečnosti pasivní, aktivní i integrované (včetně řídicích systémů autonomního provozu)</li> </ul>

- Problematika bezpečnosti (nárazové testy)
- Integrovaná bezpečná doprava

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Dopravní technologie zaměřené na člověka a rozhraní člověk - stroj
- Autonomní mobilita a dopady jejího zavádění na společnost
- Dopravní technologie v rámci chytrých měst/chytrých regionů
- Právní a bezpečnostní aspekty rozvoje nových technologií v dopravě
- Lidský faktor v dopravě a společenská akceptace nových technologií
- Kybernetická bezpečnost a vliv na chování účastníků dopravního systému (změna procesů a procedur v souvislosti s opatřeními eliminace kybernetických rizik v dopravě)

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- V souvislostech s nízkými výdaji domácích podniků na VaV, zejména v aplikačním odvětví Automotive, stimulovat zapojení domácích podniků, které zatím VaV nerealizují, do zahájení vlastních VaV aktivit nebo do realizace VaV ve spolupráci s VO z veřejného sektoru;
- Vzhledem k tomu, že v aplikačním odvětví se uplatňují výsledky VaV z více KETs, měly by být podporovány i projekty multidisciplinárního charakteru, zejména se zapojením VO z veřejného sektoru;
- Stimulovat zapojení výzkumných center vybudovaných z prostředků fondů EU působících v oblasti materiálového výzkumu, elektroniky, digitálních technologií a ICT do projektů VaVal realizovaných ve spolupráci především s domácími podniky, především do multidisciplinárních projektů a projektů pokrývajících celý inovační cyklus, které povedou k disruptivním inovacím;
- Stimulovat vznik nových firem založených na výsledcích veřejného VaV, zejména v oblasti digitálních technologií a technologií využívajících umělou inteligenci, kde je patrný značný „únik“ znalostí do zahraničí, a vytvořit podmínky pro jejich počáteční rozvoj;
- Stimulovat firmy působící v oblasti kosmických technologií ke spolupráci na přípravě ucelených systémů využitelných na družicích či celých malých misích.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou (klimatická změna a „Green Deal“, robotizace, digitalizace a využívání digitálních technologií, včetně umělé inteligence).

## 4. Péče o zdraví, pokročilá medicína

Tematická oblast **Péče o zdraví, pokročilá medicína** má pouze jedno aplikační odvětví - odvětví Léčiva, biotechnologie, prostředky zdravotnické techniky a Life Sciences (zkráceně Léčiva, biotechnologie). Podnikové výdaje na VaV jsou v tomto aplikačním odvětví poměrně vysoké a dále se zvyšují. Nárůst je však nižší než v jiných odvětvích. Podobně jako v jiných aplikačních odvětvích, je více než polovina výdajů realizována v podnicích pod zahraniční kontrolou a jejich podíl na realizaci VaV se zvyšuje. Podnikový výzkum je koncentrován do několika krajů – do Prahy, Jihomoravského, Moravskoslezského a Středočeského kraje. V ostatních krajích jsou podnikové výdaje na VaV ve srovnání s těmito kraji výrazně nižší (viz tab. 13).

Tabulka 13. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Péče o zdraví, pokročilá medicína

Indikátor	Péče o zdraví a pokročilá medicína	Léčiva, biotechnologie
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	1 511,9	1 511,9
Změna výdajů na VaV	12%	12%
<i>Hl. m. Praha</i>	767,0	767,0
<i>Středočeský</i>	147,7	147,7
<i>Jihočeský</i>	7,2	7,2
<i>Plzeňský</i>	9,0	9,0
<i>Karlovarský</i>		
<i>Ústecký</i>	10,7	10,7
<i>Liberecký</i>	6,1	6,1
<i>Královéhradecký</i>	32,4	32,4
<i>Pardubický</i>	19,0	19,0
<i>Vysočina</i>	8,8	8,8
<i>Jihomoravský</i>	340,8	340,8
<i>Olomoucký</i>	4,8	4,8
<i>Moravskoslezský</i>	154,9	154,9
<i>Zlínský</i>	3,6	3,6
HHI	2 439	2 439
Podíl domácích podniků	24%	24%
Podíl MSP	60%	60%
Veřejná podpora	501	501
Počet vědeckých publikací	10 436	10 436
Oborově normalizovaná citovanost	1,37	1,37
Počet patentových přihlášek	781	781
Vývoj patentové aktivity	49,8%	49,8%

### Poznámky:

- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikáční aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017

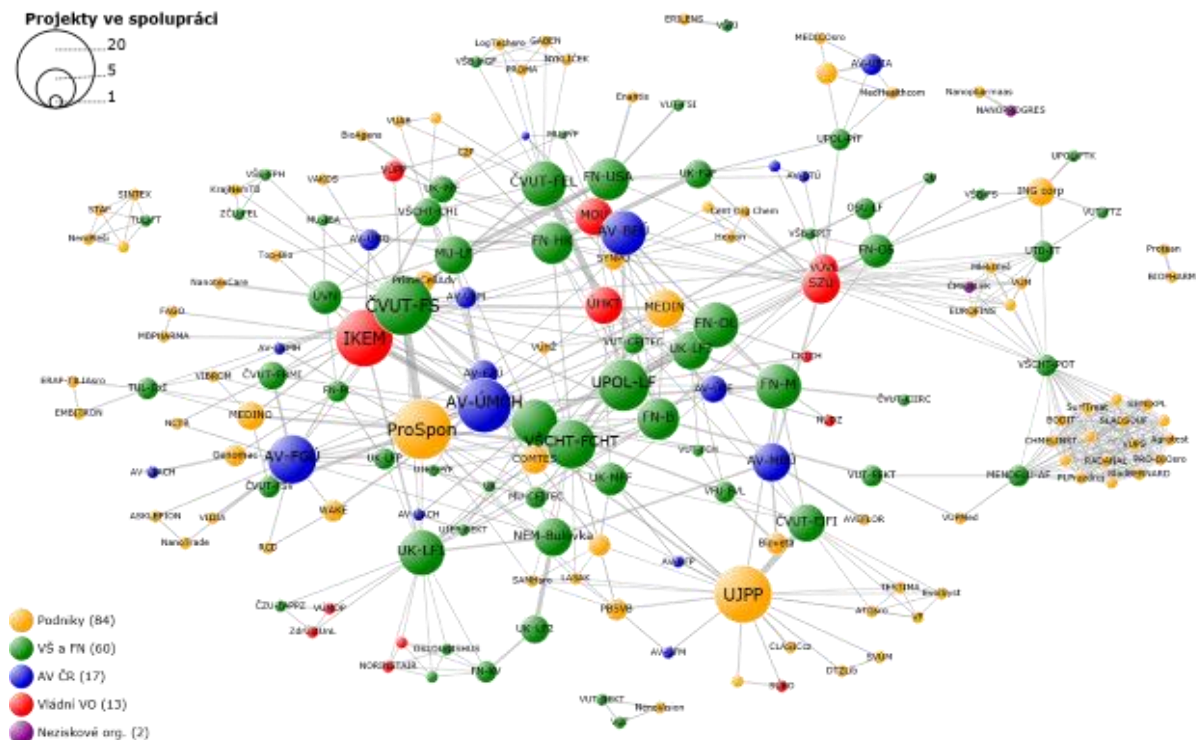
Výhodou tematické oblasti je silná znalostní základna v lékařských vědách, zejména v oblasti klinické medicíny. VaV je v mezinárodním srovnání velmi kvalitní a orientace VaV na tuto oblast i jeho kvalita se stále zvyšují. Výzkumná pracoviště realizující takto zaměřený VaV jsou především na VŠ, ve výzkumných ústavech vládního sektoru i v některých dalších pracovištích vládního i podnikatelského sektoru působících v oblasti zdravotnictví. Tyto VO také získávají velmi vysokou podporu v projektech podpořených v programech VaVal. Podniky se do

projektů VaVal podporovaných z veřejných zdrojů zapojují jen v omezené míře, což souvisí zejména s náročností tohoto VaV a charakterem jeho výsledků.

V projektech je řešen VaV řady nemocí, jako jsou nádorová onemocnění, diabetes, nemoci srdce, poruchy metabolismu, Alzheimerova nemoc apod. Dalším významným směrem VaV jsou diagnostické metody a přístroje (magnetická rezonance, lékařské přístroje, včasná diagnostika, cytometrie apod.). VaV je také zaměřen na kmenové buňky, rizikové faktory, molekulární genetiku, genovou expresi a další lékařské metody a přístupy ve zdravotní péči.

Pro realizaci nástrojů na podporu VaVal je výhodné, že VO mají vytvořené vazby s aplikačním sektorem a zároveň mají potenciál vytvářet aplikované výsledky využitelné v podnikových inovacích (viz obr. 5). To spolu se širokou znalostní základnou v oborech, jako jsou zejména materiálové vědy, biotechnologie, počítačové vědy a ICT, a vysokým počtem výzkumně aktivních podniků z jiných odvětví, které se mohou do VaV v této tematické oblasti zapojit, vytváří vhodné podmínky pro realizaci nástrojů na podporu VaVal. Jeho výsledky napomohou dalšímu rozvoji v oblasti zdravotnictví a zdravotní techniky i ke zkvalitnění lékařské péče. V ČR také existuje značný počet výzkumných center, která působí jak v lékařských a biologických vědách, tak i v optoelektronice, pokročilých materiálech a výpočetní technice, což vytváří podmínky pro realizaci náročného VaV, jehož výsledky budou mít potenciál pro disruptivní inovace.

Obrázek 5. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Tabulka 14. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 4 – Péče o zdraví a pokročilá medicína	
<b>Léčiva, biotechnologie, prostředky zdravotnické techniky a Life Sciences</b>	<p>NACE 211 - Výroba základních farmaceutických výrobků</p> <p>NACE 212 - Výroba farmaceutických přípravků</p> <p>NACE 266 - Výroba ozařovacích, elektrolyčebných a elektroterapeutických přístrojů</p> <p>NACE 325 - Výroba lékařských a dentálních nástrojů a potřeb</p> <p>NACE 86 - Zdravotní péče</p>

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace.<sup>11</sup> Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.*

## Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v této tematické oblasti ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Širší využívání pokročilých materiálů, pokročilých technologií, elektronických a optoelektronických prvků/systémů v diagnostice, zdravotní technice, léčivech a léčebných postupech apod.;
- Rozvoj digitálních technologií a jejich širší využívání ve zdravotnictví a lékařské i nelékařské péči (včetně umělé inteligence, robotiky a komunikace) i v pečovatelství;
- Vývoj nových postupů a léčiv a vakcín (i v souvislosti s pandemií Covid-19);
- Zkvalitňování zdravotní péče, zvyšování její dostupnosti a efektivity;
- Prodlužující se délka života a stárnutí populace;
- Rozvoj informačních a komunikačních systémů, širší uplatňování distančních principů ve zdravotnictví a lékařské péči, personalizovaná medicína;
- Zvyšující se kybernetické hrozby ve zdravotnictví (provoz informačních systémů a databází, distanční péče apod.).

Tematická oblast Péče o zdraví, pokročilá medicína zahrnuje pouze jedno aplikační odvětví týkající se poměrně specifické problematiky péče o zdraví a léčiv. Proto je pro tuto tematickou oblast navržena pouze jedna doména specializace - Pokročilá medicína a léčiva. Detailněji je tato doména popsána v následující kapitole.

### 4.1 Pokročilá medicína a léčiva

Doména **Pokročilá medicína a léčiva** je zaměřena na VaV v oblasti medicíny, diagnostické techniky a zdravotních prostředků s využitím pokročilých materiálů, elektronických a optoelektronických prvků a progresivních digitálních technologií, včetně umělé inteligence. Další oblastí VaV jsou VaV inovativních léčiv a jejich využití v lékařství.

V této doméně specializace mohou nalézt uplatnění výsledky VaV ze všech KETs (viz tab. 15). Nejvyšší potenciál mají zejména výsledky VaV zaměřené na Biotechnologie, které nalézají uplatnění především v nových pokročilých léčivech a léčení nemocí (nádorová onemocnění, diabetes a další). Značný potenciál pro uplatnění výsledků tohoto VaV je i v materiálech pro zdravotní účely (například povrchové úpravy), implantátech, materiálech pro aditivní výrobu i v lékařské technice. Současný VaV je zaměřen i na kmenové buňky, genetiku, imunitu, DNA, biomarkery, tkáně a další oblasti, které mají značný potenciál v budoucnosti.

Vysoký potenciál pro uplatnění v této doméně mají i výsledky VaV zaměřené na Pokročilé materiály a nanotechnologie, Pokročilé výrobní technologie a Fotoniku a mikro-/nanoelektroniku (viz tab. 15). Uplatnění výsledků VaV pokročilých materiálů a nanomateriálů různého charakteru (kovové, kompozitní, keramické, polymerové, textilní a další) je zejména v oblasti zdravotních prostředků, jako jsou implantáty, včetně jejich povrchových úprav a speciálních povrchů (implantáty do kostí i dentální implantáty), v materiálech využitelných v diagnostických zařízeních (magnetická rezonance) nebo ve speciálních technologiích, jako je aditivní výroba. Výsledky VaV v oblasti fotoniky a mikro-/nanoelektroniky se uplatňují zejména v produktech, jako jsou například senzory a zdroje světla, světlovody, zobrazovací technika a diagnostická technika. Potenciál pro uplatnění výsledků VaV v Pokročilých výrobních technologiích je zejména v aditivní výrobě, zdravotních ortézách, protézách apod.

V diagnostické technice a léčebných postupech se v současné době stále více uplatňují progresivní digitální technologie, jako je Umělá inteligence a Digitální bezpečnost a propojenost. Současné projekty VaV podniků působících v aplikačním odvětví Léčiva, biotechnologie, prostředky zdravotnické techniky a Life Sciences řešící problematiku umělé inteligence jsou zaměřené na strojové učení, analýzu digitálních dat (obrazu) a domácí péči.

I když počet takto zaměřených projektů zatím není příliš vysoký, silná znalostní základna v lékařských vědách i počítačových a technických vědách společně s vysokým počtem výzkumně aktivních podniků v elektronice a ICT vytváří předpoklady pro to, aby tyto progresivní technologie našly širší uplatnění i ve zdravotní technice

<sup>11</sup><https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

a lékařské péči, například v telemedicině, robotických a inteligentních systémech či v informačních a komunikačních systémech ve zdravotnictví nebo v oblasti bezpečné komunikace a ochrany biotd.

Tabulka 15. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Péče o zdraví a pokročilá medicína	Léčiva, biotechnologie
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	25,3	25,3
Počet publikací	130,2	130,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	5,0	5,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	0,6	0,6
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	69,7	69,7
Počet publikací	416,3	416,3
Počet patentových přihlášek podle zaměření	28,2	28,2
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	4,3	4,3
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	10,7	10,7
Počet publikací	8,6	8,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	43,4	43,4
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	2,2	2,2
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	279,0	279,0
<b>Biotechnologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	47,2	47,2
Počet publikací	264,1	264,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	213,3	213,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	6,5	6,5
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	9,0	9,0
<b>Umělá inteligence</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	4,7	4,7
Počet publikací	8,7	8,7
Počet patentových přihlášek podle zaměření	2,7	2,7
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	0,2	0,2
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	4,5	4,5
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	0,4	0,4
Počet publikací	1,9	1,9
Počet patentových přihlášek podle zaměření	3,3	3,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	0,4	0,4
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

**Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích**

<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
- Senzory, optické detektory
- Zobrazovací a diagnostická technika
- Zdroje světla

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vlákenná optika</li> <li>- Biosenzory</li> </ul>
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV pokročilých materiálů a nanomateriálů s uplatněním ve zdravotnictví (kovové, kompozitní, keramické, polymerové, textilní a další materiály)</li> <li>- Implantáty, včetně jejich povrchových úprav a speciálních povrchů (implantáty do kostí i dentální implantáty), orgánové náhrady</li> <li>- VaV materiálů pro diagnostická zařízení a speciální technologie</li> <li>- Pokročilé biokompatibilní materiály</li> <li>- Pokročilé technologie pro výrobu lékových forem</li> <li>- VaV materiálů a inovativních způsobů jejich využití pro dodávku léčiv</li> </ul>
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pokročilé výrobní technologie v lékařství a zdravotní péči (3D tisk a další)</li> <li>- Výroba protéz, ortéz a náhrad</li> </ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strojové učení, analýza digitálních dat (obrazu)</li> <li>- Domácí péče</li> <li>- Vizualizační technika</li> <li>- Počítačové modelování</li> </ul>
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inteligentní systémy a informační a komunikační systémy ve zdravotnictví</li> <li>- Telemedicína</li> <li>- Bezpečná komunikace</li> <li>- Ochrana biodat</li> </ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV nových pokročilých léčiv a biofarmak, jejich využití a výroba</li> <li>- VaV biomateriálů pro zdravotní účely, aditivní výrobu a lékařskou techniku</li> <li>- VaV nových biomateriálů, tkáňových a orgánových náhrad</li> <li>- VaV zaměřený na kmenové buňky, genetiku, imunitu, DNA, biomarkery, tkáně a další oblasti</li> </ul>

### VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Nár. inovačními platformami a doplněná z analýz

<b>Léčiva, biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nové a inovativní prostředky zdravotnické techniky (přístroje a zařízení pro zdravotnictví apod.)</li> <li>- Inovativní lékařské nástroje a implantáty z nových materiálů, včetně využití nanotechnologií</li> <li>- Nové materiály, biomateriály, tkáňové a orgánové náhrady</li> <li>- Progresivní zobrazovací systémy a systémy pro neinvazivní aplikace v medicíně</li> <li>- Robotické systémy, inteligentní systémy a zařízení pro diagnostiku a terapii, a další prostředky a systémy využitelné ve zdravotnictví</li> <li>- Nové diagnostické postupy a přístroje a produkty personalizované medicíny;</li> <li>- Informační a komunikační systémy a jejich využití ve zdravotnictví a státní správě</li> <li>- Komunikační prostředky pro vzdálené monitorování pacientů</li> <li>- Nádorová onemocnění, diabetes, nemoci srdce, poruchy metabolismu, Alzheimerova nemoc a další neurodegenerativní onemocnění.</li> <li>- Molekulární genetika, genová exprese</li> <li>- Kmenové buňky</li> <li>- Epidemiologie a prevence nejzávažnějších chorob, rizikové faktory</li> <li>- Zvládání biologických hrozeb (epidemie/pandemie i úmyslné zneužití biologických agend)</li> <li>- Nová a inovativní léčiva (humánní i veterinární)</li> </ul>

- VaV pevnofázové chemie léčiv
- Pokročilé formulace léčiv
- Prediktivní biofarmaceutické a farmakologické metody
- Kontinuální farmaceutické procesy
- Lékařské metody a přístupy ve zdravotní péči
- VaV potravin pro zvláštní účely a doplňků stravy na bázi speciální výživy
- Ochrana před návykovými látkami a padělanými léčivy

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Právní, sociální a etické aspekty editace lidského genomu
- Umělá inteligence v medicíně (právní a společenské aspekty)
- Právní a etické aspekty personalizované medicíny/asistivních technologií (telemedicíny)
- Celospolečenské dopady stárnutí populace
- Jazyk a medicína – srozumitelnost léčebných postupů a aplikace léčiv pro pacienty
- Rovnost/nerovnost v přístupu k medicínským postupům a léčivům, možnost volby, alternativní přístupy
- Krizové řízení a ochrana veřejného zdraví

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- Podporovat zahájení vlastních VaV aktivit v domácích podnicích (zejména v MSP) působících v oblasti lékařské techniky, zdravotnictví a dalších příbuzných odvětvích;
- Stimulovat vznik nových firem založených na poznatcích VaV, zejména z veřejného výzkumu, které mají potenciál pro uplatnění ve zdravotnictví a lékařské péči (včetně implementace progresivních materiálů a technologií využívajících umělou inteligenci a ICT);
- Stimulovat zapojení podniků, které zatím VaV nerealizují, do VaV projektů ve spolupráci s VO z veřejného sektoru (zejména na regionální úrovni);
- Do projektů VaVal zapojovat výzkumná centra a výzkumnou infrastrukturu vybudovanou z prostředků fondů EU (centra působící v oblasti zdravotní péče a biotechnologií i centra zaměřená na materiálový VaV, fotoniku, elektroniku a digitální technologie), a to zejména do projektů pokrývajících celý inovační cyklus s potenciálem pro disruptivní inovace;
- I když v některých regionech působí v tomto aplikačním odvětví omezený počet podniků s VaV aktivitami, existují zde podniky realizující VaV v jiných odvětvích. Tyto podniky by měly být společně s VO působícími v lékařských oborech zapojovány do VaV projektů, které budou zaměřeny na VaV produktů s uplatněním ve zdravotní technice a zdravotní péči;
- U ZP (zdravotních pomůcek) se díky nařízení EU (MDR) významně komplikuje, zdražuje a prodlužuje doba potřebná k uvedení nových ZP do praxe. Certifikační proces je mimořádně složitý, dlouhý a tím extrémně drahý. Know-how je v této oblasti málo dostupné a omezené. Je tedy vhodné podpořit více také aktivity směřující k podpoře uvedení nových, nebo inovovaných ZP na trh.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou, jako je například stárnutí populace.



## 5. Kulturní a kreativní odvětví

Tematická oblast **Kulturní a kreativní odvětví** má dvě aplikační odvětví – Tradiční kulturní a kreativní odvětví (zkráceně Tradiční odvětví) a Nová kulturní a kreativní odvětví (Nová odvětví). Výdaje na VaV v podnikatelském sektoru jsou v obou aplikačních odvětvích poměrně vysoké a dále se zvyšují (viz tab. 16). Vysoké výdaje na VaV jsou zejména v aplikačním odvětví Tradiční odvětví. Na VaV se zde podílejí MSP i velké podniky, ale více než polovina výdajů na VaV se uskuteční v podnicích pod zahraniční kontrolou. Výzkumně aktivní podniky působí ve všech regionech ČR, nejvyšší výdaje na VaV jsou v Praze a Středočeském a Zlínském kraji. Koncentrace výdajů na VaV není příliš vysoká.

Tabulka 16. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Kulturní a kreativní odvětví

Indikátor	Kulturní a kreativní odvětví	Tradiční odvětví	Nová odvětví
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	3 933,0	2 352,1	1 580,9
Změna výdajů na VaV	↑ 41%	↑ 31%	↑ 59%
<i>Hl. m. Praha</i>	1 209,5	515,5	694,0
<i>Středočeský</i>	794,0	498,6	295,4
<i>Jihočeský</i>	191,2	180,8	10,5
<i>Plzeňský</i>	178,4	95,0	83,4
<i>Karlovarský</i>	7,9	7,4	0,5
<i>Ústecký</i>	183,3	161,5	21,8
<i>Liberecký</i>	174,5	153,7	20,8
<i>Královéhradecký</i>	126,3	97,1	29,2
<i>Pardubický</i>	101,2	89,7	11,4
<i>Vysočina</i>	47,7	34,3	13,5
<i>Jihomoravský</i>	275,1	170,8	104,3
<i>Olomoucký</i>	29,7	19,8	9,9
<i>Moravskoslezský</i>	161,7	89,2	72,5
<i>Zlínský</i>	452,3	238,6	213,7
HHI	388	1 066	2 164
Podíl domácích podniků	35%	36%	34%
Podíl MSP	65%	56%	78%
Veřejná podpora	1 343	762	581
Počet vědeckých publikací	11 263	6 615	4 648
Oborově normalizovaná citovanost	1,06	1,10	1,00
Počet patentových přihlášek	246	236	10
Vývoj patentové aktivity	↓ -3,6%	↓ -1,2%	↓ -39,8%

### Poznámky:

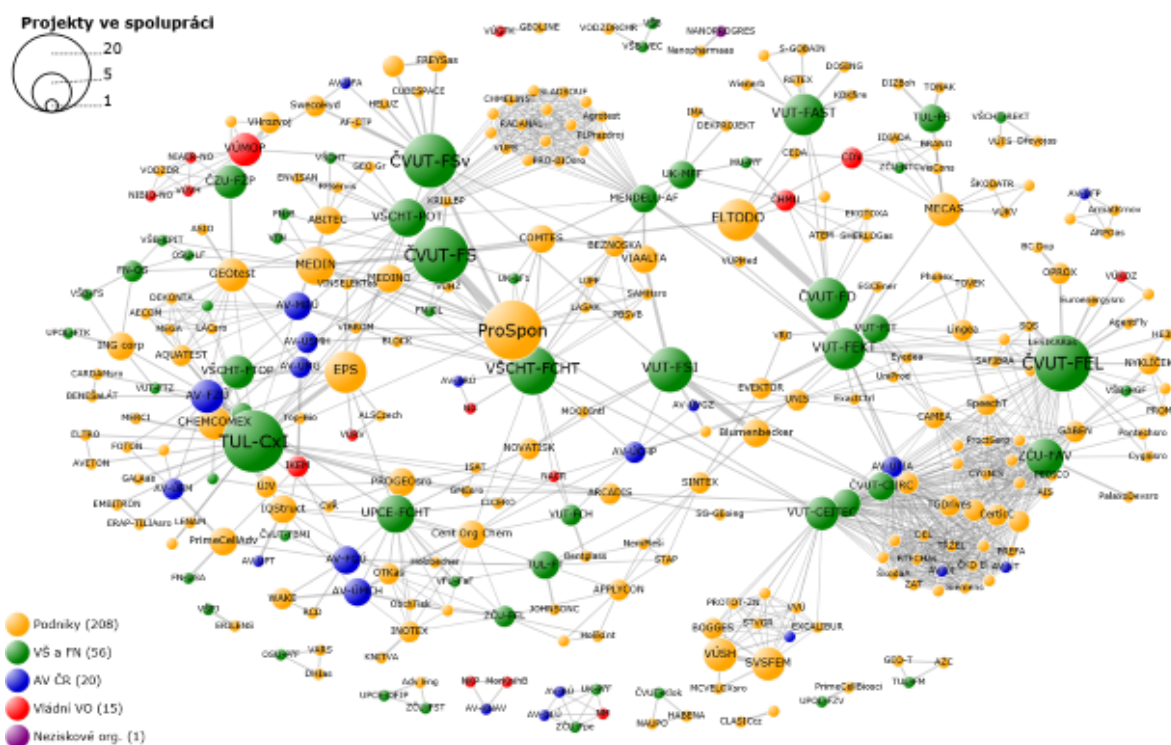
- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikační aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017

V aplikačním odvětví Nová odvětví jsou sice podnikové výdaje na VaV poněkud nižší než v Tradičních kulturních a kreativních odvětvích, ale jejich nárůst je vyšší a postupně roste i podíl tohoto aplikačního odvětví na realizovaném VaV. I zde je však VaV z více než poloviny realizován v podnicích pod zahraniční kontrolou. Mezi kraji jsou však ve výdajích na VaV značné rozdíly. Vysoké výdaje na VaV jsou zejména ve třech krajích – v Praze, Středočeském a Zlínském kraji. V ostatních krajích jsou podnikové výdaje na VaV výrazně nižší. Koncentrace podnikových výdajů na VaV je proto velmi vysoká (viz tab. 16).

Také veřejná podpora, kterou získávají podniky působící v obou aplikačních odvětvích, je poměrně vysoká (viz tab. 16). VaV projekty jsou nejčastěji zaměřeny na problematiku kulturního dědictví a národní identity. Vzhledem k tomu, že podniky působí i v odvětvích, jako jsou média, databáze a archivy, VaV se také věnuje programovým nástrojům pro tyto účely, matematickým modelům, numerickým simulacím a problematice digitálních knihoven. Mezi další směry patří například VaV materiálů, jejich vlastností a povrchových úprav, i problematika dlouhodobé konzervace. VaV se věnuje i moderním technologiím, jako je aditivní výroba a 3D tisk, které jsou mj. využitelné v řemeslech i v restaurátorství.

Pro realizaci VaV existuje široká znalostní a výzkumná základna, neboť doména na jedné straně zahrnuje technologicky založená odvětví, jako je například sklářský průmysl, keramika, textilní výroba, kde se uplatňuje široké spektrum materiálů, výrobních zařízení, technologií a výrobních/pracovních postupů, na straně druhé potom oblasti, jako jsou média, archivy, databáze apod., kde jsou naopak intenzivně využívány progresivní digitální technologie, včetně technologií využívajících umělou inteligenci. VO, které realizují takto zaměřený VaV a disponují výzkumnou infrastrukturou a nezbytnými odbornostmi, působí v řadě krajů ČR. Do VaV, jehož výsledky mají využití v tradičních i nových kulturních a kreativních odvětvích, se mohou zapojit i vybraná výzkumná centra vybudovaná z prostředků fondů EU působící v oblasti materiálového VaV, optoelektroniky a digitálních technologií. Tematická oblast Kulturní a kreativní odvětví se dále vyznačuje poměrně rozvinutou spoluprací podniků s VO v projektech VaVal (viz obr. 6) i relativně vysokým počtem patentových přihlášek podaných podniky a VO (viz tab. 16).

Obrázek 6. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Tabulka 17. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 5 – Kulturní a kreativní odvětví	
Tradiční kulturní a kreativní odvětví	NACE 13 – Výroba textilií
	NACE 14 - Výroba oděvů
	NACE 15 - Výroba usní a souvisejících výrobků
	NACE 132 - Tkaní textilií
	NACE 139 - Výroba ostatních textilií
	NACE 231 - Výroba skla a skleněných výrobků

	<p>NACE 234 - Výroba ostatních porcelánových a keramických výrobků</p> <p>NACE 267 - Výroba optických a fotografických přístrojů a zařízení</p> <p>NACE 310 - Výroba nábytku</p> <p>NACE 324 - Výroba her a hraček</p> <p>NACE 842 - Činnosti pro společnost jako celek</p>
<b>Nová kulturní a kreativní odvětví</b>	<p>NACE 581 - Vydávání knih, periodických publikací a ostatní vydavatelské činnosti</p> <p>NACE 582 - Vydávání softwaru</p> <p>NACE 631 - Činnosti související se zpracováním dat a hostingem; činnosti související s webovými portály</p> <p>NACE 702 - Poradenství v oblasti řízení</p> <p>NACE 731 - Reklamní činnosti</p> <p>NACE 732 - Průzkum trhu a veřejného mínění</p>

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace<sup>12</sup>. Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.<sup>13</sup>*

### Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v této tematické oblasti a jejích aplikačních odvětvích ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Rozvoj pokročilých materiálů a technologií a jejich využívání v řadě oblastí, včetně tradičních řemeslných technik, umění, designu, památkové péče a dalších kulturních a kreativních profesí;
- Využívání přírodních, obnovitelných a recyklovaných materiálů, snižování dopadů na životní prostředí;
- Rozvoj digitálních technologií (včetně ICT a umělé inteligence) a jejich širšího využívání ve všech oblastech, včetně mediální tvorby, herního průmyslu, scénických umění, architektury, archivnictví, knihovnictví a dalších kulturních a kreativních odvětvích;
- Otevřený přístup k datům, databázím a dalším informacím;
- Rozvíjení inovativního potenciálu kreativních a kulturních odvětví vycházejícího nejen z technologií, ale i z jiných, nemateriálních zdrojů;
- Rozvoj multidisciplinárního přístupu a aktivity vedoucí k propojování aktérů a vytváření sítí.

Tematická oblast Kulturní a kreativní odvětví obsahuje jednu doménu specializace – Kulturní a kreativní odvětví nástrojem akcelerace socioekonomického rozvoje ČR.

<sup>12</sup><https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

<sup>13</sup> Uvedené obory činnosti nepokrývají plnou šíři KKO, protože ta jsou v jiných analýzách (zejména v materiálu Mapování KKP v ČR vytvořeném Institutem umění-Divadelním ústavem) vymezena mnohem šířeji. Za významné obory KKO jsou považovány zejména NACE 711 – Architektura a urbanismus, NACE 910 - Knihovny, muzea, galerie, památky, NACE 951 – film a video, NACE 741 - Design (průmyslový, grafický, módní, světelný, intermedia), NACE 620 - Videohry a multimédia a řada dalších. Výzkumné a inovační projekty zasahující do těchto oborů nebylo možné kvůli nepřesnosti evidence CZ NACE u jednotlivých subjektů takto detailně identifikovat, což ale neznamená, že v uvedených oborech spolupráce podniků a výzkumných organizací neprobíhá.

## 5.1 Kulturní a kreativní odvětví nástrojem akcelerace socioekonomického rozvoje ČR

Doména specializace je zaměřena na širokou oblast kulturních a kreativních odvětví v členění:

- Progresivní design produktů
- Expanze přístupu Design Thinking a dalších kreativních technik pro inovativní modelování služeb a procesů
- Experimentální nasazení vybraných technologií
- Aplikovaný výzkum v oblasti společenských, humanitních a uměleckých věd (tzv. SHUV obory) využívající kreativitu, podnikavost a badatelství pro variantní návrhy řešení výzev 21. století.

Ke každé oblasti je vypracována anotace a příklady aplikací na vybraných odvětvích. Výčet aplikací a uvedených KETs není taxativní a jeho účelem je poukázat na potenciál uplatnění jak v tradičních KKO, stejně jako v nových KKO.

### 5.1.1 Progresivní design produktů

Anotace: Posun tuzemských producentů v mezinárodních dodavatelských řetězcích a zvýšení konkurenceschopnosti českých výrobků na základě aplikovaného produktového/průmyslového designu (aspirace k Tier1 dodavatelství), vč. tzv. digitálního exportu.

Mezi takové oblasti lze zařadit VaV nových netkaných a chytrých textilií, chytrých oděvů se sensorickými funkcemi, VaV designu periferních a komunikačních zařízení nebo v oblasti návrhů karoserií motorových vozidel, lodí, člunů a letadel. Dále pak VaV v oblasti designu nábytku a v oblasti aplikovaných imersivních technologií v nakladatelské činnosti.

### 5.1.2 Expanze přístupu Design Thinking a dalších kreativních technik pro inovativní modelování služeb a procesů

Anotace: Socioekonomický výzkum potřeb v jednotlivých zákaznických segmentech a návazná customizace nabídky služeb s cílem designu vyššího užítku pro zákazníka a sekundárně vyšší přidané hodnoty, vč. programových, digitálních a informačních činností.

Jedná se například o VaV v oblasti digitalizace zpracování a 3D audiovizí, kyberbezpečnosti zpracování dat, urbanismu a moderní architektury nebo VaV činnosti pro aplikace Design Thinking či jiných technik ve vedení podniků a organizací.

### 5.1.3 Experimentální nasazení vybraných technologií

Anotace: Implementace technologií a měření jejich dopadů pro ekonomický rozvoj sektoru KKO a také měření důsledků těchto technologií na behaviorální projevy společnosti a jednotlivce.

Jde např. o VaV důsledků aplikace imersivních technologií do vzdělávacích procesů.

### 5.1.4 Aplikovaný výzkum v oblasti společenských, humanitních a uměleckých věd (tzv. SHUV obory) využívající kreativitu, podnikavost a badatelství pro variantní návrhy řešení výzev 21. století.

Anotace: SHUV obory jsou v současném pojetí nedocenenou komponentou VaV činností přispívajících k rozvoji společnosti. Potenciál pro využití výsledků VaV je spatřován např. v aplikacích pedagogických/didaktických, aplikacích scénického umění, alternativní mediální tvorby, restaurování médií a artefaktů.

V této oblasti by se například mohlo jednat o design systému distančního celoživotního vzdělávání založeného na kreativitě a podnikavosti jedince.

Napříč aplikačními odvětvími se s ohledem na výše prezentované efekty technologií v KKO mohou uplatnit výsledky VaV v níže uvedených KETs (viz tab. 18).

Tabulka 18. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Kulturní a kreativní odvětví	Tradiční odvětví	Nová odvětví
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	82,9	54,0	28,9
Počet publikací	226,2	147,4	78,8
Počet patentových přihlášek podle zaměření	10,7	8,3	2,4
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	19,9	5,3	14,7
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	646,7	227,8	418,8
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	143,2	102,6	40,6
Počet publikací	737,9	480,5	257,4
Počet patentových přihlášek podle zaměření	38,8	37,4	1,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	24,7	9,2	15,5
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	52,8	0,0	52,8
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	53,8	32,5	21,3
Počet publikací	35,0	22,3	12,8
Počet patentových přihlášek podle zaměření	19,5	18,8	0,7
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	37,0	7,1	29,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 791,4	274,2	1 517,2
<b>Biotechnologie</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	83,8	53,5	30,3
Počet publikací	249,9	152,6	97,3
Počet patentových přihlášek podle zaměření	11,5	11,1	0,4
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	27,0	4,4	22,5
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 009,3	253,6	755,7
<b>Umělá inteligence</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	36,9	11,2	25,8
Počet publikací	99,4	48,8	50,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	4,4	4,4	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	6,3	1,4	4,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	534,3	24,8	509,6
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>			
Veřejná podpora projektů VaVaI (mil. Kč)	20,2	9,7	10,5
Počet publikací	46,1	20,9	25,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	3,4	3,4	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	11,3	2,2	9,1
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	41,7	0,0	41,7

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVaI)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

## Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV souvisí zejména s využitím optických materiálů v produkci spadající pod tradiční KKO, případně souvisí s dalšími technologickými aplikacemi (např. sklářské technologie, LED a laserové světelné zdroje, 3D skenování apod)</li> <li>- další VaV uplatnění existuje v oblasti senzoryky a vizualizačních technologií (viz níže imersivní technologie)</li> </ul>
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV především v tradičních KKO (např. zakázková strojírenská výroba, vývoj polymerních systémů) a v aplikacích např. v konstrukčních činnostech, výrobě skla, výrobě keramiky, výrobě textilií (specifickou oblastí uplatnění pokročilých materiálů jsou biotechnologie, viz níže)</li> </ul>
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV aplikací v předprodukční a produkční fázi (např. technologie prototypování, dynamického modelování výrobních procesů, aditivní výroby apod.)</li> </ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV biotechnologií s vazbou na nové KKO (např. výroba designových obalů z biodegradabilních materiálů)</li> <li>- VaV v oblasti cirkulární ekonomiky</li> </ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV automatických/autonomních zařízení a prostředků v tradičních KKO (např. vyhodnocování big data a nuancí výrobních procesů) i nových KKO (např. skenovací prostředky k validaci pravosti uměleckých děl, zhodnocování kulturního dědictví za využití nástrojů Digital Humanities apod.)</li> </ul>
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV digitální komunikace a distančních forem kooperace (např. kyberbezpečnost vzdálených přístupů do databází uměleckých děl, distanční studium sbírek, identifikace a autorizace umělců v cloudových systémech apod.)</li> </ul>
<b>Imersivní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV 360° videosekvencí</li> <li>- VaV inovativních aplikací virtuální reality</li> <li>- VaV inovativních aplikací rozšířené reality</li> <li>- VaV holografie</li> </ul>

*Poznámka: U řady uvedených KETs se předpokládá jejich využití k aplikaci v soukromém i veřejném sektoru.*

## VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená NIP a doplněná z analýz

<b>Tradiční KKO</b>
<b>Průmyslové aplikace designu ve strojírenství, dřevozpracujícím průmyslu, plastikářském průmyslu, architektuře, technologiích a materiálovém inženýrství, např.:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nové materiály (včetně nanomateriálů) a jejich využití v designu v tradičních KKO a řemeslech a k užití dalšími zpracovateli</li> <li>- Aplikace produktového a průmyslového designu pro užití u koncového spotřebitele</li> <li>- VaV technologických procesů a jejich aplikace při tvorbě nových produktů s vysokou přidanou hodnotou (např. prototypování výroby, aditivní výroba, Test Before Invest přístup)</li> <li>- Aplikace výsledků VaV a technologií/technologických procesů při ochraně národního kulturního dědictví a národní identity (např. při povrchových úpravách artefaktů, v restaurátorství aj.)</li> <li>- VaV smart průmyslových aplikací (např. chytré textilie, ekologicky šetrné procesy výroby/implementace cirkulární ekonomiky a upcyklace)</li> </ul>
<b>Nová KKO</b>
<b>Expanze přístupu Design Thinking a dalších kreativních technik pro inovativní modelování služeb, např.:</b>

- VaV mediální tvorby, inovativní přístupy k vytváření mediálního obsahu
- VaV v oblasti herního průmyslu (tzv. game design)
- VaV aplikace umělé inteligence při modelování customizovaných služeb
- VaV aplikace numerických simulací, matematických modelů a umělé inteligence k analýze velkých dat z textových zdrojů (např. databázích, digitálních knihovnách, archivech aj.)
- VaV služeb digitální distribuce/nových forem distanční distribuce nehmotných statků a infrastruktura pro sdílení multimediálního obsahu (tj. služby dálkového zpřístupnění knihoven, muzeí, galerií, divadel apod.)
- VaV postupů restaurování a archivace paměťového fondu
- VaV služeb v oblasti marketingu a vytváření customizovaných řešení pro diferencované segmenty zákazníků/spotřebitelů/influencerů
- VaV socioekonomického potenciálu sdílených portfolií kreativců/tvůrců/designerů

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

#### **Aplikovaný výzkum v oblasti společenských, humanitních a uměleckých věd (tzv. SHUV obory) využívající kreativitu, podnikavost a badatelství pro variantní návrhy řešení výzev 21. století**

- VaV vlivů KKO na vzdělávání (např. VaV důsledků dlouhodobého užívání imersivních technologií na vnímání člověka při kognitivních procesech)
- VaV socioekonomických determinant pro rozvoj tvůrčího potenciálu
- VaV aplikace nástrojů kreativity, podnikavosti a badatelství do vzdělávacího kurikula ve všech vzdělávacích stupních (vč. preprimární úrovně)
- Dopad právní regulace a kulturní politiky na kulturní a kreativní průmysly v ČR (analýza důsledků a modelové scénáře)
- VaV potenciálu digitálního exportu české kulturní produkce

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- Multidisciplinární přístup – vzhledem k faktu, že v aplikačních odvětvích se uplatňují výsledky VaV ze všech KETs, měly by být návrhy VaV projektů předkládány s multidisciplinárními přesahy mezi SHUV obory a technologickými aplikacemi;
- Do VaV projektů v této doméně specializace lze zapojovat výzkumná centra vybudovaná z prostředků fondů EU působící ve všech relevantních technologických oblastech, a to zejména do výše uvedených multidisciplinárních projektů a projektů pokrývajících celý inovační cyklus, které mohou mít potenciál pro disruptivní inovace;
- Rozšířit potenciál networkingu mezi společenskými, humanitními a uměleckými vědami s technologickými aplikacemi (rozšíření potenciálu endogenního VaV do podniků a organizací, které se doposud této aktivitě nevěnují.
- Stimulovat domácí podniky (zejména MSP) k zahájení vlastních VaV aktivit;
- Stimulovat vznik nových firem založených na výsledcích veřejného VaV (zejména v digitálních technologiích a technologiích využívajících umělou inteligenci a zamezit tak odlivu tohoto know-how do zahraničí);
- Propojit výzkumná témata v KKO s výzkumnými tématy v oblastech pokročilých strojů a pokročilých technologií pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl

## 6. Udržitelné zemědělství a environmentální aplikační odvětví

Tematická oblast **Udržitelné zemědělství a environmentální aplikační odvětví** obsahuje pět aplikačních odvětví - Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji (zkráceně Hospodaření s přírodními zdroji), Udržitelné zemědělství a lesnictví (Zemědělství a lesnictví), Udržitelná produkce potravin (Produkce potravin), Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí, biodiverzity a ekologie přírodních zdrojů (Životní prostředí a biodiverzita) a Udržitelná výstavba, lidská sídla a technická ochrana životního prostředí (Výstavba a lidská sídla). Výdaje na VaV v podnikatelském sektoru jsou ve většině odvětví (výrazně) nižší než v jiných aplikačních odvětvích, což souvisí s charakterem realizovaného VaV i uplatněním jeho výsledků. Na rozdíl od jiných aplikačních odvětví, s výjimkou aplikačního odvětví Udržitelná produkce potravin, jsou výdaje na VaV realizovány převážně v domácích podnicích (viz tab. 19).

Hospodaření s přírodními zdroji je aplikačním odvětvím s nízkým počtem výzkumně aktivních podniků a nízkými podnikovými výdaji na VaV. Ve výdajích na VaV převládají domácí podniky (zejména velké podniky). V zaměření VaV je patrných několik významnějších směrů – vodní zdroje (management, zásoby vody, povrchová voda, ochrana vod, minerální prameny); výsadba (semena) a plodiny; lesní kultury a jejich ochrana a regenerace; půda, obdělávání půdy, eroze půdy a její řešení; zemědělská mechanizace a zemědělské stroje. Pozornost je věnována i klimatickým změnám.

Tabulka 19. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Udržitelné zemědělství a environmentální aplikační odvětví

Indikátor	Udržitelné zemědělství a env. odvětví	Hospodaření s přírodními zdroji	Zemědělství a lesnictví	Produkce potravin	Životní prostředí a biodiverzita	Výstavba a lidská sídla
Podnikové výdaje na VaV (mil. Kč)	1 624,6	183,3	215,6	284,5	87,6	853,7
Změna výdajů na VaV	26%	60%	44%	-16%	24%	39%
<i>Hl. m. Praha</i>	515,7	19,8	5,7	35,8	3,1	451,3
<i>Středočeský</i>	224,2	2,2	3,5	61,6	37,0	119,8
<i>Jihočeský</i>	94,0	25,8	1,7	40,8	7,0	18,7
<i>Plzeňský</i>	31,9	5,2	0,5	6,6	6,7	12,9
<i>Karlovarský</i>	11,6	0,0	0,0	0,0	8,0	3,6
<i>Ústecký</i>	89,8	0,6	57,4	7,6	1,5	22,7
<i>Liberecký</i>	5,2	0,0	0,7	2,5	0,6	1,5
<i>Královéhradecký</i>	89,2	35,5	18,9	8,9	3,6	22,4
<i>Pardubický</i>	23,4	4,1	8,7	1,2	0,0	9,5
<i>Vysočina</i>	68,9	18,7	4,8	9,0	8,8	27,5
<i>Jihomoravský</i>	207,8	58,2	19,4	44,5	0,4	85,3
<i>Olomoucký</i>	107,5	7,8	52,1	24,5	1,7	21,4
<i>Moravskoslezský</i>	97,9	2,4	33,8	28,4	7,7	25,6
<i>Zlínský</i>	57,7	3,0	8,4	13,4	1,4	31,5
HHI	502	1 536	838	326	6 397	1 655
Podíl domácích podniků	74%	54%	78%	54%	90%	83%
Podíl MSP	50%	29%	83%	58%	90%	39%
Veřejná podpora	1 173	92	70	169	175	667
Počet vědeckých publikací	5 577	773	95	1 952	764	1 993
Oborově normalizovaná citovanost	1,02	1,01	1,12	0,99	1,04	1,04
Počet patentových přihlášek	203	22	42	33	0	106
Vývoj patentové aktivity	-12,1%	-26,7%	53,3%	-49,9%	0,0%	-1,7%

### Poznámky:

- Podnikové výdaje na VaV a jejich struktura jsou stanoveny z průměrných ročních údajů za tříleté období 2016-2018 z šetření VTR 5-01, vývoj je vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2011-2013 a 2016-2018
- Veřejná podpora v projektech VaVal je stanovena pro období 2015-2018 z údajů CEP IS VaVal
- Publikáční aktivita a citovanost publikací jsou stanoveny pro období 2015-2018 z WoS
- Počty patentových přihlášek jsou součtem pro tříleté období 2015-2017, vývoj byl vyhodnocen z údajů pro dvě tříletá období 2010-2012 a 2015-2017



Také v aplikačním odvětví Zemědělství a lesnictví nejsou výdaje na VaV vysoké, ale v posledních letech se již zvyšují (viz tab. 19). VaV je soustředěn do domácích MSP. VaV v projektech podniků působících v aplikačním odvětví Udržitelné zemědělství a lesnictví je zaměřen na oblast výsadby a semenářství, ovocných stromů a ovocnářství, lesních porostů (stromů) a lesních ekosystémů. Další oblastí VaV je chov dobytka a ryb (kaprů). Mezi výzkumnými směry je i mechanizace, zejména stroje pro třídění, sběr a česání chmele. VaV je také zaměřen na genetiku (molekulární genetiku) a genetické zdroje. Na významu nabývají také projekty VaV, které se zabývají problematikou klimatických změn a erozí půdy.

Produkce potravin je aplikačním odvětvím s poměrně vysokým počtem výzkumně aktivních MSP i velkých podniků. Většina VaV je však realizována podniky pod zahraniční kontrolou. Veřejná podpora získávaná podniky je také poměrně vysoká, většina projektů podniků je řešena ve spolupráci s VO. VaV podniků působících v tomto aplikačním odvětví je zaměřen zejména na potravinové produkty. Pozornost je věnována mléčným produktům, pšeničným produktům i speciálním potravinám, jako jsou bezlepkové potraviny nebo zdravá výživa. VaV se zabývá i výrobními technologiemi (včetně využití nanotechnologií), dodávkami potravin a jejich kvalitou a bezpečností.

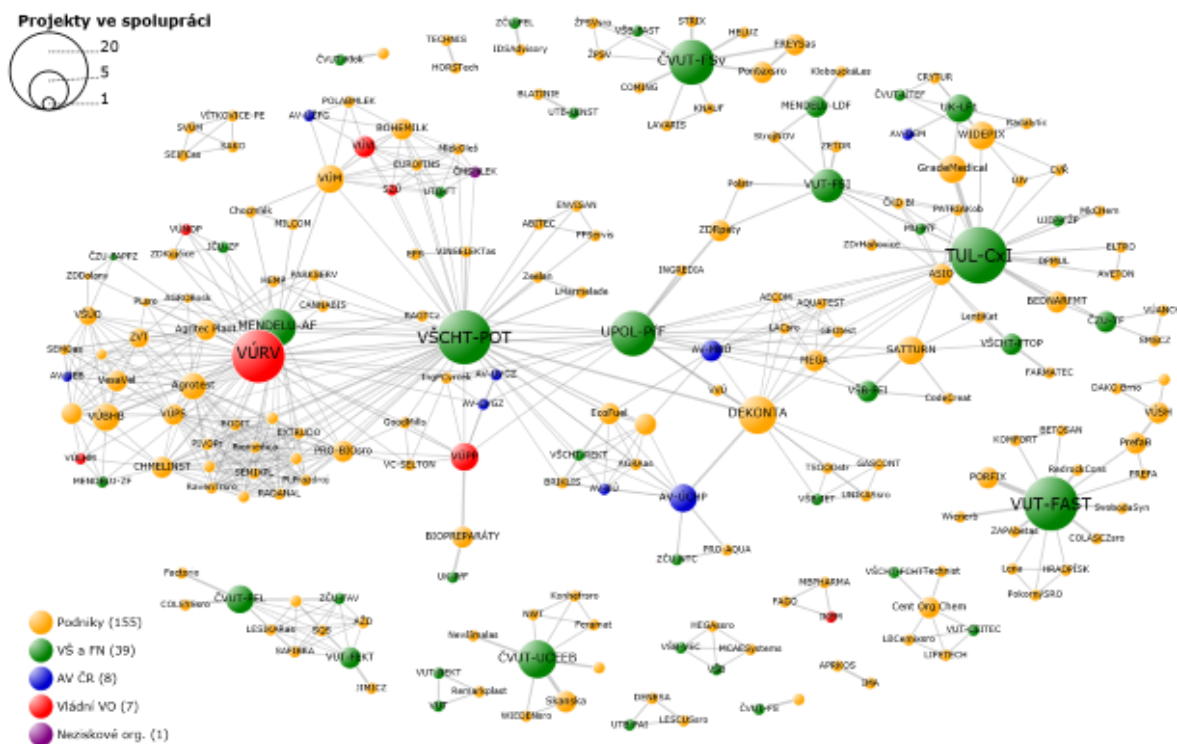
V aplikačním odvětví Životní prostředí a biodiverzita naopak působí poměrně nízký počet výzkumně aktivních podniků s VaV. Podnikové výdaje na VaV jsou poměrně nízké, ale většina z nich je realizována v domácích podnicích. Témata VaV v aplikačním odvětví Životní prostředí a biodiverzita se soustředí především na ochranu životního prostředí, nikoliv na hospodaření s přírodními zdroji, na které je zaměřeno aplikační odvětví „Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji“. Významným tématem VaV jsou zejména odpady (komunální), bahna, splaškové kalý a odpadní vody, polutanty, odpadní vzduch a jejich čištění. Další oblastí, kam se soustředí VaV, je problematika dopadů dobývání surovin.

V aplikačním odvětví Výstavba a lidská sídla jsou výdaje na VaV podnikatelského sektoru vysoké a mírně se zvyšují (viz tab. 19). V odvětví působí vysoký počet domácích výzkumně aktivních podniků. Také veřejná podpora, kterou tyto podniky získávají v projektech VaV, je poměrně vysoká a nadále se zvyšuje. Projekty VaV s účastí podniků byly zaměřeny na materiály využitelné ve stavebnictví, jako je beton (betonové směsi, železobeton, pórobeton a speciální betony), betonové prvky a struktury, cihly (akustické cihly), organické a kompozitní materiály, recyklované materiály, asfalty apod. Projekty se zabývají i technologiemi a procesům ve stavebnictví. Dalším směrem VaV je energetika v budovách (energeticky efektivní budovy, úspora energií, bioplyn), a technologie přátelské k životnímu prostředí. Pozornost je věnována i problematice odpadů (odpadní voda, odpadní vzduch) a jejich čištění. Patentová aktivita podniků i VO je vysoká, což spolu s rozvinutou spoluprací VO s podniky vytváří vhodné podmínky pro využívání výsledků VaV ve veřejném sektoru v inovacích.

I když v zemědělsky a environmentálně zaměřených aplikačních odvětvích působí relativně omezený počet výzkumně aktivních podniků, jejichž výdaje na VaV nejsou vysoké, poměrně silná znalostní základna pro tento VaV existuje ve VO, které spadají do gesce Ministerstva zemědělství a ve VO spadajících do gesce Ministerstva životního prostředí, a některých VO podnikatelského sektoru. Dalším příznivým faktorem pro realizaci nástrojů na podporu VaV v této tematické oblasti je široká znalostní a výzkumná základna ve veřejném sektoru (zejména na VŠ). Jelikož většina projektů s účastí podniků je realizována ve spolupráci s VO, je zde potenciál pro realizaci VaV projektů, kde budou podniky (i podniky bez zkušeností s VaV) spolupracovat s VO a využívat výsledky jejich VaV (viz obr. 7).

Většina podniků působících v aplikačních odvětvích této tematické oblasti nemá dostatečné zkušenosti s VaV v oblasti digitálních technologií, ICT a umělé inteligence. Pro VaV těchto progresivních technologií a jejich implementaci lze využít znalostní výzkumnou základnu v oblasti počítačových věd a ICT ve veřejném VaV (zejména na VŠ), která má příslušné odbornosti a která zároveň disponuje výzkumnou infrastrukturou pro realizaci takto zaměřeného VaV. Do realizace VaV projektů by měla být zapojena nejenom výzkumná centra vybudovaná z prostředků fondů EU, která působí v oblasti zemědělských a environmentálních věd, ale i centra působící v oblasti digitálních technologií, výpočetní techniky a umělé inteligence.

Obrázek 7. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Informační systém VaVal



Zdroj: Informační systém VaVal

Tabulka 20. Významná odvětví CZ-NACE

Tematická oblast 6 - Udržitelné zemědělství a environmentální aplikační odvětví	
<b>Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji</b>	NACE 382 - Odstraňování odpadů NACE 381 - Shromažďování a sběr odpadů NACE 383 - Úprava odpadů k dalšímu využití NACE 390 - Sanace a jiné činnosti související s odpady
<b>Udržitelné zemědělství a lesnictví</b>	NACE 01 - Rostlinná a živočišná výroba, myslivost a související činnosti (nerozlišeno) NACE 02 - Lesnictví a těžba dřeva (nerozlišeno) NACE 011 - Pěstování plodin jiných než trvalých NACE 201 - Výroba základních chemických látek, hnojiv a dusíkatých sloučenin, plastů a syntetického kaučuku v primárních formách NACE 283 - Výroba zemědělských a lesnických strojů
<b>Udržitelná produkce potravin</b>	NACE 101 - Zpracování a konzervování masa a výroba masných výrobků NACE 108 - Výroba ostatních potravinářských výrobků NACE 110 - Výroba nápojů NACE 463 - Velkoobchod s potravinami, nápoji a tabákovými výrobky
<b>Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí, biodiverzity a ekologie přírodních zdrojů</b>	NACE 05 - Těžba a úprava černého a hnědého uhlí (nerozlišeno) NACE 381 - Shromažďování a sběr odpadů NACE 382 - Odstraňování odpadů NACE 383 - Úprava odpadů k dalšímu využití NACE 390 - Sanace a jiné činnosti související s odpady
<b>Udržitelná výstavba, lidská sídla</b>	NACE 236 - Výroba betonových, cementových a sádrových výrobků NACE 412 - Výstavba bytových a nebytových budov

*Poznámka: Tato tabulka obsahuje významná relevantní odvětví NACE dle kritérií Odvětvové analýzy VaV v ČR se zaměřením na vertikální domény specializace.<sup>14</sup> Jedná se pouze o indikativní výčet odvětví dle NACE, který nemá vliv na kritéria výběru projektů v programech podpory s vazbou na Národní RIS3 strategii 2021-2027.*

### Hybné síly pro transformaci v aplikačních odvětvích a domény specializace

V budoucnosti budou vývoj v této tematické oblasti a jejích aplikačních odvětvích ovlivňovat například tyto hybné síly:

- Rozšiřující se uplatňování progresivních technologií (včetně biotechnologií) a materiálů (včetně biomateriálů a nanomateriálů) v zemědělství, potravinové výrobě, ochraně životního prostředí a v dalších odvětvích;
- Rozvoj digitálních technologií (včetně ICT a umělé inteligence) a jejich využívání ve všech aplikačních odvětvích této tematické oblasti;
- Rozšiřující se implementace systémů využívajících automatizaci zemědělských činností (Zemědělství 4.0, přesné zemědělství);
- Klimatická změna a dopad měnícího se klimatu na krajinu, hospodaření, využívání přírodních zdrojů a životní prostředí;
- Udržitelný rozvoj, využívání materiálů z obnovitelných zdrojů a druhotných surovin, minimalizace negativních dopadů činností člověka na životní prostředí;
- Snižování spotřeby energií a optimalizace spotřeby energií; využívání prvků bioekonomiky a cirkulární ekonomiky;
- Zvyšující se nároky na bezpečnost a kvalitu potravin, rozšiřující se uplatňování nových digitálních technologií (včetně umělé inteligence a robotiky) v potravinářské výrobě a dodávkách potravin;
- Vzrůstající urbanizace, uplatňování konceptu inteligentních a energeticky nezávislých budov apod.

S ohledem na charakter aplikačních odvětví a jejich roli v národním hospodářství je tato tematická oblast rozdělena do dvou domén specializace:

- Zelené technologie, bioekonomika a udržitelné potravinové zdroje a
- Inteligentní sídla.

Blíže jsou obě domény specializace a jejich vazby na KETs popsány v následujících kapitolách.

## 6.1 Zelené technologie, bioekonomika a udržitelné potravinové zdroje

Doména **Zelené technologie, bioekonomika a udržitelné potravinové zdroje** zahrnuje čtyři aplikační odvětví – Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji, Udržitelné zemědělství a lesnictví, Udržitelná produkce potravin a Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí, biodiverzity a ekologie přírodních zdrojů. Z analýzy vyplynulo, že v těchto odvětvích se s různou vahou uplatňují výsledky všech KETs (viz tab. 21).

Nejvyšší potenciál pro uplatnění výsledků VaV mají Biotechnologie, a to zejména v aplikačním odvětví Udržitelná produkce potravin. V případě potravinářské výroby je potenciál pro uplatnění výsledků takto zaměřeného VaV například v nových a progresivních výrobních postupech, analýzách složení a kvality potravin a v problematice bezpečnosti potravin.

Značný potenciál pro uplatnění mají Biotechnologie také v Udržitelném zemědělství a lesnictví. V tomto aplikačním odvětví se uplatní výsledky VaV zaměřeného na lesní kultury, zemědělské plodiny, šlechtění a další technologie v rostlinné i živočišné výrobě. Biotechnologie naleznou uplatnění i v aplikačních odvětvích Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji, kde byly současné projekty VaV zaměřeny zejména na problematiku zemědělské půdy a nakládání s odpady, a Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí, biodiverzity a ekologie přírodních zdrojů, kde je potenciál pro uplatnění zejména v nakládání s odpady (odpadní vodou, vzduchem a plyny), v problematice znečištění atmosféry a ve vodním hospodářství.

<sup>14</sup><https://www.mpo.cz/assets/cz/podnikani/ris3-strategie/projekty-na-podporu-ris3/operacni-program-technicka-pomoc/2020/7/Odvetvova-analyza-VaV.pdf>

Výsledky VaV v Pokročilých výrobních technologiích mají potenciál pro uplatnění v zemědělské technice a technologiích využívaných v zemědělské výrobě, lesnictví a ekologii. Jedná se například o automatická zařízení pro různé účely (třídění, kontrola, přeprava), zařízení pro pěstování plodin, dopravní prostředky v zemědělství/lesnictví a další zemědělské stroje. Výsledky VaV se uplatní v technologiích napomáhajících udržitelnému rozvoji krajiny a technologiích snižujících negativní dopady na životní prostředí.

Výsledky VaV zaměřené na Pokročilé materiály a nanotechnologie mají potenciál pro využití v aplikačních odvětvích Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí, biodiverzity a ekologie přírodních zdrojů a Udržitelná produkce potravin. Výsledky takto zaměřené VaV se mohou uplatnit jak v inovativních technologiích v oblasti životního prostředí (například v souvislosti s využitím surovin), tak i v potravinářské výrobě (včetně technologií využívajících produktů na bázi nanotechnologií). Z pokročilých materiálů se v těchto odvětvích mohou uplatnit například bioaktivní substance, polymery, polymerní nosiče, polykarbonáty, nanomateriály.

Potenciál pro uplatnění mají výsledky VaV zaměřené na problematiku Umělé inteligence a Digitální bezpečnosti a propojenosti. Tyto progresivní technologie mohou být využity v technologiích pro Zemědělství 4.0 (smart farming), v tzv. precizním zemědělství, v systémech řízení mobilní techniky, expertních systémech apod. Další uplatnění je i v potravinářské výrobě.

Tabulka 21. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Udržitelné zemědělství a env. odvětví	Hospodaření s přírodními zdroji	Zemědělství a lesnictví	Produkce potravin	Životní prostředí a biodiverzita
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	57,7	0,0	2,8	1,1	5,6
Počet publikací	146,4	7,9	0,8	28,8	19,9
Počet patentových přihlášek podle zaměření	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	9,3	0,2	0,2	4,4	1,0
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	608,3	50,0	0,0	0,0	0,0
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	132,5	0,0	10,4	23,0	16,8
Počet publikací	417,2	39,0	1,9	72,4	66,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,5	0,2	2,1	1,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	16,4	0,8	1,5	6,9	2,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	55,6	50,0	0,0	5,6	0,0
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	27,1	1,4	0,2	20,3	0,1
Počet publikací	18,9	2,5	0,1	3,2	2,0
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,1	0,6	2,4	2,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	30,2	4,2	3,2	5,6	6,4
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	173,3	0,0	72,8	0,0	0,0
<b>Biotechnologie</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	106,4	1,6	12,0	65,9	11,8
Počet publikací	127,0	23,2	2,8	50,1	15,5
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,7	0,7	5,8	9,1	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	22,1	1,8	5,3	7,2	2,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Umělá inteligence</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	23,3	0,0	0,0	2,8	0,0
Počet publikací	45,1	1,7	0,1	9,8	1,8
Počet patentových přihlášek podle zaměření	1,1	0,9	0,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,5	0,0	0,0	0,1	0,7
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	467,4	114,6	72,8	280,0	0,0
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>					
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	34,7	0,4	0,0	17,9	0,0
Počet publikací	23,7	0,4	0,0	5,6	0,6
Počet patentových přihlášek podle zaměření	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,7	0,0	0,1	0,8	0,3
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 320,9	50,0	0,0	0,0	0,0

### Poznámky:

- Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)
- Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)
- Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)
- Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)

### Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV zaměřený na využití elektronických a optoelektronických systémů a metod v zemědělství a potravinové výrobě (elektrochemické metody, elektrokoagulace, doprava, osvětlení, fluorescence apod.)</li><li>- VaV zaměřený na oblast energetiky (spotřeba energií, ukládání energie, fotovoltaika apod.)</li></ul>
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV pokročilých materiálů a jejich využití v zemědělství, výrobě potravin a ekologii (bioaktivní substance, polymery, polymerní nosiče, polykarbonáty, nanomateriály apod.)</li></ul>
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV pokročilých výrobních technologií (včetně nanotechnologií) a jejich využití v zemědělství a lesnictví (třídění, kontrola, přeprava, pěstování plodin, dopravní prostředky a další);</li><li>- VaV pokročilých výrobních technologií (včetně nanotechnologií) a jejich využití v hospodaření s přírodními zdroji, ochraně životního prostředí a biodiverzity a ekologii (technologie napomáhající udržitelnému rozvoji krajiny, snižující negativní dopady na životní prostředí, zpracování a likvidace odpadů apod.)</li></ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV zaměřený na biotechnologie a jejich využití ve výrobě potravin (výrobní postupy, analýzy složení a kvality, bezpečnost a kvalita potravin apod.)</li><li>- VaV zaměřený na biotechnologie a jejich využití v zemědělství a lesnictví (lesní kultury, zemědělské plodiny, šlechtění a další technologie v rostlinné i živočišné výrobě)</li><li>- VaV zaměřený na biotechnologie a jejich využití v hospodaření s přírodními zdroji a ochraně životního prostředí (například pro nakládání s odpady a odpadní vodou, bioodbourávání nebezpečných odpadů, odstranění polutantů a znečištění atmosféry, technologie využitelné ve vodním hospodářství apod.)</li></ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- VaV automatických zařízení a jejich využití ve výrobě potravin</li><li>- VaV technologií pro Zemědělství 4.0 (smart farming)</li></ul>
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Sensorové sítě pro monitorování kultur a hospodářských zvířat, životního prostředí apod.</li></ul>

### VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Nár. inovačními platformami a doplněná z analýz

<b>Hospodaření s přírodními zdroji</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Cirkulární ekonomika, bioekonomika, využití odpadů a sedimentů, splaškové kaly a odpadní vody (např. průmyslová voda)</li><li>- Kvalita vodních zdrojů (management, zásoby vody, povrchová voda, ochrana vod, minerální prameny)</li><li>- Udržitelné využívání přírodních zdrojů (voda a půda)</li><li>- VaV zaměřené na genetické zdroje</li><li>- Technologie obdělávání půdy, eroze půdy a její řešení</li></ul>

### Zemědělství a lesnictví

- Chytré a udržitelné zemědělství, zemědělství 4.0
- Ovocné stromy a ovocnářství
- Lesní ekosystémy a lesní hospodářství
- Chov dobytka a ryb (akvakultura)
- Zemědělská mechanizace - stroje pro třídění a sběr, zejména česání chmele, další technika pro zemědělství a lesnictví
- Genetika (molekulární genetika), genomika a genetické zdroje
- Vývoj moderních biotechnologií v zemědělství a lesnictví a jejich využití
- VaV zaměřený na rostlinnou a živočišnou výrobu
- Systém řízení mobilní zemědělské techniky, dálkový průzkum a monitoring
- VaV zaměřený na adaptaci klimatických změn
- VaV zaměřený na nepotravinářské produkce (biomasa, recyklované a odbouratelné materiály)
- VaV zaměřený na precízní zemědělství
- Udržitelné zemědělství na orné půdě a TTP
- Výsadbový materiál (semena), plodiny, les a lesní kultury a jejich ochrana a regenerace

### Produkce potravin

- Technologie a biotechnologie pro výrobu potravin a analytických metod pro potravinářství (včetně využití nanotechnologií, fyzikální technologie a metody apod.)
- Udržitelná produkce zdravotně nezávadných a kvalitních potravin
- VaV zaměřený na složení potravin a jejich vliv na lidské zdraví, nutraceutika
- Kvalita a bezpečnost potravin (oblast hygieny a sanitace)
- Využití netradičních zdrojů bílkovin (Novel food)
- Vývoj nových technologií při zpracování a skladování potravin (nanotechnologie, studená plazma, ošetření vysokým tlakem, vysokonapěťové pulzy PEF...)
- Reformulace potravin s ohledem na snížení množství negativně vnímaných složek
- Potravinové produkty – nové výrobky pro skupiny populace se speciálními požadavky na výživu (bezlepkové potraviny, výživa seniorů)
- Transport a dodávka potravin (např. inteligentní obalové systémy)

### Životní prostředí a biodiverzita

- Polutanty, odpadní vzduch a jejich čištění
- VaV adaptačních opatření ke snížení nepříznivých důsledků změny klimatu
- Rekultivace/revitalizace po těžební činnosti (zejména hnědého uhlí)
- VaV zaměřený na ekologii přírodních zdrojů a ekosystémové služby
- VaV zaměřený na ochranu životního prostředí, biodiverzitu, udržování chráněných ekosystémů apod.
- Udržitelný rozvoj krajiny, predikce negativních přírodních změn a environmentální bezpečnost včetně ochrany proti povodním
- Bezpečné zemědělské technologie pro likvidaci havárií
- VaV zaměřený na globální změny a adaptaci na klimatické změny

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Právní, sociální a etické aspekty genetických zásahů v zemědělství (GMO, cílená mutagenese)
- Společenské dopady změny klimatu

### Doporučení pro realizaci nástrojů NRIS3

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- Vzhledem k tomu, že výdaje na VaV jsou ve většině odvětví nízké, je zapotřebí stimulovat podniky k zahájení VaV aktivit;
- Využít rozvinutou spolupráci podniků s VO (včetně VO v gesci Ministerstva zemědělství a VO v gesci Ministerstva životního prostředí) pro řešení náročnějších projektů VaVal;
- Stimulovat podniky, které zatím nerealizují VaV, k zahájení vlastních VaV aktivit, nebo do realizace projektů ve spolupráci s VO;
- Podporovat multidisciplinární projekty zahrnující více KETs a aplikačních odvětví, kde bude realizován náročný VaV ve spolupráci VO (včetně center vybudovaných z prostředků fondů EU) s podniky směřující k realizaci disruptivních inovací (například využití digitálních technologií a umělé inteligence v zemědělství a životním prostředí);

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou, jako jsou klimatické změny a snižování jejich dopadů, udržitelný rozvoj, Green Deal a další.

### 6.2 Inteligentní sídla

Doména **Inteligentní sídla** obsahuje aplikační odvětví Udržitelná výstavba, lidská sídla. VaV bude v této doméně zaměřen na nové a pokročilé materiály a technologie, včetně digitálních technologií, ICT a umělé inteligence a jejich využití ve stavebním inženýrství, výstavbě, budovách a lidských sídlech, včetně souvislosti s udržitelností a ochranou životního prostředí. Jak je patrné z tab. 22, v aplikačním odvětví Udržitelná výstavba, lidská sídla se uplatňují výsledky VaV ze všech KETs.

Tabulka 22. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz

KET / indikátor	Udržitelné zemědělství a env. odvětví	Výstavba a lidská sídla
<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	57,7	48,2
Počet publikací	146,4	89,0
Počet patentových přihlášek podle zaměření	1,6	1,5
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	9,3	3,5
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	608,3	558,3
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	132,5	82,4
Počet publikací	417,2	237,8
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,5	12,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	16,4	4,4
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	55,6	0,0
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	27,1	5,1
Počet publikací	18,9	11,2
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,1	10,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	30,2	10,9
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	173,3	100,5
<b>Biotechnologie</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	106,4	15,0
Počet publikací	127,0	35,5
Počet patentových přihlášek podle zaměření	15,7	0,0
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	22,1	4,8
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	0,0	0,0
<b>Umělá inteligence</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	23,3	20,5
Počet publikací	45,1	31,7
Počet patentových přihlášek podle zaměření	1,1	0,2
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,5	0,7
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	467,4	0,0
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>		
Veřejná podpora projektů VaVal (mil. Kč)	34,7	16,4
Počet publikací	23,7	17,1
Počet patentových přihlášek podle zaměření	0,8	0,3
Počet patentových přihlášek podniků podle RES	1,7	0,5
Příspěvek EK v programu H2020 (tis.€)	1 320,9	1 270,9

**Poznámky:**

- *Veřejná podpora je vyhodnocena pro období 2015-2018 (CEP IS VaVal)*
- *Počet publikací je vyhodnocen pro období 2015-2018 (WoS)*
- *Počet patentových přihlášek je vyhodnocen pro období 2014-2018 (PATSTAT 2019b)*
- *Příspěvek EK v programu Horizont 2020 je vyhodnocen pro dosud financované projekty (eCORDA, říjen 2019)*

Značný potenciál pro uplatnění mají výsledky VaV zaměřené na Pokročilé materiály a nanotechnologie. Tyto materiály mohou být využity v různých oblastech stavitelství, kde povedou ke zlepšení užitečných vlastností budov, včetně vnitřních prostor, zefektivnění výstavby a ke snížení negativních dopadů na životní prostředí (například betony se specifickými vlastnostmi, odolné materiály, speciální polymery a kompozity).

V aplikačním odvětví Udržitelná výstavba, lidská sídla budou využívány i výsledky VaV v Pokročilých výrobních technologiích. Tyto technologie mohou přispět jak ke zvýšení produktivity a kvality procesů výstavby (jedná se například o aditivní výrobu, výrobní technologie pro speciální stavební materiály, energeticky účinné technologie v budovách apod.), tak i ke snížení negativních dopadů technologií na životní prostředí a zvýšení environmentální bezpečnosti.



Uplatnění mají i výsledky VaV zaměřené na Biotechnologie. Potenciál je zejména v ochraně životního prostředí (čištění odpadních vod, znečištěného vzduchu apod.) a snižování negativních dopadů výstavby (například nakládání s odpady), v environmentálně šetrných technologiích, zajištění udržitelného rozvoje krajiny apod. I když zkušenosti podniků působících v oblasti výstavby s takto zaměřeným VaV nejsou vysoké, v ČR je pro biotechnologie silná znalostní základna ve veřejném výzkumu (zejména ve VŠ a výzkumných ústavech vládního sektoru).

Potenciál pro uplatnění v aplikačním odvětví Udržitelná výstavba, lidská sídla mají i výsledky VaV ve fotonice a mikro-/nanoelektronice. Výsledky takto zaměřené se uplatní zejména v osvětlovací technice, senzorech, fotovoltaických článcích a energetických systémech v budovách.

V aplikačním odvětví Udržitelná výstavba, lidská sídla mají využití i výsledky VaV zaměřené na Umělou inteligenci a Digitální bezpečnost a propojenost. Potenciál je například v inteligentních systémech budov (monitorování budov a jejich ostraha) nebo v analýze obrazu (identifikace osob, rozpoznání lidské činnosti). Uplatnění je i v řízení spotřeby energie a konceptech, jako jsou Smart Cities a Smart Grids, nebo v komunikaci a zajištění kybernetické bezpečnosti.

### Výzkumná témata v KETs s potenciálem pro uplatnění v aplikačních odvětvích

<b>Fotonika a mikro-/nanoelektronika</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV elektronických a elektrotechnických prvků, systémů a zařízení využitelných v budovách a ve výstavbě</li> <li>- VaV optických zdrojů a osvětlovací techniky pro budovy</li> <li>- VaV senzorů elektrických a neelektrických veličin s využitím v budovách a ve výstavbě</li> <li>- VaV fotovoltaických článků a systémů s využitím v budovách a lidských sídlech</li> </ul>
<b>Pokročilé materiály a nanotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV nových a pokročilých materiálů (včetně nanomateriálů) s využitím ve stavebních technologiích v budovách (betony se specifickými vlastnostmi, odolné materiály, speciální polymery a kompozity, pokročilé konstrukční materiály apod.)</li> <li>- VaV technologií využívajících pokročilé materiály a nanotechnologie a jejich implementace do výstavby</li> </ul>
<b>Pokročilé výrobní technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV pokročilých technologií přispívajících k zefektivnění výstavby a ke snížení negativních dopadů na životní prostředí</li> <li>- VaV pokročilých technologií snižujících negativní dopady technologií na životní prostředí, přispívajících ke zvýšení environmentální bezpečnosti a kvality procesů výstavby (aditivní výroba a 3D tisk, výrobní technologie pro speciální stavební materiály, energeticky účinné technologie v budovách apod.).</li> </ul>
<b>Biotechnologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV biotechnologií přispívajících k ochraně životního prostředí (čištění odpadních vod, znečištěného vzduchu apod.) a snižování negativních dopadů výstavby (například nakládání s odpady)</li> <li>- VaV biotechnologií s uplatněním v environmentálně šetrných technologiích, přispívajících k zajištění udržitelného rozvoje krajiny apod.</li> </ul>
<b>Umělá inteligence</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV umělé inteligence a jejího využití ve výstavbě a lidských sídlech (inteligentní systémy budov, monitorování budov a jejich ostraha, analýza obrazu s využitím v identifikaci osob a rozpoznání lidské činnosti apod.).</li> </ul>
<b>Digitální bezpečnost a propojenost</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- VaV zaměřený na bezpečnou komunikaci a zajištění kybernetické bezpečnosti</li> <li>- VaV zaměřený na ochranu řídicích systémů „smart“ sídel</li> </ul>

## VaVal témata v aplikačních odvětvích stanovená Nár. inovačními platformami a doplněná z analýz

### Výstavba a lidská sídla

- Materiály pro stavebnictví, pokročilé materiály (včetně nanomateriálů) a jejich využití ve výstavbě
- Pokročilé technologie a výrobní procesy a jejich uplatnění ve výstavbě a lidských sídlech
- VaV zaměřený na princip udržitelnosti (sustainability) v architektuře a urbanismu
- Digitální technologie a umělá inteligence a jejich implementace do staveb a produktů využívaných ve výstavbě a lidských sídlech
- Digitálních prostředky pro navrhování v architektuře a urbanismu
- Snižování energetické náročnosti budov a negativních dopadů na životní prostředí
- Využívání materiálů z druhotných surovin ve výstavbě
- Udržitelný rozvoj krajiny a lidských sídel, ochrana životního prostředí v souvislosti s výstavbou a technologie přátelské k životnímu prostředí
- VaV zaměřený na globální změny a adaptaci na změny klimatu
- Svahové deformace sesuvy půdy a podobné jevy zemského povrchu
- VaV zaměřený na strukturu prvků zelené infrastruktury ve vazbě na šedou infrastrukturu v souladu s požadavky na preferované ekosystémové služby
- Nakládání s odpady a jejich čištění
- Bezpečnostní výzkum zaměřený na resilientní komunity (bezpečný veřejný prostor, bezpečnost infrastruktur a environmentální bezpečnost) Bezpečné inteligentní domy a sídla pro případy velkých havárií
- Autonomní výstražné a ochranné systémy budov

### Výzkumná témata v oblasti společensko-vědního výzkumu

- Bezpečnostní výzkum zaměřený na resilientní komunity (bezpečný veřejný prostor, bezpečnost infrastruktur a environmentální bezpečnost)
- Dopady nových technologií na sociální vztahy a soukromí

### Doporučení pro přípravu nástrojů

Z analýzy vyplynula následující doporučení pro přípravu nástrojů na podporu VaVal:

- Vzhledem k tomu, že v odvětví je vysoký počet domácích MSP s vlastními VaV aktivitami, je zapotřebí jejich VaV nadále posilovat a stimulovat je k realizaci náročnějšího VaV, zejména ve spolupráci s VO z veřejného sektoru;
- Vzhledem k tomu, že v aplikačním odvětví se uplatňují výsledky VaV ze všech KETs, měly by projekty zahrnovat i multidisciplinární VaV (realizovaný například ve spolupráci s výzkumnými centry vybudovanými z prostředků fondů EU);
- Vzhledem k tomu, že podniky působící v oblasti výstavby většinou nebudou mít zkušenosti s VaV ve všech potřebných technologických oblastech (KETs), je zapotřebí podporovat projekty realizované ve spolupráci podniků a VO (z veřejného sektoru) a využívání výsledků těchto projektů ve výstavbě a lidských sídlech;
- Stimulovat vznik nových firem založených na výsledcích veřejného VaV (zejména v digitálních technologiích a technologiích využívajících umělou inteligenci, kde je patrný značný „únik“ znalostí do zahraničí), jejichž produkty budou mít uplatnění ve výstavbě, budovách, jejich zařízeních apod.;
- Jelikož je spolupráce podniků s VO v tomto odvětví poměrně rozšířená, je zapotřebí do této spolupráce začleňovat další subjekty, které zatím VaV nedisponují.

Dále je nezbytné zohlednit aktuální výzvy a trendy, které souvisejí s touto doménou (klimatická změna a „Green Deal“, stárnutí populace apod.).

## 7. Společenské výzvy

Tato část má vazbu na kapitolu hlavního dokumentu Národní RIS3 strategie 2021-2027 „Společenské výzvy a mise“ a je zaměřena na stručné anotace předpokládaných společenských výzev a misí, které budou součástí Národní RIS3 strategie 2021 – 2027. Text zatím představuje anotaci společenské výzvy „Zvýšená bezpečnostní rizika a proměnlivost bezpečnostních hrozeb,“ která spadá do gesce Ministerstva vnitra a má též vazbu na resortní programy podpory bezpečnostního výzkumu. Předpokládá se postupné doplňování této části ve vazbě na proces EDP (Národní inovační platformy, krajské inovační platformy) a práci expertní skupiny/expertních skupin zřízených pro tento účel.

### **Společenská výzva: Zvýšená bezpečnostní rizika a proměnlivost bezpečnostních hrozeb**

Technologický vývoj ovlivňuje a spoluutváří bezpečnostní výzvy současnosti. Nástup nových technologií přináší výzvy pro právní i bezpečnostní praxi v podobě nových způsobů jejich využívání ke společensky nebezpečné činnosti. Lze sledovat trendy vedoucí k nárůstu rizik ze spektra hrozeb, spojeného s působením cizí moci (terorismus, špionáž, subverze, sabotáž) v různých kontextech, organizovaného zločinu nových (např. s využitím digitálních technologií) i klasických forem či násilné kriminality nebo rizika selhání nebezpečných, nebo klíčových průmyslových provozů. Vedle toho stojí rizika zdravotních krizí a nenadálých přírodních událostí s dopadem na velké skupiny obyvatelstva. I s jejich negativními dopady se váže řada technologických trendů nebo technologicky podmíněných charakteristik moderní společnosti.

V moderní době lze sledovat sepětí výzev v zajišťování bezpečnosti a inovací. Sbližování obou těchto rovin je možné považovat za významný společenský trend. Jde o obousměrnou interakci, přinášející nejen velké nové výzvy, ale také příslib nových řešení, uplatnitelných posléze i v běžném životě společnosti. Vztah mezi výzkumem a bezpečností má strategický charakter, který přesahuje perspektivu taktického zásahu, krátkodobých operačních potřeb, nebo základního výzkumu. Podpora zacílená na tzv. bezpečnostní výzkum (VaV směřující k bezpečnostním inovacím) je logickou odpovědí, protože i původci řady hrozeb neváhají současné dynamické inovační prostředí využívat ve svůj prospěch.

#### **Předpokládané zacílení misí v této výzvě:**

Základním principem jednotlivých misí v této výzvě je cestou systematického využívání i budování výzkumných kapacit získávat a efektivně rozvíjet inovativní znalosti, metody a technologie, které umožňují bezpečnostnímu systému ČR a jeho zainteresovaným partnerům čelit současným i budoucím rizikům, která plynou z uvedených měnících se realit bezpečnostního prostředí. ČR se v roce 2008 stala jednou z několika málo evropských zemí, které začaly na tuto dynamiku reagovat soustředěnou podporou (bezpečnostního) výzkumu, vývoje a inovací na národní úrovni. Tato podpora i nadále pokračuje prostřednictvím národních programů podpory bezpečnostního výzkumu i Národní RIS3 strategie.

V Národní RIS3 strategii je z hlediska bezpečnostního výzkumu využíváno technologické orientace jednotlivých domén výzkumné a inovační specializace. Mise v rámci společenské výzvy „Zvýšená bezpečnostní rizika a proměnlivost bezpečnostních hrozeb“ jdou průřezově napříč doménami specializace a využívají poznatků plynoucích z podporovaných témat VaVal v těchto doménách a orientují vybraná podporovaná témata na poznatky a inovace využitelné pro bezpečnostní kontext. Jde např. o aplikace pokročilých materiálů a technologií ve prospěch bezpečnosti, využití umělé inteligence či digitálních technologií obecně apod. Jednotlivé mise však zohledňují též „netecnologické aspekty“ typu rozvoj znalostí a nástrojů procesů krizového řízení, schopnosti monitoringu a analýzy bezpečnostního prostředí a souvisejících trendů a odpovídající promítnutí jejich vývoje do legislativních a nelegislativních předpisů a dalších řídicích či plánovacích mechanismů aj.

Za tematické klastry, ve kterých lze hledat koncentraci domácích výzkumných a vývojových kapacit lze považovat bezpečnost informací, boj proti závažné kriminalitě, CBRNe a prevenci rizik katastrof. V těchto tématech lze také pravidelně narazit na úzkou spolupráci specializovaných státních výzkumných kapacit, aktivních v mezinárodní, především evropské, spolupráci a jejich akademických i privátních partnerů, s přímými dopady na schopnosti bezpečnostních sborů čelit výše uvedeným výzvám. V této souvislosti je nezbytné i zvýšení efektivnosti špičkových vědecko-výzkumných center v oblasti forenzních věd, rozšiřování jejich portfolia služeb, vývoj metod, technik a prostředků směřující k získávání důkazů z dříve neupotřebitelných materiálů.

V rámci jednotlivých misí budou v průběhu programového období identifikována témata VaVal. Obecné zacílení misí lze předpokládat následující:

### 1. Efektivní zásah

Zasahující osoby jsou schopny včas identifikovat hrozící nebezpečí nebo probíhající incident, zorientovat se v situaci a v nejkratším možném čase adekvátně a koordinovaně reagovat v jeho průběhu i po jeho skončení v souladu se svou systémovou funkcí. K tomu je všestranně připraven a vybaven vhodnými prostředky, včetně vlastní ochrany, které vždy splňují přísné nároky na funkci v náročných podmínkách a zároveň nesnižují úroveň pozornosti, či jinak nezatěžují fyzické či kognitivní kapacity jedince.

Prioritní tematické zaměření mise:

1. Vývoj znalostí, metod, nástrojů a technologií pro podporu akceschopnosti bezpečnostních a záchranných sborů zvládat bezpečnostní incidenty velkého rozsahu, za všech vnějších podmínek zásahu, včetně incidentů s přítomností CBRN látek nebo nástražných výbušných systémů (Efektivní intervence).
2. Systematický rozvoj znalostí, metod, nástrojů a technologií zvyšujících efektivitu dokumentace, vyšetřování a objasňování vzniku a průběhu trestných činů a bezpečnostních incidentů (Vyšetřování incidentů).
3. Rozvoj znalostí, metod, nástrojů a technologií zvyšujících efektivitu operačního řízení a udržování situačního přehledu, zejm. za krizových stavů (Včasná výstraha a situační přehled).

### 2. Adaptabilní bezpečnostní systém

Základem uvažování o bezpečnosti jsou prediktivní modelování, soustavná analýza rizik, modelování, simulace a evaluace. Bezpečnostní systém z nich těží a promítá jejich závěry do regulace i plánování na všech rozhodovacích úrovních. Jednotlivé bezpečnostní složky a součásti bezpečnostního systému se vnitřně vyvíjí a optimalizují vlastní plány, postupy, řídicí procesy a náklady tak, aby byly vždy schopné plnit své úkoly v požadované kvalitě a rozsahu, a tyto aspekty aktivně maximalizovat učením se ze zkušeností. Jejich směřování probíhá proaktivně, v prostředí, kde kritická rozhodnutí podporují přesné, důvěryhodné a precizně analyticky zpracované informace z maximálního možného spektra relevantních zdrojů.

Prioritní tematické zaměření mise:

1. Rozvoj znalostí, metod a nástrojů zkvalitňujících vnitřní schopnosti součástí bezpečnostního systému, tak aby byly vždy schopné plnit své úkoly v požadované kvalitě a rozsahu, a tyto aspekty aktivně maximalizovat učením ze zkušeností (Vnitřní schopnosti součástí bezpečnostního systému.)
2. Rozvoj znalostí, metod, nástrojů a technologií v oblastech výcviku, technické standardizace, ekonomiky a logistiky či specifických zdravotních dopadů práce za účelem zajištění efektivního fungování a dlouhodobého rozvoje bezpečnostních a záchranných sborů i dalších součástí bezpečnostního systému a jejich lidských zdrojů, včetně metod, nástrojů a evaluace podpory bezpečnostního výzkumu (*Bezpečnostní politika a krizové řízení*).
3. Rozvoj znalostí, metod, nástrojů a technologií umožňujících cílené získávání, vyhodnocování, uchovávání a distribuci či sdílení informací o sociogenních bezpečnostních hrozbách a rizicích (*Management bezpečnostních informací*).

## 8. Seznamy

### Seznam obrázků

Obrázek 1. Tematické oblasti/Národní inovační platformy a domény specializace .....	2
Obrázek 2. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	7
Obrázek 3. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	17
Obrázek 4. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	25
Obrázek 5. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	35
Obrázek 6. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	41
Obrázek 7. Mapa spolupráce mezi podniky působícími v aplikačních odvětvích tematické oblasti a VO v projektech podpořených v letech 2015–2018. Zdroj: Zdroj: Informační systém VaVal .....	49

### Seznam tabulek

Tabulka 1. Přehled klíčových umožňujících technologií a jejich orientační vymezení .....	3
Tabulka 2. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl .....	6
Tabulka 3. Významná odvětví CZ-NACE .....	7
Tabulka 4. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	9
Tabulka 5. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	13
Tabulka 6. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Digital market technologies a elektrotechnika .....	16
Tabulka 7. Významná odvětví CZ-NACE .....	18
Tabulka 8. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	20
Tabulka 9. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Doprava pro 21. století .....	24
Tabulka 10. Významná odvětví CZ-NACE .....	26
Tabulka 11. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	27
Tabulka 12. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	30
Tabulka 13. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Péče o zdraví, pokročilá medicína .....	34
Tabulka 14. Významná odvětví CZ-NACE .....	35
Tabulka 15. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	37
Tabulka 16. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Kulturní a kreativní odvětví .....	40
Tabulka 17. Významná odvětví CZ-NACE .....	41
Tabulka 18. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	44
Tabulka 19. Přehled základních ukazatelů charakterizujících VaV v tematické oblasti Udržitelné zemědělství a environmentální aplikační odvětví .....	47
Tabulka 20. Významná odvětví CZ-NACE .....	49
Tabulka 21. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	51
Tabulka 22. Vazby KETs na aplikační odvětví vyplývající ze zpracovaných analýz .....	55