



Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v České republice

VÝZKUMNÉ, TECHNOLOGICKÉ A PODNIKOVÉ ZÁZEMÍ V ČR
**Analýza pozice České republiky v oblasti technologického
rozvoje umělé inteligence**

10. prosince 2018

Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v České republice

Analýza pozice České republiky v oblasti technologického rozvoje umělé inteligence

Autoři:

Luboš Král, Michal Pěchouček, Jiří Vokřínek – Centrum umělé inteligence FEL ČVUT

Martin Fařun, Zdeněk Kučera, Michal Pazour, Tomáš Vondrák, Ondřej Pecha – Technologické centrum AV ČR

T A

Č R

Studie byla vypracována pro Úřad vlády České republiky autorským týmem Technologického centra Akademie věd ČR a Českého vysokého učení technického v Praze v minutendru č. 15 s názvem „Výzkum potenciálu rozvoje umělé inteligence v ČR“ rámcové smlouvy TI00UVCR001: Návrh perspektiv výzkumu reagujícího na důsledky tzv. čtvrté průmyslové revoluce (Společnost 4.0) – Etapa 2, realizovaném v programu BETA 2 Technologické agentury ČR, která je poskytovatelem finančních prostředků. Je však nutné podotknout, že jsou ve výstupech promítnuty názory a postoje řešitelského týmu vycházející z provedených analýz a šetření, které ale nevyjadřují postoj či pozici ÚV ČR či vlády ČR jako celku.

Veškeré údaje obsažené v této publikaci jsou aktuální k datu uzávěrky publikace, není-li uvedeno jinak.



Obsah

1	Manažerské shrnutí	5
1.1	Vybrané závěry	6
1.2	Významná témata rozvoje AI v ČR.....	8
1.3	SWOT analýza stavu AI v ČR.....	13
1.4	Přehled navrhovaných doporučení.....	14
1.5	Příklady VaV aplikačních AI projektů v ČR	15
2	Úvod	17
3	Vymezení oblastí AI pro účely studie	18
4	Metodický přístup	21
4.1	Financování národního VaV v AI	21
4.2	Analýza spolupráce mezi subjekty zapojenými v projektech VaV.....	22
4.3	Výsledky projektů VaV.....	22
4.4	Publikační aktivita	22
4.5	Zapojení do projektů podpořených v rámcových programech EU	23
4.6	Patentová analýza	24
5	Veřejné financování VaV v oblasti umělé inteligence v ČR.....	26
5.1	Účelová podpora VaV umělé inteligence	26
5.1.1	Vývoj a struktura účelového financování VaV v AI v ČR.....	26
5.1.2	Hlavní poskytovatelé a programy podpory.....	31
5.2	Stávající programy s možností podpory AI projektů	32
5.3	Institucionální podpora	34
5.4	Shrnutí, silné a slabé stránky ČR.....	34
6	Pozice ČR v oblasti technologického rozvoje AI	36
6.1	Výzkumné organizace	36
6.1.1	Vysoké školy.....	38
6.1.2	Výzkumné ústavy	40
6.1.3	Centra podpořená z operačních programů a výzkumné infrastruktury.....	41
6.1.4	Vybraná výzkumná centra AI v Evropě	45
6.2	Aplikační a startup sféra	49
6.2.1	Zapojení podniků do výzkumu a vývoje umělé inteligence v ČR	52
6.2.2	Startupová scéna	55
6.2.3	Srovnání české startup scény se světem.....	59
6.2.4	Financování AI startup scény v ČR	61
6.3	Podpůrná infrastruktura pro AI.....	65
6.4	Spolupráce ve VaV AI na národní úrovni.....	67
6.5	Zapojení ČR do mezinárodních VaV projektů řešících problematiku umělé inteligence	72
6.5.1	Zapojení ČR do projektů řešících AI	72
6.5.2	Mezinárodní porovnání zapojení do projektů AI v rámcových programech.....	75

6.6	Shrnutí, silné a slabé stránky ČR.....	78
7	Výsledky VaV.....	81
7.1	Výstupy projektů s veřejnou podporou	81
7.2	Publikační aktivita v mezinárodním srovnání.....	82
7.2.1	Výsledky indexované Web of Science v mezinárodním srovnání	82
7.2.2	Publikační činnost v mezinárodní spolupráci.....	86
7.3	Patentové přihlášky.....	86
7.3.1	Patentové přihlášky ČR	86
7.3.2	Mezinárodní porovnání patentové aktivity	89
7.4	Shrnutí, silné a slabé stránky ČR.....	93
8	Současný stav rozvoje AI v ČR.....	95
8.1	Postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích (GVC)	95
8.2	Pozice VaV v ČR z pohledu očekávaných dopadů AI na průmyslová odvětví.....	98
8.3	VaV projekty s dopadem na automatizaci lidské práce	102
8.4	Pokrytí AI technologií aplikačně orientovaným výzkumem v ČR	104
8.5	Porovnání dopadů AI v ČR se zeměmi OECD	109
8.6	Národní RIS3 strategie a Národní inovační strategie ve vztahu k AI	115
8.7	Rozvoj spolupráce mezi aktéry národního inovačního systému	116
8.8	Zapojení do mezinárodního výzkumu	117
8.9	Shrnutí, silné a slabé stránky ČR.....	120
9	Srovnání s iniciativami vybraných zemí.....	123
9.1	AI iniciativy na úrovni EU	123
9.2	Národní iniciativy podporující AI v zahraničí.....	125
9.3	Finský příklad dobré praxe a možnosti iniciativ v ČR	127
10	Workshop AI a hlavní postřehy z technologické části	133
11	Příležitosti k rozvoji výzkumného a aplikačního prostředí pro AI a doporučení	135
11.1	Příležitosti k rozvoji výzkumného a aplikačního prostředí pro AI	135
11.2	Strategické směry a obory rozvoje AI v ČR.....	137
11.3	Doporučení	143
11.3.1	Zvýšení konkurenceschopnosti ČR zaváděním disruptivních technologií	143
11.3.2	Využívání a propojování dat ze všech sektorů pro vývoj AI systémů	144
11.3.3	Rychlé aplikační ověřování výzkumných výsledků v AI a jejich transfer do praxe.....	144
11.3.4	Udržení a získání nových AI expertů a výzkumníků	145
11.3.5	Národní strategie, chytré investice	146
12	Nejdůležitější informační zdroje	147
13	Dodatky	150
13.1	Klíčová slova pro nalezení publikačních záznamů ve WoS	150
13.2	Seznam zkratk	152

1 Manažerské shrnutí

Cílem této studie je posoudit aktuální stav výzkumu a vývoje (VaV) v oblasti umělé inteligence (Artificial Intelligence, AI) v ČR. Studie se zaměřila na zmapování výzkumných aktivit v této oblasti, identifikaci klíčových aktérů, kteří se na VaV v této oblasti v současnosti podílejí, jejich zapojení do spolupráce i na analýzu výsledků VaV umělé inteligence. V souladu se zadáním byla pozornost věnována také financování VaV umělé inteligence a posouzení postavení ČR a možností dalšího rozvoje výzkumného a inovačního ekosystému v oblasti AI.

Potřeba aktivního vystupování v zavádění technologií AI vychází z předpokladu, že růst ekonomiky v následujícím období bude z rozhodující části založen na využívání nových technologií. Digitální technologie a AI mají v tomto směru vedoucí postavení. Podle ekonomického modelu zpracovaného pro ČR společností Deloitte [28] povede automatizace práce k růstu produktivity výrobních faktorů, HDP a mezd. Při plném využití technologického potenciálu pro automatizaci a za předpokladu adaptace pracovních sil by průměrné tempo růstu ekonomiky v příštích 16 letech mohlo dosáhnout 3,9 % ročně. Potenciál ekonomiky by se tak do roku 2033 zvýšil o 78 %, což je více než dvojnásobek růstu oproti základnímu scénáři bez využití automatizace. K podobným závěrům docházejí i národní studie jiných zemí, např. finská analýza [43].

Dalším důvodem, proč je toto téma v poslední době řešeno v řadě zemí s vysokou naléhavostí, je očekávaný disruptivní dopad AI technologií na trh práce. Tedy dopad nejen na práci s nízkou a střední kvalifikací, ale prakticky na všechny typy zaměstnání, včetně profesí vyžadujících vysokou kvalifikaci s vysokým platovým ohodnocením. Vzhledem ke struktuře pracovní síly v ČR a ke způsobu zapojení ČR do globálních hodnotových řetězců lze očekávat, že ČR bude patřit mezi země, jejichž profesní struktura bude vystavena největší změně (viz např. studie [35] a [5]). Tomu bude potřeba přizpůsobit nejen systém sociálního zabezpečení a rekvalifikace, ale především celý proces vzdělávání.

Transformace vzdělávacího systému na všech stupních je klíčovým úkolem, který sehraje zcela zásadní roli jak pro zajištění špičkových vědců a výzkumníků, tak pro zajištění kvalitní a adaptabilní pracovní síly. Na významu ztrácí dílčí znalosti a naopak nabývají komplexní dovednosti, zejména tzv. dovednosti pro 21. století¹, spolu s informatickým myšlením.

Jako první krok v systémovém přístupu k fenoménu AI v ČR v nadcházejícím období můžeme identifikovat potřebu vzniku národní strategie zahrnující priority v oblasti AI navazující na vládní program Digitální Česko [44], jejíž formulace úzce souvisí s odpověďmi na následující okruhy otázek:

- (1) Jakým způsobem může veřejný a soukromý sektor nejlépe zajistit, aby podniky a výzkumné instituce dostaly potřebnou podporu při vývoji a zavádění inovací založených na umělé inteligenci tak, aby potenciál, který nabízí umělá inteligence, byl v plném rozsahu využit pro zajištění konkurenceschopnosti a hospodářského růstu v podnikání?
- (2) Jak můžeme zajistit, aby veřejný sektor mohl ve svých vlastních činnostech využít možnosti, které poskytuje umělá inteligence, a byl tak schopen efektivně poskytovat vysoce kvalitní veřejné služby? Jak může datově orientované podnikání získávat prospěch ze sekundárního využívání informačních zdrojů veřejného sektoru?
- (3) Jak nás umělá inteligence ovlivní jako jednotlivce a jaký dopad bude mít na trh práce? Jaký bude její širší dopad na společnost a jak se na něj připravit? Jak můžeme zajistit, aby se naše sociální struktury přizpůsobily změnám, které přináší umělá inteligence, a abychom i nadále byli dobře fungující a prosperující společností?
- (4) Jaká regulatorní opatření se od veřejného sektoru očekávají v době nástupu umělé inteligence?

¹ Někdy také označovaných jako tzv. měkké dovednosti, tj. dovednosti zaměřené na rozvoj kreativity, kritického myšlení, spolupráce a komunikace s lidmi i se stroji, prezentace, projektového řízení a řešení problémů.

AI potřebuje k plnému využití svého potenciálu další podpůrné technologie, zejména datové zdroje. Je tedy významné a zásadní řešit následující otázky spojené s přípravou na zavádění AI:

- (1) Jak můžeme zajistit, aby potenciál, který nabízí umělá inteligence, byl v plném rozsahu využit pro zajištění konkurenceschopnosti a hospodářského růstu v podnikání?
- (2) Jak můžeme zajistit, aby veřejný sektor mohl ve svých vlastních činnostech využít možnosti, které poskytuje umělá inteligence, a byl tak schopen efektivně vytvářet vysoce kvalitní veřejné služby?
- (3) Jak můžeme zajistit, aby se naše sociální struktury přizpůsobily změnám, které přináší umělá inteligence, a abychom byli i nadále dobře fungující a prosperující společností?

ČR patří mezi země s největším očekávaným dopadem AI v oblasti automatizace, a to zejména ve výrobě, maloobchodu a velkoobchodu, zdravotnictví a sociálních službách, výuce a stavebnictví. Zároveň bude mít tato automatizace největší dopad do pracovních míst v porovnání se všemi ostatními zeměmi. Z informací, shromážděných v této studii, vyplývají následující zjištění, která si zaslouží pozornost.

1.1 Vybrané závěry

VÝZKUMNÝ A INOVAČNÍ EKOSYSTÉM

VaV umělé inteligence je realizován na celé řadě pracovišť veřejného výzkumu, a to zejména na významných technických vysokých školách. Také v některé ústavy AV ČR a další instituce se zabývají VaV v oblasti AI. Výzkum pokrývá celé technologické spektrum AI, výzkumná pracoviště realizují jak základní výzkum, tak i aplikovaný VaV v této oblasti (viz kap. 6.1).

S využitím finančních prostředků Evropských strukturálních a investičních fondů (ESIF) a národních zdrojů vznikla podpůrná infrastruktura pro výzkum AI a byla vybudována výzkumná centra AI. Centra disponují špičkovou výzkumnou infrastrukturou umožňující realizovat základní výzkum, který je kvalitní v mezinárodním srovnání (například evropské centrum excelence IT4Innovations). Na regionální úrovni působí řada aplikačně zaměřených center, která realizují VaV, jehož výsledky jsou využitelné podniky v inovacích (regionální VaVpl centra, jako je například Nové technologie pro informační společnost (NTIS) v Plzni). Viz kap. 6.1.3.

Také řada dalších výzkumných pracovišť prošla významnou přístrojovou inovací díky programům OP VaVpl a OP VVV a je připravena realizovat špičkový výzkum v oblasti AI. Na některých VŠ existují výzkumná pracoviště (výzkumná centra), která jsou cíleně zaměřena na VaV v oblasti AI. V posledních letech byla na většině VO vytvořena centra transferu technologií, která napomáhají komercializaci výsledků VaV a rozvoji spolupráce VO s aplikačním sektorem.

VaV v oblasti AI je realizován i v řadě domácích podniků, včetně mikropodniků a malých a středních podniků. Velké podniky působící v oblasti AI jsou však většinou pod zahraniční kontrolou a výsledky VaV jsou často využívány mateřskými firmami s centrály v zahraničí (viz kap. 6.2.1).

Důležitou součástí výzkumného a inovačního ekosystému v oblasti AI jsou začínající podniky (startupy). V současné době v ČR v oblasti AI působí téměř 40 startupů. Startupy se zaměřují na vývoj produktů a služeb zejména v oblasti informačních a komunikačních technologií a na vývoj podpůrných nástrojů pro různé oblasti nasazení (například vyhledávání textů, počítačové vidění apod.). Některé startupy v AI působí v oblasti bezpečnosti, marketingu, firemním managementu a v dalších odvětvích. V ČR existuje poměrně silně rozvinutá síť investorů rizikového kapitálu. Ukazuje se však, že v ČR je nedostatek projektů vhodných k financování rizikovým kapitálem (viz kap. 6.2).

VEŘEJNÁ PODPORA VAV V OBLASTI AI

Významným zdrojem financování VaV v oblasti AI jsou programy účelové podpory VaV (viz kap. 5). Účelová podpora dlouhodobě roste a mezi lety 2007 a 2017 se přibližně zdvojnásobila (260 mil. Kč v roce 2017). K velkému nárůstu jak veřejné podpory, tak i celkových nákladů na řešení projektů, došlo zejména mezi roky 2016 a 2018. Veřejná podpora VaV AI poroste i v následujících letech a v roce 2018 by měla přesáhnout částku 400 mil. Kč (stanoveno podle IS VaVal a plánovaných rozpočtů probíhajících projektů).

V letech 2015 – 2017 byly projekty zaměřené na VaV AI byly podpořeny v programech osmi poskytovatelů, a to zejména GA ČR, MŠMT a TA ČR. Žádný z těchto programů však nebyl specificky zaměřen na VaV AI a technologií využívajících AI. Problematice AI jsou nejbližší vybrané výzvy v programech TA ČR, které oborově zvýhodňují projekty v oblasti Průmyslu 4.0.

Účelová podpora VaV je využívána zejména VŠ, které v letech 2015 – 2017 získaly téměř 80 % účelové podpory poskytnuté na řešení projektů zaměřených na AI. Ve VŠ sektoru je takto zaměřený VaV realizován především na významných VŠ, jako je VUT v Brně, VŠB-TU Ostrava, ČVUT v Praze a UK v Praze. Veřejnou podporu získaly i některé startupy. Ostatní výzkumné organizace se do VaV v oblasti AI zapojují již méně. Přibližně 20 % účelové podpory bylo využito podniky, včetně mikropodniků a malých a středních podniků.

V projektech podporovaných z veřejných zdrojů často spolupracují podniky s VO. Některé fakulty VŠ hrají ve VaV v oblasti AI roli center, která poměrně intenzivně spolupracují s dalšími subjekty výzkumného a inovačního ekosystému. Na druhou stranu se ukazuje, že podniky spolu v projektech AI příliš nespolečně spolupracují. VO i podniky, včetně malých a středních podniků, se také zapojují do mezinárodních VaV projektů zaměřených na problematiku AI, které jsou podporovány v rámcových programech EU. Zapojení ČR je však ve srovnání se zeměmi EU-15 poněkud nižší.

VÝSLEDKY VAV

V projektech podpořených v programech účelové podpory bylo vytvořeno šest tisíc publikačních výsledků a téměř pět set aplikačních výsledků. V publikačních výsledcích převažují články v konferenčních sbornících, počty publikací v mezinárodních periodikách jsou výrazně nižší. Ve výsledcích aplikačního charakteru převládá software a technicky realizované výsledky, což souvisí s charakterem VaV v oblasti AI a jeho cíli (viz kap. 7).

Počet publikací zaměřených na AI v ČR výrazně roste a od roku 2005 do současnosti se roční publikační výstup v AI přibližně ztrojnásobil, což svědčí o tom, že v ČR výrazně roste i intenzita VaV v tomto oboru. Nárůst publikační aktivity v AI je však přibližně stejný, jako je nárůst celkového publikačního výstupu ČR. V některých zemích, jako je například USA, Japonsko a některé členské státy EU, počet publikací v AI roste rychleji než celkový publikační výstup země, a výzkum se tedy v těchto zemích stále více soustředí na oblast AI. Kvalita publikací (měřená oborově normalizovanou citovaností) zaměřených na problematiku AI je ve světovém srovnání nadprůměrná a je i podstatně lepší, než je celková kvalita publikací v ČR. Srovnání s výzkumně intenzivními zeměmi (například USA, Singapur, Izrael) a s průměrem EU-15 však ukazuje, že ČR kvalitou publikací v AI za světovou špičku zatím poněkud zaostává.

Podíl publikací zaměřených na AI vytvořených v spolupráci se zahraničními pracovišti je nižší, než je zastoupení publikací vytvořených v mezinárodní spolupráci v celkovém publikačním výstupu ČR, což naznačuje, že VaV systém v oblasti AI je relativně uzavřen mezinárodní spolupráci. Také podíl publikací vytvořených ve spolupráci VO a podniků je poměrně nízký, a to přesto, že aplikační potenciál AI je vyšší než v řadě jiných oborů.

Počet patentových přihlášek chránících řešení využívající AI je se zohledněním velikosti země v mezinárodním srovnání velmi nízký. Přihlašovatelé patentů jsou zejména VŠ, čímž se ČR významně liší od zahraničních zemí. To znamená, že aplikovaný VaV v oblasti AI je realizován zejména ve VŠ a že v podnicích zatím ve větší míře nevznikají poznatky, které by mělo ekonomický smysl patentově chránit. Také se ukazuje, že značné procento patentových přihlášek, na kterých se jako původci podíleli pracovníci z ČR, je

vlastněno podniky se sídlem v zahraničí, zejména v USA. Znalosti v oblasti AI, na jejichž vzniku se podíleli (výzkumní) pracovníci z ČR, tak do značné míry „unikají“ do zahraničí.

POZICE ČR V OBLASTI TECHNOLOGICKÉHO ROZVOJE AI A PŘÍLEŽITOSTI DALŠÍHO ROZVOJE

ČR patří mezi země s největším očekávaným dopadem automatizace a technologií využívajících AI, a to zejména v oblastech, jako je výroba, maloobchod, velkoobchod, zdravotnictví a sociální služby, výuka a stavebnictví. V ČR lze navíc očekávat, že automatizace a AI budou mít největší dopad na zaměstnanost a pracovní místa (což souvisí s vysokým podílem manuální automatizovatelné práce), zatímco v jiných zemích bude tento dopad například na produktivitu práce, bezpečnost a kvalitu (viz kap. 8).

ČR nemá příliš dobré výchozí podmínky zavádění technologií AI, což se týká i využití spolupráce podniků s VO při vývoji technologií AI a rozvoje startup scény. Většina domácích firem se nachází na konci hodnotových řetězců (GVC) nebo je pod zahraniční kontrolou, a lze tedy předpokládat, že kontrolu nad zaváděním inovací budou mít zahraniční centrály. Pro domácí VO a zejména firmy dodávající AI řešení to znamená nutnost silné orientace na zahraničí, kam mohou tato řešení dodávat.

K zavádění technologií AI by měly přispívat VaV projekty VaV realizované v programech účelové podpory VaV. Zaměření podpořených projektů však není z hlediska očekávaných dopadů AI v ČR optimální. Jak vyplynulo z analýzy, relativně vysoký počet dosud podpořených projektů byl zaměřen obecně (tj. bez vazby na aplikační sektor) nebo se zabýval pouze využitím metod AI jako podpůrného nástroje pro vyřešení úlohy v některém z technických oborů. Část projektů byla zaměřena na zpracovatelský průmysl, peněžnictví a pojišťovnictví a zdravotnictví a sociální péči, které, s výjimkou zpracovatelského průmyslu, mají nejnižší míru rizika dopadu AI. Nejméně projektů bylo v oblasti administrativních a podpůrných činností, těžby a dobývání a obchodu, což jsou naopak obory s největší mírou rizika dopadu AI. Některé obory, které budou výrazně ovlivněny nasazením AI a automatizací, nejsou zatím v ČR dostatečně pokryty aplikačním VaV.

Projekty VaV byly zaměřeny zejména na oblast kognitivních schopností, jako je například získávání informací a logické rozhodování. Poměrně vysoký počet projektů se také zabýval zpracováním řeči. V těchto oblastech jsou však současné technologie již natolik pokročilé, že jsou srovnatelné s výkonem člověka, a tedy vhodné pro aplikace. VaV v těchto oblastech by měl být realizován především podniky.

Některé projekty byly zaměřeny také na oblast kreativity, logického uvažování a inteligentních systémů. V těchto oblastech současné systémy využívající AI ve srovnání s lidskou dovedností zatím nedosahují takového pokroku, což je příležitostí zejména pro VaV realizovaný VO. Příznivé je, že podpořené projekty také řeší některé vysoce aktuální problémy současnosti, jako je robotizace, kybernetická bezpečnost a autonomní dopravní technologie.

Důležitým předpokladem pro realizaci VaV ve vazbě na aktuální potřeby ČR v souvislosti s očekávanými dopady automatizace a technologií využívajících AI je zapracování této problematiky do všech relevantních strategicko-koncepčních dokumentů. Problematika AI však zatím není ve strategicko-koncepčních dokumentech dostatečně řešena, a to zejména v souvislosti s disruptivním charakterem technologií využívajících AI. Současná národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR (RIS3) stanovuje pouze problémové okruhy, které mají vztah k zavádění technologií AI a kde existují příležitosti pro domácí podniky k posílení mezinárodní konkurenceschopnosti využitím těchto technologií.

Nedostatečné zohlednění AI ve strategicko-koncepčních dokumentech a nedostatečná reakce domácích podniků se může odrazit na zvětšení propasti ve vlastnictví inovačního know-how mezi domácími firmami a nadnárodními společnostmi a v dalším oslabování pozice domácích podniků, které nebudou včas reagovat na hrozby a příležitosti v souvislosti s nasazováním AI technologií.

1.2 Významná témata rozvoje AI v ČR

Ze zpracované analýzy, posouzení současného stavu v oblasti AI a příležitostí pro další rozvoj vyplynula následující témata, kterým by do budoucna měla být věnována pozornost pro rozvoj AI v ČR.

VÝZKUM A VÝVOJ

Velkou výzvu představuje široký záběr výzkumu, který technologie AI vyžadují pro svoji realizaci. Účinnou a cílenou podporu VaV a vzdělávání je proto možné považovat za klíčovou pro podchycení rozvoje AI. Lze konstatovat, že VaV ve veřejném sektoru je v českých podmínkách silný, pokrývá veškerá podstatná technologická témata AI a vede si dobře i ve srovnání se zahraničím. Strategické obory a výzkumná témata jsou uvedeny v kap. 11.2.

Jeho největší slabinou je nízká udržitelnost schopných výzkumníků, kteří jsou hromadně přetahováni do soukromého sektoru, a zároveň nízká schopnost získávat zahraniční výzkumníky s dobrými výsledky a jménem pro práci v českých výzkumných organizacích. Podmínky nabízené těmto výzkumníkům v zahraničí, včetně platového ohodnocení, jsou totiž významně lepší.

- **Veřejná podpora VaV v oblasti AI.** Celkové výdaje na VaV v oblasti AI v uplynulých letech rostly (viz kapitola 5.1). Díky tomu vzniká celá řada kvalitní výsledků VaV a to jak v základním, tak aplikovaném výzkumu. Příležitostí je nejen další zvýšení veřejných prostředků na VaV v oblasti AI, ale i specifické zacílení programů veřejné podpory, zejména s ohledem na disruptivní charakter technologií využívajících AI.
- **Zapojení do mezinárodního výzkumu a do spolupráce s excelentními AI pracovišti na mezinárodní scéně, včetně asociací zde působících.** Propojení se zahraničím je pro výzkumné týmy v ČR zásadní výzvou a příležitostí k dalšímu rozvoji. Napojení ČR na mezinárodní scénu není v oblasti AI dostatečné v rámci EU, ani celosvětově. V ČR chybí silná větev některé z uznávaných AI asociací, případně vlastní podobná silná zájmová skupina. Relevantní organizace a asociace jsou uvedeny v technologické části studie, například se jedná o European Association for Artificial Intelligence (EurAI), Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAI), European Institute of Innovation & Technology (EIT), Claire a další. ČR se sice zapojuje do projektů programu H2020, projektů evropských strukturálních a investičních fondů (ESIF) pro rozvoj dovedností a digitálních dovedností, včetně přeshraniční spolupráce, avšak toto zapojení není zatím dostatečné (viz kap. 6.5).
- **Transfer výzkumných výsledků do praxe, místo pouhého poskytování lidských zdrojů.** Transfer výzkumných výsledků do aplikační sféry se může odehrávat prostřednictvím transferu duševního vlastnictví, což je win-win strategie jak pro výzkumné organizace, tak pro aplikační sféru. Druhou možností, kterou v ČR často jako hlavní strategii vnímají zahraniční korporace, je přesun výzkumníků z výzkumných organizací do aplikační sféry i s jejich know-how. A to je cesta, která (pokud se aplikuje ve velké míře) významně oslabuje potenciál rozvoje výzkumu v ČR v oblasti AI.

Poptávka po schopných inženýrech a doktorandech z aplikační sféry je vysoká. Poptávka však není dostatečně kompenzována spoluprací formou sponzorovaného výzkumu nebo silným smluvním výzkumem tak, aby tato situace byla výhodná pro oba sektory. Zde je velká příležitost k zásadnímu rozvoji spolupráce výzkumných organizací s aplikačním sektorem (viz kap. 7).

- **Aplikační výzkum a spolupráce při vývoji revolučních inovací.** Nadnárodní společnosti běžně investují významné finanční prostředky do průzkumu využití nových technologií, které jsou ještě ve stádiu laboratorního ověřování a které mohou v budoucnosti vytvořit významnou konkurenční výhodu a tržní příležitost. Orientace firem v ČR je spíše na okamžité produktové uplatnění a minimalizaci investic do technologií v laboratorním stádiu. Tím firmy zákonitě nemají prostředky na sponzorovaný výzkum, nerealizují ve větší míře smluvní výzkum a orientují se na dílčí inovace. Tak nemohou stačit tempu zahraničních firem, které do těchto aktivit investují značné prostředky. Pokud dojde k narovnání této situace, dojde k významnému zlepšení firemního inovačního prostředí v ČR (viz kap. 6.2, 6.4).

- **Podpora místních výzkumných kapacit a přilákání zahraničních špičkových výzkumníků do ČR.** Rozvoj výzkumného prostředí je možné provádět pouze s excelentními výzkumnými týmy se zahraniční zkušeností, ve kterých se angažují špičkoví výzkumníci. Zatímco infrastrukturní zázemí se postupně modernizovalo a budovalo, včetně velkých infrastruktur jako je IT4I², možnosti platového ohodnocení excelentních výzkumníků významně zaostávají za zahraničím. Je velice obtížné (resp. téměř nemožné), získávat relevantní finanční prostředky k oslovení zahraničních špičkových výzkumníků a k dlouhodobé motivaci výzkumníků v ČR k rozvoji výzkumné kariéry ve veřejném sektoru. Jedním z negativních dopadů je následný odliv expertů z výzkumného sektoru do aplikační sféry místo rozvoje výzkumné spolupráce a transferu výzkumných výsledků (viz kap. 6.1).

SOUKROMÝ A STARTUPOVÝ EKOSYSTÉM

Firmy přirozeně zavádějí metody AI do praxe a představují hlavní faktor při udávání budoucích směrů vývoje. Tento vliv je větší, než jaký mají národní iniciativy, které nové trendy podchycují, ale nevytváří je. Bariéra pro vývoj a zavádění AI je velmi nízká, investice do infrastruktury začínajících firem jsou zanedbatelné oproti výrobním podnikům. Vývojový cyklus nových produktů je krátký. Pokud se legislativní cyklus měří v letech (cca 2 roky), pak uvedení nové technologie AI na trh je v řádu měsíců, někdy i týdnů. To představuje velkou výzvu pro budoucí kooperaci veřejného a soukromého sektoru.

Rozvoj startupového ekosystému je proto klíčový pro zapojení ČR do mezinárodní digitální ekonomiky. V ČR se nelze primárně opírat o možný vznik nových nadnárodních korporací v oblasti AI s většinovým podílem českých subjektů. Alespoň ne v krátkodobém horizontu. Takové společnosti s většinovým podílem vlastníků z ČR, velikostí srovnatelné s významnými hráči v zahraničí, zde nyní nejsou. Hovoříme o společnostech srovnatelných se zahraničními Google, IBM, Deepmind, AlBrain a dalšími. Pro jejich vznik není v ČR dostatečný kapitál, dostatečně velký počáteční trh, negativně působí také nevýhodné postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích.

Pro ČR je klíčové vytvoření podmínek pro rozvoj startupového ekosystému a podpora malých a středních inovačních podniků, včetně podpory mezinárodního přesahu a růstu těchto podniků s využíváním rizikového kapitálu. Je nutné ve větší míře iniciovat implementaci disruptivních technologií v tržním nasazení. Stát může posílit stávající a vytvořit nové programy podpory přístupu na zahraniční trhy pro podniky těchto typů. Cíleně podporovat jejich inkubaci a získávání zkušeností s obchodováním v zahraničí tak, jak to realizuje například CzechInvest ve svých akceleračních programech. V kap. 6.2 jsou uvedeny oblasti, ve kterých působí startupy v ČR, v porovnání se světovou scénou.

- **Využívání rizikových investic k testování a zavádění nových revolučních produktů v ČR.** Startupy v ČR jsou ze 78 % nastaveny na samofinancování. Venture kapitál je naproti tomu určen k ověřování a testování nových nápadů a vstupu na zahraniční trhy. Potenciál startupů v ČR v tomto směru zatím není plně využit. Právě rizikové projekty přitom vedou k vývoji průlomových technologií (viz kap. 6.2.4).

Získávání zkušeností na zahraničních trzích. Velké investice do AI firem se odehrávají v zahraničí a na zahraničních trzích. Organizace, jako je CzechInvest, poskytují akcelerační podporu začínajících firem v zahraničí. Přesto je investiční kapitál, který získávají startupy v ČR, významně nižší oproti zahraničí, zatímco vstupní bariéra na zahraniční trhy je pro české startupy vyšší. Problematické je i působení řady inkubátorů v ČR, které fungují v konkurenčním prostředí, a nemají proto důvod sdílet s ostatními inkubátory své procesy, příklady dobré praxe, ani přístupy na trhy a k investorům (viz kap. 6.2).

- **Sdílení dat, přeměna dat v produkty a v nové služby.** Jedná se o zásadní téma, data jsou v ekonomice založené na AI technologiích „palivem“ pro nové produkty a služby. Podniky potřebují sdílet data za účelem ověřování a trénování AI systémů. S nástupem AI technologií je významným

² Národní superpočítačové centrum IT4Innovations. <https://www.it4i.cz>

tématem vnímat tyto zdroje jako zásadní pro další rozvoj datové ekonomiky a zpřístupňovat je (viz kap. 9).

VEŘEJNÝ SEKTOR

Strategiemi v oblasti digitalizace v ČR se zabývá strategie Digitální Česko [44], která je definována svými pilíři Česko v digitální Evropě, Informační koncepce České republiky a Digitální ekonomika a společnost. Tato studie se věnuje zejména dopadu zavádění AI na veřejný sektor, což je část agendy digitálního Česka. Automatizace služeb ve veřejném sektoru prochází přirozeným vývojem a nástroje AI si sem postupně naleznou cestu, veřejný sektor se však potřebuje strategicky zaměřit na nové koncepty, tedy zejména:

- Využívání a shromažďování dat za účel trénování a vytváření AI systémů pro zkvalitňování služeb pro veřejnost a rozvoj nových služeb, a to i v soukromém sektoru. Tedy sdílení dat se soukromým sektorem tak, aby byla využitelná pro AI technologie.
- Umožnění nezávislého pilotování a testování nových služeb pro veřejnost firmami a následně začlenění těchto služeb do veřejného sektoru. Tedy umožnění zkoušení nových služeb s využitím dostupných dat malými a středními podniky s následným začleněním takto vyvinutých modulů do systémů veřejné správy.
- Potřebný a významný kvalitativní posun přinese občanům možnost spravovat a využívat jejich osobní data v řadě veřejných služeb při zachování jejich privátnosti.

Z hlediska využívání AI technologií veřejným sektorem se jedná zejména o následující témata:

- **Národní strategie pro oblast AI** je klíčová a vyšle jasný signál o motivaci ČR k využívání všech příležitostí, které AI poskytuje a jasně deklaruje směřování ČR ke konkurenceschopné ekonomice, založené na inovacích. Strategie také vymezí zodpovědnosti a strategické resorty.
- **Potřeba vzdělaných technologických expertů, aplikačních odborníků pro trénování a nasazování AI systémů.** Pro aplikační nasazování nebude zapotřebí inženýrské či postgraduální vzdělání, postačující bude vzdělání středoškolské či bakalářské. Zde je nyní ve vzdělávání mezera. Neexistují studijní programy pro nové směry trénování a aplikační nasazování AI systémů s využitím existujících nástrojů. Jde o podobný princip, jako je informatické myšlení a jeho výuka, ale v oblasti AI.
- **Konsolidace, zpřístupnění a sdílení dat z veřejného sektoru a vytváření služeb s přidanou hodnotou pro veřejnost.** V nastupujícím období zavádění AI technologií bude klíčovou roli hrát využívání a sdílení dat pro trénování AI systémů a následně vytváření nových služeb a automatizaci stávajících služeb. Veřejný sektor disponuje velkými datovými soubory, které mohou nalézt uplatnění v AI posílené ekonomice, a to i mezi resortně. Jedná se také o poskytování dat externím firmám pro pilotování a přípravu nových služeb veřejnosti.

V následujícím období bude hrát hlavní roli schopnost flexibilního přizpůsobení služeb veřejného sektoru potřebám veřejnosti, rychlé nasazování nových služeb dle aktuálních potřeb a zvýšení kvality poskytovaných služeb. Příkladem může být současné zavádění elektronických receptů ve zdravotnictví a shromažďování údajů o předepsaných lécích jednotlivým pacientům. Tyto nové postupy, vyžadované veřejnou správou, musí již od počátku obsahovat služby, které jsou zcela přirozeně očekávány. V případě elektronických receptů se jedná o analýzu kontraindikace léků a nadbytečnosti předepisovaných léků, tedy o zlepšení kvality péče o pacienta.

- **Spolupráce veřejného a privátního sektoru.** Toto téma úzce souvisí s předchozím, tedy s vytvářením a správou datového zázemí. Klíčová je existence prostředí, ve kterém stát poskytne firmám možnost sestavit AI systémy, testovat je nad typickými anonymizovanými daty a následně je zapojí do svých služeb. Budoucí spolupráci veřejného a soukromého sektoru lze tedy očekávat v

podobě vzniku sdružení, ve kterých budou zastoupeny příslušné sektory a kde se bude vytvářet zázemí pro využívání AI technologií pro automatizaci a zkvalitňování veřejných služeb, včetně pravidel pro využívání veřejných dat v soukromém sektoru.

- **Strategická aplikační odvětví, technologické směry a jejich podpora.** V kap. 6, 8 a ve shrnutí v kap. 11.2 jsou uvedeny obory a technologie, které jsou a mohou být pro ČR strategické z pohledu očekávaného dopadu a rozvoje AI technologií. Jedná se o obory, ve kterých působí současné malé a střední podniky, realizuje se aplikovaný výzkum a dále obory, ve kterých je očekáván největší dopad zavádění technologií AI.

1.3 SWOT analýza stavu AI v ČR

Silné stránky	Slabé stránky
VaV je prováděn v adekvátním počtu VaV organizací. VaV infrastruktura pro AI je na dobré úrovni. VaV pokrývá základní i aplikovaný výzkum AI. Výsledky VaV jsou v mezinárodním srovnání kvalitní. VaV organizace zřídily centra transferu technologií. VaV aplikace míří do oborů s největším dopadem AI. Svaz průmyslu a dopravy ČR zřídil platformu pro AI. Účelová podpora VaV v AI dlouhodobě roste. Distribuce účelové podpory v AI je odpovídající, podporu využívají VŠ z 80 %, zbytek zejména mikro a malé podniky. Je podporován základní i aplikační výzkum. Cca 40 AI startupů působících v ČR odpovídá srovnatelným zemím EU. Existují kvalifikovaní experti v AI a informatice. Startupy vyvíjejí mezinárodně relevantní technologie. Rizikový kapitál je startupům dostupný. Výzkumné výsledky se transferují do startupů. Existence poboček nadnárodních firem, působících v AI.	Neexistuje národní strategie rozvoje AI v ČR. Aplikační VaV neřeší přelomové inovace. Nízké zapojení do mezinárodního VaV. Transfer VaV výsledků z výzkumných organizací do startupů a aplikační sféry je v oblasti AI neflexibilní. Aplikační VaV nepokrývá obory administrativy a obchodu. V ČR chybí silné sdružení pro výzkum, vývoj a aplikace AI a zapojení do asociací jako EurAI, Claire. Účelová podpora VaV je roztržštěná mezi více poskytovateli. Programy účelové podpory VaV nejsou zacíleny na AI. Účelová podpora aplikovaného VaV zaostává za podporou základního výzkumu. Spolupráce startupů s univerzitami a VaV centry není obvyklá. ČR je malým trhem pro AI startupy. Velké podniky, odběratelé AI, jsou většinou pod zahraniční kontrolou a AI implementují zahraniční matky. Rizikové investice v ČR se nedostatečně využívají na přelomové technologie a jsou objemově výrazně nižší než v zahraničí.
Příležitosti	Hrozby
Příprava národní strategie pro oblast AI. Koncepční rozvoj systému vzdělávání, celoživotního učení a rekvalifikace. Podchycení zahraničních trhů s pokročilými AI technologiemi nově vznikajícími malými a středními podniky je pro ekonomiku ČR zásadní a může zásadním způsobem zlepšit konkurenceschopnost ČR. Zaměření VaV na perspektivní technologické oblasti AI. Širší zapojení do mezinárodního výzkumu a mezinárodních výzkumných asociací. Rozvoj místních výzkumných kapacit a přitažení zahraničních výzkumníků do ČR. Zlepšení spolupráce mezi veřejným a privátním sektorem ve VaV a v oblasti transferu výsledků VaV do praxe. Rozvoj digitálních inovačních hubů, vznik center excelence AI a zapojení do mezinárodních sdružení v AI. Zlepšení inkubačního a akceleračního prostředí a služeb pro startupy. Sdílení dat z veřejné sféry a odstranění bariér pro sdílení dat mezi podniky pro vývoj a trénování AI systémů.	Nedostatečné zohlednění AI ve strategicko-koncepčních dokumentech, dlouhá doba implementace strategií. Legislativní bariéry omezí rozvoj AI, transfer výsledků VaV do praxe a efektivní sdílení dat. ČR je mezi zeměmi s největším očekávaným dopadem AI automatizace na trh práce, prohlubování ekonomické nerovnosti ve společnosti. Zahraniční výzkum bude investovat více a rychleji do AI. V zapojení do mezinárodního výzkumu budeme zaostávat, nedokážeme přitáhnout zahraniční špičky v oboru. Odliv mozků z výzkumu do nadnárodních firem a do zahraničí za lepšími pracovními podmínkami. Rizikové investice do startupů se nevyrovnají zahraničním objemům, nedostatek přelomových technologií v ČR. Kontrolu nad zaváděním inovací budou mít zahraniční centrály místních firemních poboček. Nebude prováděno rychlé testování a pilotování nových technologií v praxi. Legislativní bariéry omezí efektivní sdílení dat, vývoj a využití AI.

1.4 Přehled navrhovaných doporučení

Tato kapitola obsahuje stručný přehled navrhovaných doporučení pro veřejnou správu. Kompletní popis zde uvedených doporučení je obsažen v kapitole 11.3.

Doporučení na podporu VaVal pro rozvoj AI a zvýšení konkurenceschopnosti firem	
Zvýšení konkurenceschopnosti ČR zaváděním disruptivních technologií (viz kapitola 11.3.1)	- Rozvoj a vznik nových (startup) firem s vysokou přidanou hodnotou v AI technologiích a s většinovým podílem českých subjektů - Podpora AI aplikačních ekosystémů - Podpora mezisektorové a mezioborové spolupráce a trénování AI systémů na sdílených datech
Využívání a propojování dat ze všech sektorů za účelem vývoje AI systémů (viz kapitola 11.3.2)	- Akumulace a obohacení datových zdrojů - Poskytování nezávislých služeb nad veřejnými daty, pilotování služeb
Rychlé aplikační ověřování výzkumných výsledků v AI a jejich transfer do praxe (viz kapitola 11.3.3)	- Nutnost zvýšení počtu reálně nasazených výzkumných výsledků v praxi - Aplikačně efektivní transfer výzkumných výsledků do praxe - Podpora projektů aplikačního experimentování s AI technologiemi
Udržení a získání nových AI expertů a výzkumníků (viz kapitola 11.3.4)	- Přilákání špičkových zahraničních výzkumníků do ČR a udržení špičkových domácích výzkumníků - Rozvíjení mobilit expertů a výzkumníků - Multidisciplinární rozšíření vzdělávacích a studijních programů a kurzů AI dovedností
Národní strategie, chytré investice (viz kapitola 11.3.5)	- Příprava národní strategie pro AI - Silnější podpora zavádění AI technologií do praxe - Rozšíření a zlepšení expertních dovedností, vzdělávání, školení, rekvalifikace - Budování klíčového mezinárodního přesahu, zapojení do iniciativ EU

1.5 Příklady VaV aplikačních AI projektů v ČR

V této kapitole jsou uvedeny příklady výzkumně aplikačních projektů, tedy projektů spolupráce výzkumných organizací s aplikačním sektorem při zavádění výzkumných výsledků do praxe.

KYBERNETICKÁ BEZPEČNOST: DETEKCE ANOMÁLIÍ V POČÍTAČOVÝCH SÍTÍCH

Společnost Cognitive Security (COSE) vznikla transferem výzkumných výsledků z Fakulty elektrotechnické ČVUT v oblasti AI metod pro síťovou bezpečnost a multiagentní systémy. Na základě toho byl vytvořen systém umělé inteligence, který pracuje na bázi Network Behavior Analysis. Systém je v podstatě schopný detekovat jakékoliv anomálie vyskytující se v síti v reálném čase. Chybný prvek identifikuje a reportuje kontrolní osobě. Funguje tedy jako imunitní systém.

Credo Ventures vstoupilo do COSE v dubnu 2011 po několikaměsíčním ověřování. Zainvestováno mělo 20 měsíců (velmi krátká doba, standardně 3-5 let), když firmu prodalo americkému gigantu Cisco systems. Pro Cisco je investice v rámci střední a východní Evropy velmi neobvyklá, ale k rychlému rozhodnutí je donutil zájem o COSE i z jiných stran (zájem měl například slavný fond Sequoia). Toto všechno bylo možné pouze z toho důvodu, že dřívější úspěch AVG a Avastu zajistil ČR vynikající renomé v oblasti světové IT bezpečnosti.

Zdroj: Klub investorů, <http://www.klubinvestoru.com/cs/article/1734-success-story-cognitive-security>

HERNÍ TEORIE: HRANÍ POKERU

Výzkumníci z ČVUT, Fakulty elektrotechnické, Centra umělé inteligence při Katedře počítačů, z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy a University of Alberta v Kanadě dosáhli velkého úspěchu v oblasti umělé inteligence. Mezinárodní tým vyvinul počítačový program s názvem Deepstack, který v prosinci 2016, poprvé v historii, porazil profesionální hráče v jedné z nejpopulárnějších karetních her na světě - dva hráči Texas Hold'em poker bez hranic. Vědecké objevy, které vedly k tomuto výsledku, jsou publikovány časopisem Science, jedním z nejprestižnějších vědeckých časopisů.

Vědci z Matematicko-fyzikální fakulty UK dále pracují v kanadském Edmontonu na umělé inteligenci pro společnost Google DeepMind, výzkumník Viliam Lisý z Centra umělé inteligence při ČVUT se vrátil zpět a začal v centru vytvářet výzkumnou skupinu, jak sám říká: „V Česku nejsou podmínky na výzkum zase tak špatné. Jsou tady šikovní studenti, je zde mnoho zajímavých možností spolupráce s aplikovaným výzkumem v průmyslových firmách.“

Kvůli obrovskému množství pokerových situací není program schopen vybrat vhodnou strategii pomocí přesného výpočtu. Proto je DeepStack naprogramován tak, aby se správnou hodnotu naučil sám odhadovat. Rozhoduje se na základě svých předchozích zkušeností, resp. vychází ze situací, které mu byly předtím ukázány. Tento přístup se do velké míry podobá intuici, kterou využívají pokeroví hráči. Celý proces stojí na umělých neuronových sítích.

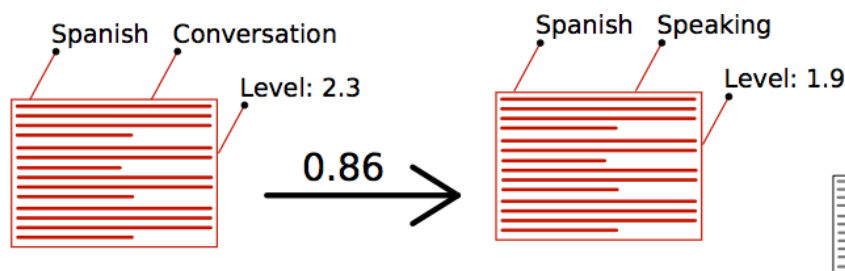
Teorie her má skutečně velký rozsah, tradičně se využívá například jako základ ekonomických a biologických modelů. Jeden ze zakladatelů moderní teorie her, John Forbes Nash, dostal za svoji práci Nobelovu cenu za ekonomii.

Zdroj: ČVUT, <http://cs.felk.cvut.cz/en/news/detail/1278>

POROZUMĚNÍ OBSAHU DOKUMENTŮ: AUTOMATICKÁ PODPORA PLÁNOVÁNÍ STUDIA

Západočeská univerzita v Plzni připravovala algoritmy AI pro společnost z USA, umožňující plánování vzdělání a profesionální kariéry. Bylo automaticky vyhodnocováno, nakolik se předměty a kurzy vypsane různými školami podobají obsahem a úrovní. Například u vypsání jazykových kurzů bylo možné zjistit, zda se vyučuje stejný jazyk, zde jde o shodný typ výuky, jak se shoduje obtížnost. Know-how přitom není v hledání klíčových slov, ale porozumění obsahu přirozeného textu. Algoritmus porozumí obsahu textu

natolik, že je schopen vyhodnocovat shodu předmětů a kurzů na stupnici 0 % až 100 % s úspěšností srovnatelnou s člověkem.



Proč se jedná o obtížnou úlohu? Hledané informace jsou běžně dostupné na internetu. Jsou ale psané přirozeným jazykem bez předepsané struktury, a je jich obrovské množství. Například v USA existuje cca 420 000 reálných pracovních nabídek, 80 000 stáží, 47 000 odborných škol a univerzit, 15 000 možností financování studia. Z toho důvodu byly použity algoritmy AI pro porozumění přirozenému jazyku (NLP metody), které americká společnost implementovala do svého produktu.

Zdroj: ZČU, <http://nlp.kiv.zcu.cz/projects/pathevo>

AUTOMOTIVE: ČVUT SE PODÍLÍ NA VÝVOJI AUT BEZ ŘIDIČE PRO TOYOTU

Tým výzkumníků z ČVUT, Fakulty elektrotechnické, Centra strojového vnímání, které je také součástí výzkumného centra informatiky při ČVUT (RCI) významně rozšířil svojí spolupráci na poli technologií autonomních vozidel ve spolupráci s firmou Toyota. Ročně bude automobilka univerzitě platit více jak milion €.

„Bude se jednat o jeden z největších výzkumných týmů v rámci ČVUT, které platí soukromá firma,“ uvedl Jiří Matas z Katedry kybernetiky Fakulty elektrotechnické. Pod vedením profesora Jiřího Matase se zabývají analýzou prostoru, v kterém se automobil pohybuje. K tomu využívají kamery a optické senzory. Jedná se však pouze o část systémů, které jsou pro jízdu bez řidiče potřeba. Pro mapování prostoru kolem vozidla se používají například lidary (laserové radary), jejich vývojem se však zabývají jiné týmy, se kterými japonská automobilka spolupracuje.

Pražský tým se v současnosti soustředí především na detekci pohybujících se objektů v okolí auta. V minulosti ale inženýři z ČVUT pracovali například na vývoji systému rozpoznávání dopravních značek, které se dnes běžně v automobilech nachází. Kromě finančního ohodnocení těží univerzita ze spolupráce také polovičním vlastnictvím patentů na systémy, které vyvíjí.

Zdroj: ČVUT a E15, <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/japonska-toyota-rozsiri-spolupraci-s-cvut-univerzita-se-podili-na-vyvoji-aut-bez-ridice-1338463>

2 Úvod

Cílem této studie bylo posoudit aktuální stav výzkumu a vývoje (VaV) v oblasti umělé inteligence (Artificial Intelligence, AI) v ČR. Studie se zaměřuje na zmapování výzkumných aktivit v této oblasti, identifikaci klíčových aktérů, kteří se na VaV v této oblasti v současnosti podílejí, jejich zapojení do spolupráce i na analýzu výsledků VaV umělé inteligence. V souladu se zadáním byla pozornost věnována také financování VaV umělé inteligence a posouzení postavení ČR v této oblasti. Zároveň je posouzeno současné zaměření VaV v oblasti umělé inteligence ve vazbě na aktuální trendy a očekávané dopady, které lze očekávat v souvislosti s využitím umělé inteligence v různých segmentech hospodářství i života společnosti.

Snahou bylo v maximální míře využít veškerá dostupná data, která umožňují získat informace o VaV umělé inteligence, jeho zaměření, financování, výsledcích, subjektech realizujících takto zaměřený VaV a jejich vzájemné spolupráci. Pro zpracování studie byly využity jak statistické údaje a datové zdroje, tak i dostupné analýzy, studie a strategické dokumenty zaměřené na problematiku umělé inteligence, jejího využití i očekávané dopady, které lze s širším nasazením těchto technologií v budoucnosti očekávat. V neposlední řadě byly využity i znalosti systému VaV a problematiky umělé inteligence členů řešitelského týmu.

Struktura studie odpovídá stanoveným cílům. **V následující kapitole (kap. 3) je nejprve vymezen pojem umělé inteligence**, který byl využit pro identifikaci údajů o VaV v oblasti umělé inteligence. **V další kapitole (kap. 4) je stručně popsán metodický přístup ke zpracování dat.**

V dalších kapitolách je blíže analyzován současný stav v oblasti VaV umělé inteligence v ČR. **V kap. 5 je podán přehled, z jakých zdrojů jsou v současné době financovány výzkumné aktivity v oblasti umělé inteligence**, včetně rozvoje výzkumných kapacit a výzkumné infrastruktury pro tyto účely. **V navazující kapitole (kap. 6) je zmapován současný systém VaV v oblasti umělé inteligence v ČR** a podán přehled klíčových subjektů, které jsou ve VaV umělé inteligence zapojeny, přičemž pozornost je věnována jak veřejnému výzkumu, tak i aplikační sféře (podniky, začínající firmy) a podpůrné infrastruktuře. V další části této kapitoly je vyhodnocena spolupráce mezi subjekty zapojenými do projektů VaV a zapojení subjektů z ČR do mezinárodních výzkumných aktivit v oblasti umělé inteligence. **V kap. 7 jsou posouzeny výsledky VaV v oblasti umělé inteligence.** Zde je pozornost věnována jak vědeckým publikacím, tak i aplikačně zaměřeným výsledkům VaV.

V kap. 8 je ve vazbě na zjištění z analýz v předcházejících kapitolách charakterizován současný stav rozvoje v oblasti umělé inteligence v ČR. Při této analýze bylo zohledněno současné zaměření VaV v ČR, pozice ČR ve srovnání se zahraničím, očekávané dopady umělé inteligence na průmyslová odvětví v ČR i uplatnění umělé inteligence v různých technologických sektorech. **V kap. 9 jsou stručně popsány iniciativy EU a některých zahraničních zemí**, které by měly přispět k rozvoji VaV v oblasti umělé inteligence (zahraniční praxe).

V kap. 10 jsou ve stručné podobě uvedeny některé závěry z workshopu, který byl uspořádán v rámci tohoto projektu a kde byly mj. diskutovány možnosti, jakým způsobem napomoci dalšímu rozvoji AI v ČR. **V kapitole 11 jsou s využitím závěrů zpracovaných analýz a informací uvedených v této studii posouzeny příležitosti pro další rozvoj výzkumného a inovačního ekosystému AI v ČR** a navržena některá doporučení, které by měla přispět ke zlepšení pozice ČR v oblasti AI.

V závěru studie (kap. 12) je podán přehled nejdůležitějších informačních zdrojů, které byly pro zpracování této studie využity. V příloze je potom uveden seznam klíčových slov, který byl využit pro vyhledání záznamů týkajících se umělé inteligence v použitých databázích.

3 Vymezení oblastí AI pro účely studie

Současný pokrok v oblasti AI znovu otevřel velice živé téma nových možností automatizace a dopadů její implementace AI na ekonomiku a společnost. Lze říci, že tato vlna nového zájmu o AI a následně pokroku v oblasti byla nastartována v roce 2010. Šlo o souhru vzájemně se posilujících faktorů - dostupnosti velkých dat ze zdrojů, jako jsou elektronické obchody, průmysl, sociální média, výzkum, veřejná data [1], a využití těchto zdrojů v nových algoritmech strojového učení, které využívají možnosti relativně nízko nákladových a výkonných prostředků pro paralelní výpočty.

Tempo, kterým se schopnosti algoritmů zlepšovaly, bylo překvapující, a to i pro experty. Nejlépe je to ukázáno v oblasti zpracování obrazu a videa. Například při soutěži v rozpoznávání obrázku, která má obvyklou míru chybovosti 5 % u člověka, se nejlepší výsledek AI zlepšil z 26 % chybovosti v roce 2011 na chybovost 3,5 % v roce 2015 [2]. Tento pokrok umožní řešení různorodých pracovních úkonů, automatizaci úloh a procesů a zároveň umožní generovat nová pracovní místa a uvolňovat zaměstnance z některých stávajících pozic. To povede k novým a rozsáhlým ekonomickým změnám. Dopad této vlny automatizace není vymezen na jednoduché úkony a levnou pracovní sílu. Jde napříč obory a týká se jak dražších administrativních pozic, odborného lékařství, tak i nekvalifikovaných pracovních míst v přepravě a logistice. V tom se tato etapa automatizace a využívání AI v praxi liší od předcházejících průmyslových revolucí. Pro detailnější seznámení s historií AI doporučujeme zprávu 100 let historie AI [3].

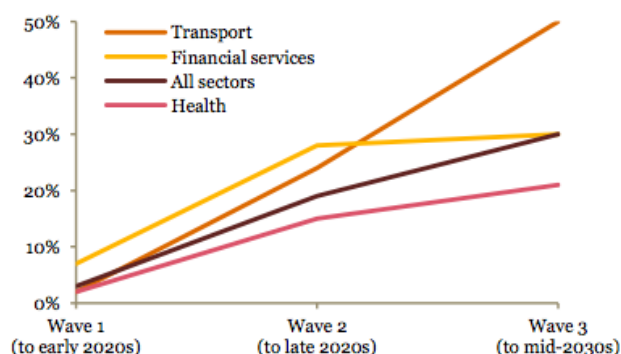
Jaké prostředky, metody a zlepšení považujeme za AI technologie a které již ne? Jedna definice AI neexistuje. Jde o soubory algoritmů, výzkumných metod a jejich aplikací, a to v různém stupni obecné aplikovatelnosti. Existují „humanitně“ orientované definice, kdy je AI volně definována jako počítačový systém, který vykazuje chování, které je obvykle považováno za vyžadující inteligenci. Další definují AI jako systém schopný racionálně řešit složité problémy nebo přijmout vhodná opatření k dosažení svých cílů v jakémkoli reálném světě, se kterým se setkávají. Pro účely této studie jsme nepoužívali volné definice, zaměřili jsme se na AI, která je definována výzkumnými přístupy, metodami a algoritmy.

Frank Chen výstižně rozdělil AI oblasti do pěti obecných kategorií: logické uvažování, reprezentace znalostí, plánování a navigace, zpracování přirozeného jazyka a vnímání. Pedro Domingos [4] přirovnal výzkumníky AI k pěti "kmenům", dle používaných metod: "symbolisté" používají logické uvažování založené na abstraktních symbolech, "spojovatelé" stavějí struktury inspirované lidským mozkem; "evolucionisté" používají metody inspirované Darwinovskou evolucí; "Bayesisté" používají pravděpodobnostní metody; a "analogizéři" extrapolují z podobných případů, které byly dříve rozpoznány.

AI je dále vymezena z hlediska její aplikovatelnosti a rozsahu úloh, které řeší. V současnosti je nasazována tzv. specializovaná AI. Ta řeší konkrétní problém, je na něj připravena a mimo tento problém nefunguje a není schopna žádného jiného autonomního rozhodování. Na druhé straně je obecná AI, která se blíží chápání problémů tak, jak by je vnímal člověk. O takové obecné AI v této studii neuvažujeme. Pokud mluvíme o výhledech, pak lze ze současného stavu poznání mluvit realisticky o výhledu do roku 2030 a v tomto výhledu lze uvažovat o rozdělení aplikací AI metod do následujících vln, viz [5]:

1. **Algoritmická vlna:** zaměřená na automatizaci jednoduchých výpočetních úkolů a analýzu strukturovaných dat v oblastech financí, informací a komunikací – tyto metody jsou běžně nasazovány a tato vlna je v plném proudu realizována.
2. **Augmentační vlna:** zaměřená na automatizaci opakovatelných úkolů. Tato vlna probíhá, ale technologické vyspělosti dosáhne zřejmě v roce 2020.
3. **Autonomní vlna:** zaměřená na automatizaci fyzické a řemeslné práce a řešení problémů v dynamických situacích v reálném světě, které vyžadují rychlé reakce, například ve výrobě a dopravě (např. vozidla bez řidiče) – tyto technologie se již vyvíjejí, plné technologické vyspělosti v ekonomickém měřítku dosáhnou zřejmě okolo roku 2030.

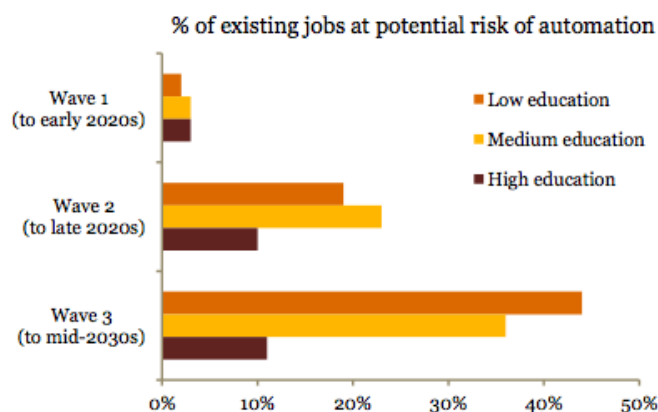
% of existing jobs at potential risk of automation



Míra a doba nasazení AI technologií je a bude poplatná postupnému rozvoji technologií. Některé obory, jako jsou finanční služby, případně zdravotnictví, mají razantní nástup v první vlně automatizace, poté bude míra automatizace stagnovat. Jiné obory, jako je doprava a ostatní sektory, budou pokračovat ve svém rozvoji automatizace i v následných vlnách. V celku bude ovlivnění technologiemi průběžné a neustálé, ale oborově různé.

Obr. 1 V jednotlivých vlnách nasazování AI technologií bude míra nasazování technologií a dopady na automatizaci práce oborově různá.

Zdroj: PwC odhad založen na datech OECD PIAAC (median pro 29 zemí) [5]



V delším časovém horizontu budou více ovlivněna pracovní místa nevyžadující vyšší vzdělání, krátkodobě bude situace opačná. Celkově bude dopad zavádění AI průřezově do všech druhů pracovních míst a to i do lépe placených, vyžadujících vyšší vzdělání.

Obr. 2 Podíl pracovních míst ohrožených automatizací a dopad dle kvalifikačních předpokladů se v jednotlivých vlnách automatizace liší.

Zdroj: PwC odhad založen na datech OECD PIAAC (median pro 29 zemí) [5]

Pojem umělá inteligence (AI) odkazuje na systémy, které vykazují inteligentní chování tím, že analyzují své prostředí a realizují aktivity, s určitou mírou autonomie, k dosažení konkrétních cílů [6].

Systémy založené na AI mohou být čistě softwarové, jednající ve virtuálním světě (např. osobní asistenti, software pro analýzu obrazu, vyhledávače, systémy pro rozpoznávání řeči a tváří). AI systémy mohou být také součástí hardwarových zařízení (například robotických systémů, dronů nebo aplikací ve smyslu Internetu věcí).

AI používáme denně, např. pro jazykové překlady, vyhledávání informací nebo pro zabezpečení svého počítače či e-mailu.

Řada AI technologií potřebuje ke zlepšení svého výkonu data. AI systémy se na datech trénují a jakmile vykazují potřebné výsledky, jsou použity pro automatizaci úloh v příslušné doméně. AI systém se například učí rozpoznávat příkazy z mluveného slova a po natrénování je použit v systému osobního asistenta.

V rámci této studie zahrnujeme do AI zejména následující výzkumné metody a jejich kombinace:

STATISTICKÁ AI (STROJOVÉ UČENÍ):

statistické a stochastické metody, prohledávání stavového prostoru;
optimalizace;
neuronové sítě, hluboké učení, genetické algoritmy;
strojové učení;
Využití zejména pro vnímání, pochopení, predikci, klasifikaci.

SYMBOLICKÁ AI (AUTOMATIZOVANÉ UVAŽOVÁNÍ):

symbolické metody;
prohledávání stavových prostorů;
logika;
symbolické simulace.
Využití zejména pro řešení problémů, rozhodování, plánování.

SUBSYMBOLICKÁ AI:

teorie řízení;
výpočetní inteligence;
softcomputing;
počítačové vidění;
subsymbolické simulace.
Využití zejména pro automatizaci, robotiku, alternativní řešení problémů, alternativní metody chápání.

KOLEKTIVNÍ AI:

agentní systémy;
herní teorie;
aukční a návrhové mechanismy.
Využití zejména pro automatizaci, kolaborativní robotiku, distribuované systémy, tržní mechanismy, simulaci.

Zde prezentované údaje o realizovaném výzkumu se v aplikační oblasti zaměřují na specializovanou AI, současné otevřené výzvy k dalším výzkumům jsou zejména následující:

učení zodpovědné AI;
výzkum vysvětlitelné AI: metody učení zatím neposkytují odpověď na otázku jak zpětně vysvětlitelně doložit procesy vedoucí k rozhodnutí;
strojové učení sporem;
velké a zejména přesné simulace;
datová tržiště.

4 Metodický přístup

V následujících kapitolách jsou stručně popsány použité zdroje dat a databáze, které byly využity při zpracování této studie, a metodický přístup, jakým byly informace z těchto datových zdrojů využity. Vzhledem k tomu, že v databázích nejsou přímo uvedeny údaje a ukazatele o VaV v oblasti umělé inteligence, klíčovou otázkou bylo nalezení záznamů týkajících se VaV umělé inteligence. Pro výběr dat bylo ve většině případů nutné využít textovou analýzu, která umožnila s využitím vhodných klíčových slov identifikovat příslušné záznamy.

Výběr klíčových slov použitých pro identifikaci relevantních záznamů vychází z vymezení pojmu umělé inteligence (viz kap. 3) a studií, analýz a dalších publikací v tomto oboru. Jelikož struktura dat a rozsah informací obsažených v použitých databázích se značně liší, byl pro každou databázi použit poněkud odlišný způsob vyhledávání relevantních údajů. Blíže je výběr dat z jednotlivých databází popsán v následujících kapitolách.

Pokud to data umožňovala, bylo v souladu se zadáním provedeno mezinárodní srovnání ČR s vybraným vzorkem zahraničních zemí. Do tohoto vzorku byly zařazeny jak vybrané členské státy EU (Finsko, Itálie, Německo, Rakousko, Spojené království), tak i některé mimoevropské výzkumně intenzivní ekonomiky (USA, Čínská lidová republika, Japonsko, Korejská republika, Singapur a Tchaj-wan). Údaje za ČR byly také zpravidla porovnány se souhrny pro EU-15, EU-28 a V4.

4.1 Financování národního VaV v AI

K analýze projektů účelové podpory VaV byla využita Centrální evidence projektů (CEP) Informačního systému výzkumu, experimentálního vývoje a inovací³ (IS VaVal). Projekty byly vyhledávány s využitím klíčových slov, jejich kombinací a sousloví, které vycházely z definice umělé inteligence (viz kap. 3) a odborných studií a analýz, ve kterých je problematika umělé inteligence charakterizována. Klíčová slova (resp. sousloví) byla v anglickém jazyce a jejich přehled je uveden v přílohou části této studie (kap. 13).

Klíčová slova byla vyhledávána v anotacích, anglických názvech a v polích klíčových slov projektů. K vyhledávání projektů byly použity pokročilé funkce pro fulltextové vyhledávání v databázovém systému PostgreSQL. Tyto funkce umožňovaly vyhledávání v základech slov, přičemž tato slova byla stanovena s využitím slovníků v anglickém jazyce, které jsou součástí databázového systému PostgreSQL (to znamená, že slova a sousloví uvedená v příloze v kap. 13 byla vyhledávána ve všech tvarech). Vyhledávání bylo provedeno ve třech krocích:

- V prvním kroku byla vyhledávána samostatná klíčová slova a sousloví (tj. dvě nebo tři slova v těsné blízkosti vedle sebe ve stanoveném pořadí, s výjimkou spojek, předložek, větných členů apod.
- Následně bylo provedeno vyhledávání zaměřené na robotiku, kdy byly vyhledány projekty, které v názvu nebo anotaci obsahovaly slova „robot“ a „intelligence“ (v různých tvarech).
- Ve třetím kroku byla použita vybraná klíčová slova, která byla vyhledávána v relativní blízkosti vedle sebe (mezi těmito slovy se mohla nacházet maximálně tři další slova, s výjimkou spojek, předložek, větných členů apod.).

Zaměření projektů identifikovaných s využitím klíčových slov bylo následně prověřeno členy řešitelského týmu a projekty, které neřešily problematiku umělé inteligence nebo se jí věnovaly pouze okrajově, byly z konečného výběru vyřazeny.

Financování projektů v AI bylo sledováno v časovém intervalu 2005 – 2017⁴. Projektové náklady byly získány z ročních projektových dat pro jednotlivé spoluřešitele, která jsou dostupná jako datová příloha na veřejném rozhraní⁵.

³ Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací: <https://www.rvvi.cz/>

⁴ Stav databáze CEP k 30. 6. 2018

4.2 Analýza spolupráce mezi subjekty zapojenými v projektech VaV

Projekty nalezené výše popsaným postupem byly využity i pro analýzu spolupráce mezi subjekty zapojenými ve VaV umělé inteligence. K vizualizaci vztahů mezi spolupracujícími subjekty byly použity scientometrické mapy popisující vazby mezi subjekty ve výzkumných aktivitách. Scientometrické mapy zároveň vyjadřují příbuznost subjektů jejich vzájemnou geometrickou vzdáleností a poskytují tak vizuálně čitelnější informaci o vnitřních vztazích a návaznostech mezi jednotlivými aktéry VaV. Jako míra společných výzkumných aktivit VaV subjektů byla použita spoluúčast na projektech řešících problematiku umělé inteligence.

Postup tvorby scientometrických map se skládal z několika kroků. Z dat v IS VaVal (pro každý záznam CEP) byla nejprve vytvořena tabulka četností společného výskytu dvojic spoluřešitelů projektů. Na základě této tabulky byl s využitím shlukovací techniky VOS [7] vytvořen uzlový graf, ve kterém jsou uzly symbolizovány pomocí kruhů a hrany pomocí úseček mezi příslušnými uzly. Každý uzel v mapě reprezentuje jeden subjekt a každá spojnice mezi těmito uzly (hrana) vyjadřuje vztah určitého typu mezi dvěma organizacemi. Výsledný obsah kruhu (velikost uzlu) udává jeho váhu (tj. počet všech spoluprací dané instituce). Barva hrany a současně i její šířka symbolizuje váhu hrany, tj. míru vztahu mezi dvěma spolupracujícími organizacemi, které spojuje (počet společných projektů). Poloha uzlů v rovině je dána počtem napojených hran a jejich vahou. Uzly s vysokým počtem napojených hran bývají zpravidla uprostřed určitého shluku. Blízkost uzlů na mapě je indikátorem silné vazby, ale na rozdíl od samotných hran nebere do úvahy jen párovou vazbu, ale rovněž i průměrnou sílu vztahu s ostatními uzly uvnitř daného shluku. Vzdálenosti uzlů, které nejsou spojeny hranou, jsou arbitrární (v prezentovaných mapách bylo umístění vypočteno z důvodu přehlednosti tak, aby uzly po obvodu obrázku tvořily zhruba elipsu).

V textu jsou uvedeny pouze některé mapy charakterizující spolupráci a vazby mezi vybranými subjekty. Pro detailnější analýzu vazeb byly vytvořeny internetové prezentace, které umožňují interaktivním způsobem provádět zvětšování (zoomování), filtraci uzlů (institucí). Tyto webovské aplikace také poskytují textovou nápovědu s charakteristikou daného uzlu (instituce) nebo hrany. Odkazy na tyto internetové prezentace jsou uvedeny v kap. 6.4, ve které je analyzována spolupráce a vazby mezi subjekty realizujícími VaV v oblasti umělé inteligence.

4.3 Výsledky projektů VaV

Jako výsledky projektů zaměřených na AI byly identifikovány záznamy, které jsou v IS VaVal těmto projektům přiřazeny jejich řešiteli. Výsledky by rozděleny do dvou skupin:

2. Publikační výsledky: články v periodiku (J), monografie (B), kapitoly v odborné knize (C), články ve sborníku (D).
3. Výsledky aplikačního charakteru: patenty (P), poloprovozy, ověřené technologie (Z), užité vzory, průmyslové vzory (F), technicky realizované výsledky (G).

4.4 Publikační aktivita

Pro analýzu publikačních aktivit byla využita databáze Web of Science⁶ a její analytická nadstavba InCites. Tyto zdroje vedle bibliografických informací a údajů o citovanosti poskytují řadu scientometrických indikátorů. Analýza byla provedena pouze na záznamech typu *Article* (časopisecký článek), *Letter* (krátké sdělení), *Proceedings Paper* (stať v konferenčním sborníku) a *Review* (přehledný časopisecký článek). Z analýzy byly vyřazeny knihy a jejich kapitoly, abstrakty konferenčních příspěvků a obecně všechny nerecenzované dokumenty⁷.

⁵ IS VaVal, Centrální evidence projektů, CEP: <https://www.rvvi.cz/cep>

⁶ Clarivate Analytics Web of Science, databáze Science Citation Index Expanded, Social Sciences Citation Index, Arts & Humanities Citation Index, Conference Proceedings Citation Index-Science, Conference Proceedings Citation Index-Social Science & Humanities.

⁷ Podrobný výčet typů dokumentů viz https://images.webofknowledge.com/images/help/WOS/hs_document_type.html

Pro vyhledání publikací zaměřených na oblast AI byl využit soubor přibližně 300 klíčových slov a jejich logických kombinací (resp. sousloví) jako v případě výběru projektů v IS VaVal (kap. 4.1). Pro vyhledávání byl využit WoS parametr *TS/topic*. Uvedená sousloví byla podobně jako v případě IS VaVal použita i v množných číslech a více variacích zápisu, pořadí a tvarech (např. *self driving* a *self-driving*, *fuzzy logic* a *fuzzy logical*, *neuro* a *neural*). Přehled použitých slov je uveden v přílohové části této studie (Dodatek, kap. 13).

V takto provedeném výběru se objevuje nezanedbatelný počet prací z AI vzdálených oborů v nichž jsou některé její metody pouze rutinně aplikovány k řešení partikulárních problémů (např. *image analysis*, *facial recognition*). Z tohoto důvodu byly takto vyhledané práce zahrnuty do analýzy pouze v případě, kdy byly ve WoS zařazeny do oborů *computer sciences*, *engineering* nebo *mathematics*.

Publikace byly dané zemi/skupině přiřazeny jako jednotka, pokud alespoň jeden autor byl z dané země (bez ohledu na počet a afilaci spoluautorů).

Pro analýzu vývoje počtu publikací bylo zvoleno časové okno 2005 – 2017. Mezinárodní spolupráce ČR byla posouzena na základě agregovaných hodnot pro tříleté okno 2015 - 2017.

Jelikož výsledky vztahující se k AI (kap. 4.3) byly v IS VaVal (komponenta Rejstřík informací o výsledcích, RIV) identifikovány na základě jejich deklarace v komponentě IS Centrální evidence projektů (CEP) u projektů asociovaných s AI, jejich počty jsou podstatně nižší než počty publikací nalezených ve WoS. Příčinou může být nedůslednost v registraci výsledků do RIV, přiřazování výsledků z taktických důvodů jiným projektům nebo financování projektů v rámci specifického VŠ výzkumu.

4.5 Zapojení do projektů podpořených v rámcových programech EU

Pro analýzu projektů podpořených v rámcových programech EU byla využita informační databáze Evropské komise o projektech evropských rámcových programů E-CORDA (COmmon Research DATawarehouse) z jara roku 2018. Do analýzy byly zahrnuty všechny projekty podpořené v posledních dvou rámcových programech EU – v 7. rámcovém programu Evropského společenství pro výzkum, technologický rozvoj a demonstrační aktivity (dále jen 7. RP) [8], který byl realizován v letech 2007 až 2013, a v současném rámcovém programu pro výzkum a inovace Horizont 2020 [9], který je realizován v období 2014 až 2020. Do analýzy byly zahrnuty všechny projekty ze 7. RP a dosud podpořené projekty programu H2020 (tj. projekty uvedené v použité databázi E-Corda vydané na jaře tohoto roku).

Pro výběr projektů byla využita klíčová slova použitá pro identifikaci projektů v IS VaVal a publikací ve Web of Science. Výskyt těchto slov byl hledán v názvech a abstraktech projektů (v anglickém jazyce). Výběr projektů řešících problematiku umělé inteligence a její využití v různých technologických oblastech byl proveden na více úrovních (resp. krocích):

- Výběr s využívající striktní spojení dvou a více klíčových slov, tj. stejným způsobem jako v případě výběru projektů v IS VaVal (viz kap. 4.1);
- Výběr s využitím klíčových nacházejících se v blízkosti, tj. kdy se mezi danými klíčovými slovy nacházelo jedno další libovolné slovo;
- Výběr pro autonomní vozidla. V tomto případě byla hledána klíčová slova charakterizující tato vozidla, tj. slova jako „autonomous“, „unmanned“ apod. kombinovaná se slovy „vehicle“, „airplane“ apod. (viz kap. 13) nacházející se do vzdálenosti do čtyř slov (tj. mezi těmito slovy se mohla nacházet maximálně čtyři další libovolná slova).
- Výběr pro robotiku, využívající prvky umělé inteligence. V tomto případě byla v textu hledána na libovolném místě slova „robot“ (a jeho další tvary, jako je například „robotic“) a „intelligence“ (resp. „intelligent“ a další tvary).

Následně byl tento výběr rozšířen o projekty, které byly podpořeny v tematických prioritách, oblastech a výzvách, které byly zaměřeny na problematiku související s VaV v oblasti umělé inteligence nebo s využitím umělé inteligence v různých technologických oblastech (resp. aplikacích). S výjimkou prvního výběru (tj. výběru s využitím striktních slovních spojení) byly nalezené projekty individuálně kontrolovány a případně byly vyřazeny projekty, které se nezabývaly problematikou umělé inteligence.

Pro mezinárodní komparativní analýzu byl vyhodnocen počet projektů, do jejichž řešení byly země zapojeny, počet výzkumných týmů z daných zemí, které byly v podpořených projektech zapojeny (tento ukazatel je dále označován jako počet účastí), a příspěvek, který zapojené týmy získaly od Evropské komise na řešení těchto projektů.

4.6 Patentová analýza

Pro patentovou analýzu byla využita databáze patentových přihlášek Evropského patentového úřadu PATSTAT (EPO Worldwide Patent Statistical Database) vydaná na podzim roku 2017 (označovaná jako PATSTAT 2017b) [10]. Pro identifikaci patentových přihlášek chránících řešení využívající prvky umělé inteligence byl využit stejný soubor klíčových slov jako v předcházejících případech, přičemž výběr byl prováděn následovně:

- Výběr s využívající striktní spojení dvou a více klíčových slov, tj. stejným způsobem jako v případě výběru projektů v IS VaVal (viz kap. 4.1);
- Výběr s využitím klíčových slov nacházejících se do vzdálenosti do tří slov (mezi těmito slovy se mohla nacházet maximálně tři další slova, s výjimkou spojek, předložek, větných členů apod.).

Výběr provedený s využitím klíčových slov byl následně rozšířen o výběr založený na oborovém zaměření patentových přihlášek v mezinárodním patentovém třídění (International Patent Classification⁸, IPC). Pro tento výběr patentových přihlášek byla využita existující přiřazení, která byla publikovaná v analýzách patentové aktivity ve specifických oblastech informačních a komunikačních technologií, robotiky a autonomních systémů zpracovaných v nedávné době jinými institucemi:

- Taxonomie publikovaná Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) na jaře roku 2017 [11] definující celkem 13 technologických oblastí informačních a komunikačních technologií (ICT) a jejich dílčích podoblastí (segmentů), ke kterým jsou přiřazeny obory v IPC třídění. Pro účely této studie byly zařazeny vybrané segmenty z technologických oblastí nazvaných v uvedené studii jako „poznávání a pochopení smyslu (cognition and meaning understanding)“ a „lidské rozhraní (human-interface)“.
- Přiřazení oborů v IPC třídění k některým oblastem umělé inteligence, jako je řešení problémů (problem reasoning and solving), strojové učení (machine learning), struktura sítí (network structure) a systémy pro zpracování znalostí (knowledge processing system), které bylo publikováno v článku [12].
- Přiřazení, publikované ve studii patentového úřadu Spojeného království (Intellectual Property Office) zaměřené posouzení pozice UK v oblasti robotiky a autonomních systémů ([13] a [14]).
- Přiřazení zpracované Světovou organizací duševního vlastnictví (World Intellectual Property Organization, WIPO) ve studii zaměřené na vývoj patentové aktivity v oblasti robotiky [15].

Pro ověření spolehlivosti tohoto přiřazení oborů v IPC třídění k umělé inteligenci byl proveden náhodný výběr několika set prioritních patentových přihlášek podaných v roce 2014, u nichž byla individuálně posouzena s využitím názvů a abstraktů jejich náplň a „shoda“ se sledovanými technologickými oblastmi. S využitím této „manuální“ kontroly byly obory v IPC třídění rozděleny do dvou skupin, které byly využity poněkud odlišným způsobem:

⁸ International Patent Classification (<http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>)

- Obory (třídy, podtřídy, skupiny) v IPC třídění, které umožňují zcela jednoznačnou identifikaci patentových přihlášek využívajících prvky umělé inteligence. Tyto obory v IPC třídění byly využity pro identifikaci přihlášek bez dalších omezujících podmínek.
- Obory (resp. třídy, podtřídy, skupiny) v IPC třídění, u kterých není zcela jednoznačná shoda vybraných patentových přihlášek se sledovanými obory (ve výběru pomocí těchto oborů se vyskytovaly i přihlášky, které s umělou inteligencí nesouvisí). Výběr patentových přihlášek v databázi PATSTAT byl v těchto případech zúžen s využitím jednoduchých klíčových slov, které charakterizovaly danou technologickou oblast.

Výše popsaný výběr patentových přihlášek s využitím IPC oborového třídění a klíčových slov umožnil identifikovat maximální počet přihlášek, které spadají do oblasti umělé inteligence a robotiky (přibližně dvě třetiny patentových přihlášek byly nalezeny na základě oborového zařazení v mezinárodním patentovém třídění, přibližně třetina s využitím klíčových slov). V takto provedeném výběru byl zároveň pouze minimální počet přihlášek, které do uvedených technologických oblastí nespádaly (kontrola vybraného vzorku patentových přihlášek prokázala, že počet „falešných“ přihlášek je menší než cca 5 %).

Při analýze patentové aktivity byl sledován vývoj počtu patentových přihlášek v letech 2000 až 2014⁹ a jejich struktura podle vybraných kritérií (použitá kritéria a jejich význam jsou blíže popsány v komentářích k obrázkům a tabulkám uvedeným v analýze v kap. 7.3). Vzhledem k tomu, že počet patentových přihlášek podaných subjekty z ČR je dlouhodobě nízký, byl pro mezinárodní porovnání pozice ČR v umělé inteligence vyhodnocen i počet patentových přihlášek podaných v pětiletém období 2011 – 2015.

V analýzách patentové aktivity byl také sledován počet patentových přihlášek podaných přihlašovatelem z různých sektorů. Subjekty byly rozděleny do dvou skupin:

- Univerzity a instituce vládního sektoru. Do této skupiny byly zařazeny všechny VŠ (veřejné i soukromé), univerzitní (fakultní) nemocnice a veřejné výzkumné instituce a ústavy vládního sektoru (ústavy Akademie věd ČR a další výzkumné ústavy).
- Podniky. Do této skupiny byly zařazeny podniky a výzkumné organizace (VO) z podnikatelského sektoru (tj. VO, které jsou obchodními společnostmi).

Pro přiřazení přihlašovatele k sektoru byly využity údaje uvedené v databázi PATSTAT. Vzhledem k tomu, že přiřazení subjektů do sektoru je v databázi PATSTAT prováděno s využitím tzv. harmonizovaných názvů přihlašovatelů¹⁰, může být zatíženo chybami. V případě anglicky nebo německy hovořících zemí se tato chybovost pohybuje v jednotkách procent (viz například [6]). V případě ČR, kde byl počet chyb v přiřazení nebo počet neuvedených údajů o sektoru výrazně vyšší¹¹, bylo přiřazení subjektů do sektoru uvedené v databázi PATSTAT kontrolováno a případně upraveno s využitím údajů v Registru ekonomických subjektů, který je veden Českým statistickým úřadem¹².

⁹ Důvodem je, že v databázi PATSTAT není počet patentových přihlášek z roku 2015 a let následujících úplný.

¹⁰ Harmonizace jmen je prováděna ve spolupráci EPO s Katolickou univerzitou v Lovani (Katholieke Universiteit Leuven)

¹¹ Je nutné si uvědomit, že čeština je slovanský jazyk s diakritikou. Údaje v databázi PATSTAT jsou přebírány z různých patentových úřadů na světě a transkripce názvů s diakritikou není proto jednoznačná.

¹² Registr ekonomických subjektů. Český statistický úřad (https://www.czso.cz/csu/res/registr_ekonomickych_subjektu)

5 Veřejné financování VaV v oblasti umělé inteligence v ČR

V této kapitole jsou uvedeny základní informace o veřejném financování VaV v oblasti umělé inteligence a jejích aplikací. Přehled veřejných zdrojů je rozdělen do tří kapitol - účelová podpora VaV, institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj VO a finanční prostředky Evropských strukturálních a investičních fondů. Samostatně jsou vyčleněny zdroje poskytované Evropskou komisí v rámcových programech EU (kap. 6.5).

Veřejné financování výzkumu a vývoje AI technologií je silněji podporováno z veřejných zdrojů proti soukromým investicím. Například situace v USA je odlišná, zde jsou i výzkumné instituce silně finančně podporovány soukromým sektorem a to nejen v rámci smluvního výzkumu, ale také velkou mírou sponzorovaného výzkumu, který podporuje strategickou oblast a neočekává dopředu žádné konkrétní aplikační výstupy k okamžitému produktovému využití. V ČR se soukromý sektor podílí na spolufinancování projektů veřejné podpory, na smluvním výzkumu a na podpoře soukromého vývoje AI produktů ve formě rizikových investic do startup společností. Situace v oblasti soukromých investic do AI startup společností je popsána v kap. 6.2.4.

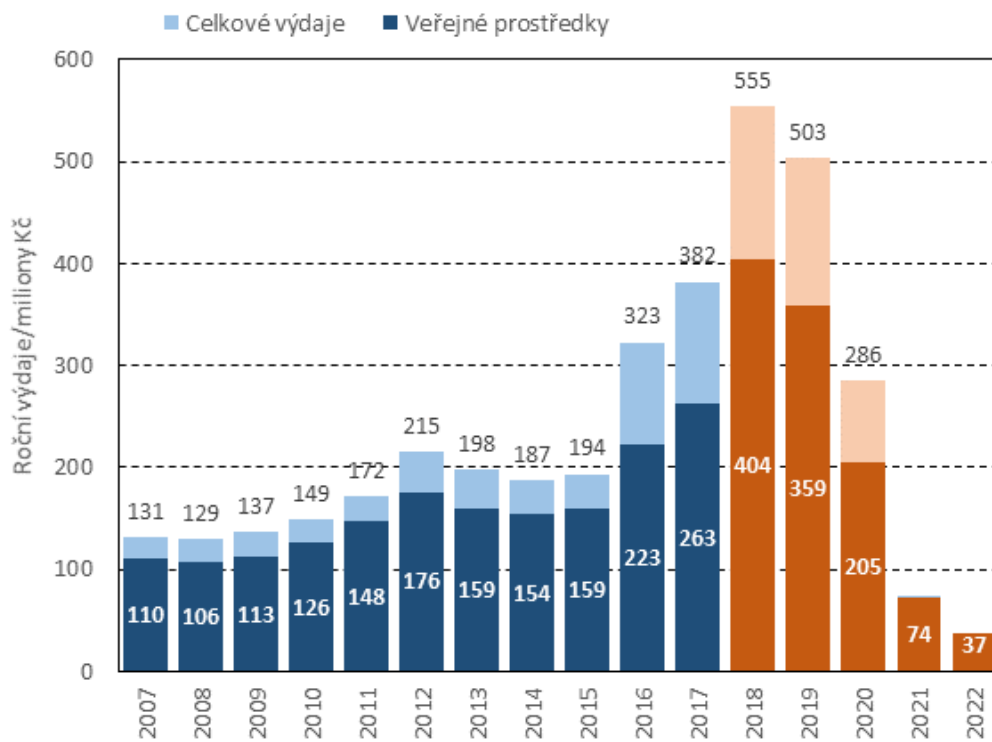
Charakteristika výzkumného a inovačního systému a informace o VO, které tento výzkum realizují, jsou uvedeny v kap. 6.1. V kap. 6.2 jsou potom uvedeny informace o podnicích, které jsou aktivní v oblasti VaV umělé inteligence a které kromě vlastních zdrojů využívají i veřejnou podporu. V kapitole jsou také uvedeny informace o začínajících podnicích (startup) působících v oblasti umělé inteligence a o investorech rizikového kapitálu do těchto podniků.

5.1 Účelová podpora VaV umělé inteligence

5.1.1 Vývoj a struktura účelového financování VaV v AI v ČR

Významným zdrojem pro podporu VaV umělé inteligence jsou programy účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, které jsou implementovány několika poskytovateli. Jak vyplývá z údajů IS VaVaI, účelová podpora VaV umělé inteligence dlouhodobě roste a od roku 2007 do roku 2015 státní podpora i celkové náklady projektů, ve kterých byl realizován VaV umělé inteligence, vzrostly přibližně o polovinu (viz obr. 3). V letech 2012 – 2015 účelová podpora VaV v oblasti AI stagnovala (resp. se mírně snížila), což odpovídá i vývoji celkové účelové podpory VaV poskytované v těchto letech.

Obr. 3 Roční veřejná podpora a celkové náklady výzkumu a vývoje v AI v letech 2007 až 2023 (před rokem 2007 IS VaVal neposkytuje úplné roční finanční informace o projektech). Údaje pro rok 2018 a dále jsou plánované.



Zdroj: IS VaVal

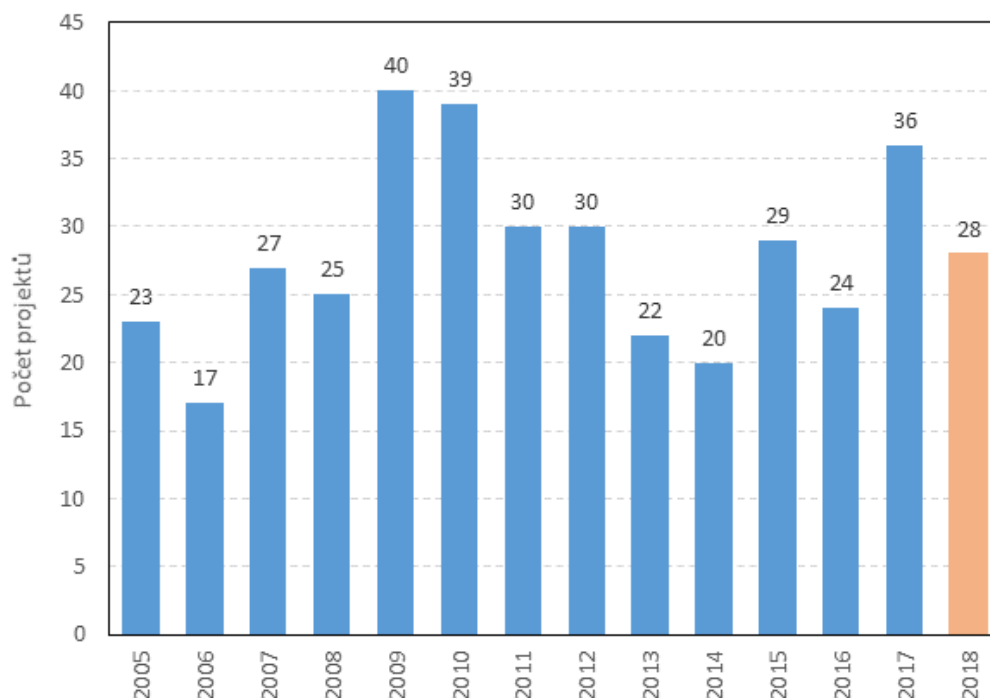
K velkému nárůstu jak státní podpory, tak celkových nákladů, došlo mezi roky 2016 a 2018. V roce 2017 státní podpora VaV v AI činila přibližně 260 mil. Kč, což je více než dvojnásobná částka oproti roku 2007 (viz obr. 3). V těchto letech neveřejné výdaje přesáhly státní podporu v první polovině dekády. To jednoznačně ukazuje na růst zájmu o AI i na pozitivní vliv státní podpory na mobilizaci soukromých zdrojů (viz obr. 3).

Státní podpora VaV v AI poroste i v následujících letech. Jak je patrné z obr. 3, v roce 2018 by státní výdaje měly přesáhnout částku 400 mil. Kč (stanoveno podle plánovaných rozpočtů probíhajících projektů). Jelikož lze předpokládat, že v letošním roce a letech následujících budou schváleny nové projekty zaměřené na problematiku AI, k poklesu po roce 2018 s velkou pravděpodobností nedojde. Z grafu je patrné, že nárůst v roce 2018 je opravdu významný. Vzhledem k všeobecnému rozvoji AI v 21. století lze považovat zvýšení podílu projektů s AI v roce 2016 za poněkud opožděné, ale ne dramaticky zpožděné.

V letech 2005 až 2018 bylo z veřejných prostředků financováno celkem 390 projektů, ve kterých byl realizován VaV v oblasti AI (obr. 4). V průměru bylo ročně zahájeno přibližně 30 projektů. Počet se však mezi lety značně měnil. Maximální počet projektů řešících problematiku AI byl zahájen v letech 2009 a 2010 (přibližně 40 projektů ročně). V tomto období také vznikala velká výzkumná centra, která v sobě měla zahrnuta výzkum v oblasti AI, včetně rozvoje infrastruktur, jako je IT4Innovations. Počet projektů tedy vizuálně po roce 2010 zaznamenává propad, ale směrodatné je v tomto případě financování, které je naopak až do roku 2016 objemově stagnující, nebo málo rostoucí, přičemž větší nárůst přichází v roce 2016.

Znamená to také, že s příchodem objemově větších projektů (například z OP VVV) sice došlo k poklesu počtu projektů, ale objemově došlo k nárůstu financování. Jelikož jsou z dat vyřazeny čistě infrastrukturní projekty, jedná se o nárůst objemů prací v oblasti AI výzkumu a vývoje.

Obr. 4 Zahájené projekty v oboru AI v letech 2005 až 2018 (včetně). Údaje pro rok 2018 jsou neúplné.

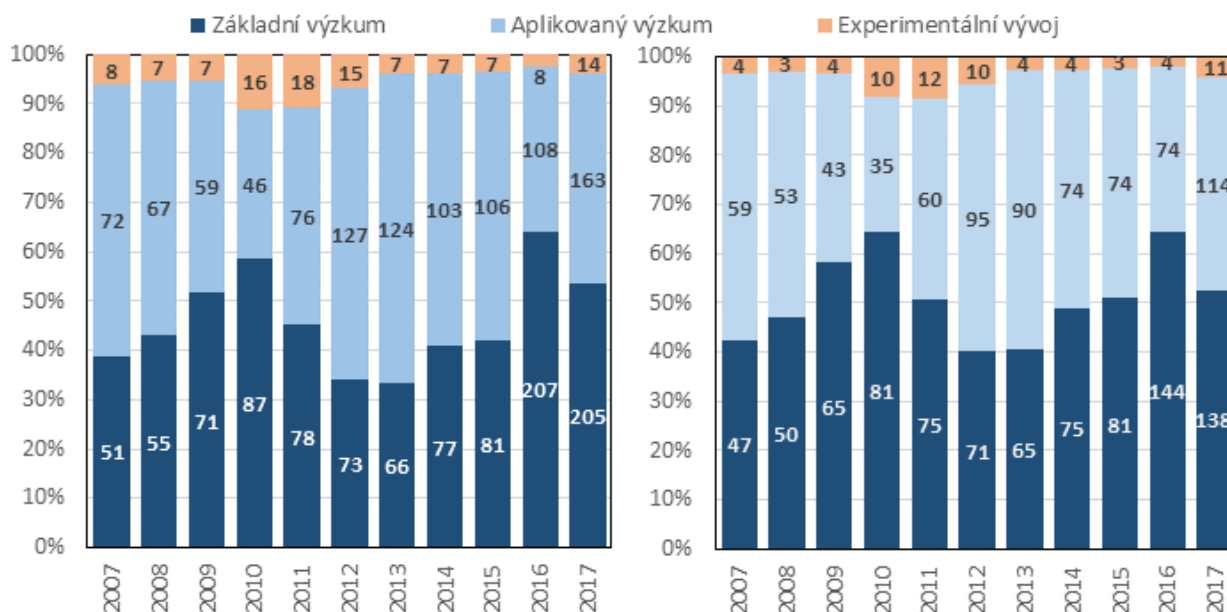


Zdroj: IS VaVal

Státní podpora byla využívána především na základní a aplikovaný výzkum, pouze necelých 10 % státní podpory bylo využito na experimentální vývoj (viz obr. 5). Podobné poměry byly i v celkových nákladech projektů. Poměr financování základního a aplikovaného výzkumu byl v letech 2007 – 2017 značně nerovnoměrný. V druhé polovině minulé dekády podíl základního výzkumu na celkové veřejné podpoře strmě rostl, avšak v prvních letech tohoto desetiletí poklesl přibližně na 30 %. V letech 2016 a 2017 bylo výrazné navýšení financování směřováno převážně do základního výzkumu, jehož podíl na státní podpoře přesáhl 60 %.

Založení Technologické agentury ČR (TA ČR) v roce 2009 a spuštění programů podpory aplikovaného VaV sehrálo pozitivní roli ve financování aplikačních oblastí AI. I přesto veřejná podpora aplikovaného výzkumu stále poněkud zaostává za podporu základního výzkumu (viz obr. 5). Aplikovaný výzkum by si v oblasti AI zasloužil větší pozornost, jedná se o přenos výsledků do praxe a spolupráci se soukromým sektorem. Zejména spolupráce se soukromým sektorem v rámci velkých AI témat a disruptivních technologií je neuspokojivá. Projekty aplikačního charakteru řeší většinou lokální inovace a málo se věnují tématům, která posouvají zahraniční startupovou scénu. Například zdravotnictví je v aplikačním výzkumu zastoupeno, ale na české startup scéně chybí úplně, stejně tak automotive. Je to příklad toho, že dochází k lokálním inovacím a nasazování technologií, ale samonosná témata pro startování nových tržních příležitostí chybí úplně, nebo jsou nedostatečně zastoupena.

Obr. 5 Rozdělení celkových nákladů (vlevo) a veřejné podpory (vpravo) pro různé typy výzkumu v projektech řešících problematiku AI - vývoj v letech 2007 – 2017



Zdroj: IS VaVal

Největší část veřejné podpory VaV v oblasti umělé inteligence byla využívána VŠ (viz obr. 6). Jak je patrné z tohoto obrázku, v sektoru vysokých škol od počátku desetiletí vzrostla veřejná podpora přibližně na trojnásobek (k nejvyššímu nárůstu došlo po roce 2015). Tomu i odpovídá počet pracovišť v oblasti AI, neboť největší zastoupení mají právě pracoviště na VŠ.

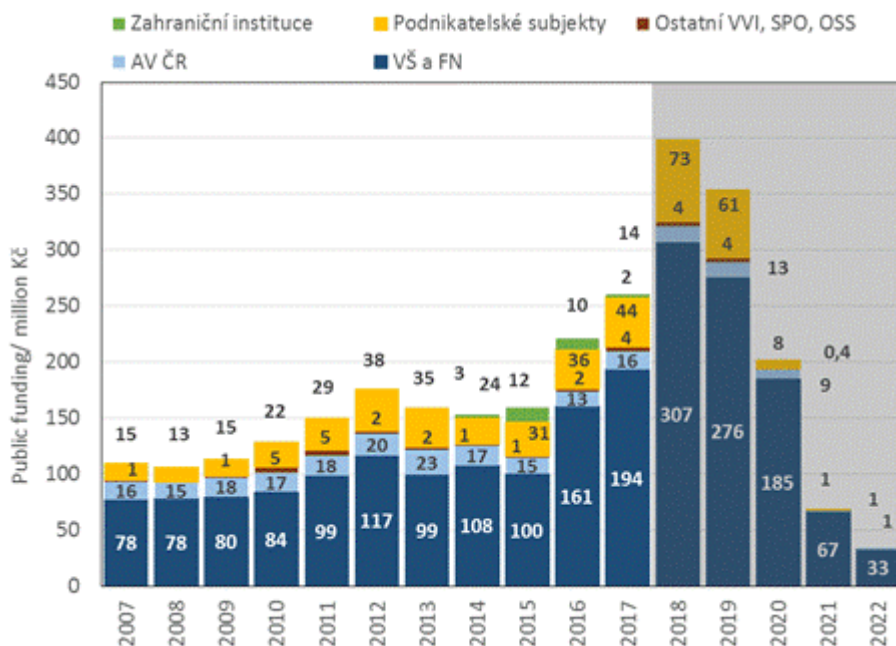
Necelých 20 % veřejné podpory bylo využito v podnicích (tj. přibližně čtvrtina objemu veřejných prostředků využitých ve VŠ sektoru). V ústavech AV ČR byla využita poměrně malá část veřejné podpory (v letech 2014 – 2017 přibližně 15 mil. Kč ročně), navíc v uplynulých pěti letech došlo k jejímu celkovému poklesu. Veřejné výzkumné instituce mimo AV, státní příspěvkové organizace a organizační složky státu¹³ získávaly ve sledovaném období podporu v jednotkách milionů Kč ročně.

Počet projektů, které v jednotlivých letech řešily subjekty z různých sektorů, je uveden na obr. 7. Z porovnání veřejných výdajů (viz obr. 6) s počty probíhajících projektů ukazuje, že v posledních letech spíše rostl objem veřejné podpory na jednotlivé projekty, nikoli počty podporovaných projektů, jak již bylo patrné na grafech nárůstu objemu finančních prostředků. V podstatě lze prohlásit, že se jedná o pozitivní vývoj v posledních letech, neboť podpora je vynakládána na větší projekty, které umožňují větší koncentraci výzkumného potenciálu.

Na druhou stranu projekty ve spolupráci s aplikačním sektorem jsou ve sledovaném období obvykle spíše menšího rozsahu, a to také ukazuje na menší míru realizace projektů ve spolupráci s průmyslem v oblasti AI s veřejnou podporou. Zde není důvod, aby počty projektů klesaly, a jde spíše o negativní trend, který by si zasluhoval zvláštní pozornost. Z charakteru těchto projektů lze usuzovat na pasivní přístup většiny podniků k zavádění progresivních technologií. Stejně téma bylo diskutováno se zástupci startup firem, kteří také vnímají pasivní přístup českých firem, který je v silném kontrastu se zahraničními společnostmi, kteří se zavádění těchto technologií a přístupů věnují intenzivně, proaktivně a investují do rozvoje AI nemalé prostředky, a to i formou sponzorovaného výzkumu. Forma sponzorovaného výzkumu v ČR v podstatě chybí úplně, nebo je na nepatrné úrovni.

¹³ Především výzkumné kapacity v resortech obrany a vnitra

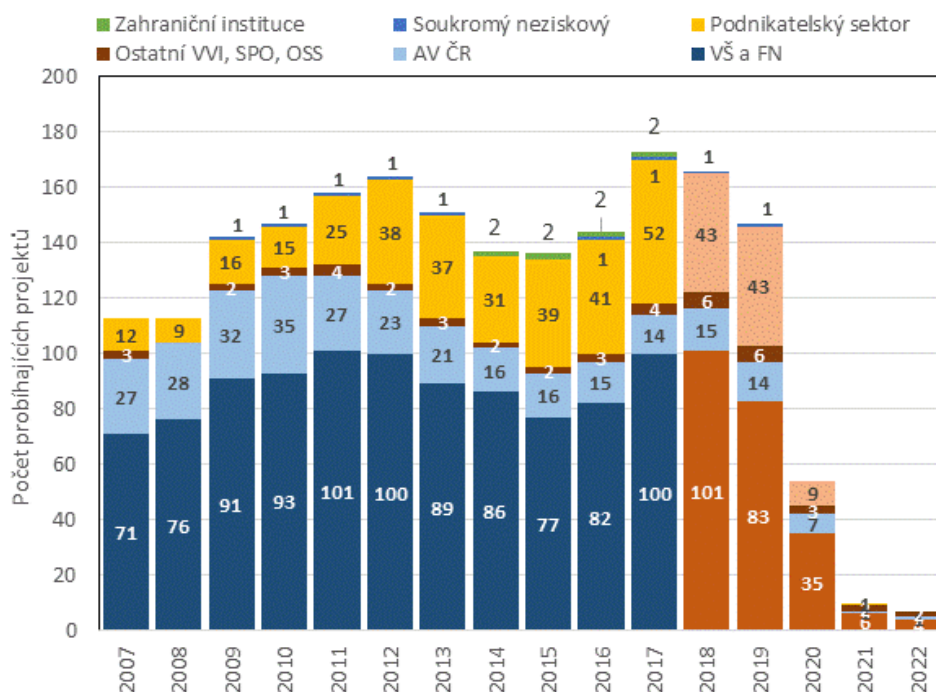
Obr. 6 Roční veřejná podpora výzkumu a vývoje v oblasti AI v sektorech provádění výzkumu.



Pozn.: Od roku 2018 se jedná o plánované výdaje¹⁴.

Zdroj: IS VaVal

Obr. 7 Počty probíhajících projektů řešících problematiku AI v sektorech provádění výzkumu. Po roce 2018 se jedná o plánované projekty



Zdroj: IS VaVal

¹⁴ VVI: veřejné výzkumné instituce mimo AV ČR; SPO: státní příspěvkové organizace; OSS: organizační složky státu; VŠ: vysoké školy bez rozlišení typu (veřejné, státní soukromé); FN: fakultní nemocnice.

5.1.2 Hlavní poskytovatelé a programy podpory

Veřejná podpora VaV umělé inteligence je poměrně roztržštěná. V letech 2015 – 2017 byly projekty, ve kterých byl realizován VaV umělé inteligence, podporovány celkem osmi poskytovateli, kteří v tomto období rozdělili celkem 644,3 mil. Kč ve 142 projektech. Největším poskytovatelem podpory VaV v tomto období bylo Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy, které poskytlo přibližně 201,8 mil. Kč na řešení 28 projektů, což je téměř třetina celkové podpory poskytnuté v tomto období (viz tab. 1).

Dalšími významnými poskytovateli účelové podpory VaV umělé inteligence byly Grantová agentura ČR (GA ČR) a TA ČR. Obě agentury se podílejí na celkové účelové podpoře přibližně čtvrtinou – GA ČR v tomto období poskytla přibližně 177 mil. Kč na řešení 67 projektů, TA ČR 174 mil. Kč na řešení 21 projektů. GA ČR byly podporovány spíše menší projekty – průměrná podpora na projekt byla přibližně 2,6 mil. Kč, což je zhruba třetina ve srovnání s ostatními poskytovateli. Ostatní poskytovatelé financovali 26 projektů v celkové výši 92,1 mil. Kč.

V uplynulém období nebyl v ČR realizován žádný program, kterým by cíleně podporoval VaV v oblasti umělé inteligence. Nejvýznamnějším programem tak byly standardní projekty GA ČR, ze kterých příjemci získali přibližně čtvrtinu celkové podpory na VaV umělé inteligence v období 2015 – 2017. To znamená, že ve značné části projektů řešících problematiku umělé inteligence byl realizován především základní výzkum, kde si uchazeč stanovuje sám cíle a způsoby řešení projektu (tj. „bottom-up“ projekty). Druhým nejvýznamnějším programem byl Národní program udržitelnosti II MŠMT (přibližně 18,5 % poskytnuté podpory VaV v AI v letech 2015 - 2017). Programy TA ČR Centra kompetence a ALFA poskytly přibližně 14 %, resp. 8 % celkové státní podpory. Přibližně 5 % veřejné podpory pocházelo z „Norských fondů“¹⁵. Další programy přispěly k financování VaV v AI nízkými jednotkami procent (viz tab. 2).

Tab. 1 Podpora výzkumu a vývoje v AI poskytovateli veřejné podpory v letech 2015 až 2017 - počet financovaných projektů, celkový objem státní podpory, podíl poskytovatelů na celkové účelové podpoře VaV v oblasti AI a průměrná velikost podpořeného projektu

Poskytovatel	Počet projektů	Veřejné podpora (mil. Kč)	Podíl na celkové podpoře	Průměrná podpora projektu (mil. Kč)
Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy	28	201,8	31,3%	7,2
GA ČR	67	176,9	27,4%	2,6
TA ČR	21	173,6	26,9%	8,3
Ministerstvo vnitra	7	26,9	4,2%	3,8
Ministerstvo průmyslu a obchodu	9	23,9	3,7%	2,7
Ministerstvo kultury	4	23,4	3,6%	5,8
Ministerstvo obrany	1	9,5	1,5%	9,5
Ministerstvo zdravotnictví	5	8,4	1,3%	1,7
Celkem	142	644,4	100%	4,5

Zdroj: IS VaVal

¹⁵ MŠMT, Finanční mechanismy EHP/Norsko.

Tab. 2 Programy na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje, ve kterých bylo poskytnuto 90 % celkové účelové podpory na VaV v oboru AI v letech 2015 – 2017. Názvy programů jsou uvedeny zkráceně.

Kód	Poskytovatel	Program	Celkové náklady, tis. Kč	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl veřejné podpory na celkových nákladech	Podíl na veřejné podpoře 2015-2017
GA	GA ČR	Standardní projekty	160 917	151 866	94,4%	23,6%
LQ	MŠMT	Národní program udržitelnosti II	240 117	119 383	49,7%	18,5%
TE	TA ČR	Centra kompetence	134 872	90 402	67,0%	14,0%
TA	TA ČR	ALFA	85 852	53 395	62,2%	8,3%
7F	MŠMT	Finanční mechanismy EHP/Norsko	33 037	33 037	100,0%	5,1%
VI	MV	Bezpečnostní výzkum České republiky 2015-2020	27 936	24 758	88,6%	3,8%
LL	MŠMT	ERC CZ	19 777	19 777	100,0%	3,1%
FV	MPO	TRIO	23 272	17 173	73,8%	2,7%
GJ	GA ČR	Juniorské granty	16 273	16 273	100,0%	2,5%
TH	TA ČR	EPSILON	27 268	15 948	58,5%	2,5%
DG	MK	Program na podporu VaV národní a kulturní identity 2016 až 2022 (NAKI II)	14 525	14 292	98,4%	2,2%
OF	MO	Obranný aplikovaný výzkum, experimentální vývoj a inovace	9 469	9 469	100,0%	1,5%
DF	MK	Program VaV národní a kulturní identity (NAKI)	9 355	9 101	97,3%	1,4%
TD	TA ČR	OMEGA	8 009	6 360	79,4%	1,0%

Zdroj: IS VaVaI

5.2 Stávající programy s možností podpory AI projektů

V předchozí kapitole byly vyjmenovány programy na podporu VaV, které proběhly v letech 2015 - 2017. V kap. 6.1.3 jsou uvedeny programy, ze kterých byly podpořeny infrastruktury pro AI v ČR. V ČR neexistuje specifický program na podporu AI, jedná se tedy o realizaci základního či aplikovaného výzkumu v rámci programů podporujících výzkum a vývoj v technicky zaměřených oborech. V následující tabulce uvádíme programy, ve kterých lze realizovat výzkum a aplikace v oblasti AI.

V ČR není v současnosti výzva ani program, který by byl specificky zaměřen na AI. Nejblíže jsou vybrané výzvy TA ČR, které zvýhodňují oborově projekty v oblasti Průmysl 4.0, což nepovažujeme za dostatečné.

Tab. 3 Současné programy podpory, kde je možné realizovat výzkum a přenos do aplikační oblasti v AI

Poskytovatel	Výzvy / Programy	Poznámka
TA ČR	GAMA – preseed projekty ve výzkumných organizacích	Výzvy pro výzkumné organizace, které rozvíjejí transfer technologií pomocí přípravy konkrétních výzkumných výsledků ke komercializaci.
	DELTA2 – mezinárodní spolupráce	Podpora spolupráce v aplikovaném výzkumu prostřednictvím společných projektů českých podniků a výzkumných organizací podporovaných TA ČR a zahraničních účastníků.
	EPSILON – aplikační projekty	Výzkumné organizace a podniky, výsledky aplikovaného výzkumu přenášeny do praxe. Programy nejsou zaměřeny specificky na AI, existuje podpora projektů v oblasti Průmysl 4.0.

	ZÉTA – propojení výzkumných organizací a podniků skrze studenty	Podpora spolupráce akademické sféry a podniků prostřednictvím zapojení posluchaček a posluchačů magisterských a doktorských studijních programů vysokých škol a mladých výzkumných pracovníků a pracovníků ve věku do 35 let.
	ÉTA – aplikace v humanitních vědách	Podpora zapojení společenských a humanitních věd do projektů aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací
	THÉTA – aplikace v energetickém sektoru	Podpora projektů, jejichž výsledky mají vysoký potenciál pro uplatnění v řadě oblastí celospolečenského života obyvatel České republiky
GA ČR	8 typů projektů pro podporu základního výzkumu a mezinárodního výzkumu	Pouze podpora výzkumných projektů, nejedná se o aplikační výstupy či firemní podporu. Nejde o přímou podporu AI
MŠMT	Podpora mezinárodní spolupráce ve výzkumu a vývoji: různé programy s výzvami, kde je možné realizovat spolupráci v AI Podpora velkých výzkumných infrastruktur OP VVV – v současnosti žádné výzvy otevřené, kde by mohla být realizována podpora AI	Z hlediska AI se jedná o podporu 3 velkých infrastruktur, viz kap. 6.1.3 a průběžně vyhlašované výzvy v mezinárodním výzkumu. V současnosti se nejedná o žádnou podporu aplikačních výsledků. Takové byly výzvy v OP VVV: - Předaplikační výzkum - Dlouhodobá mezisektorová spolupráce Nejde o přímou podporu AI
MZe	Program Země, připravuje se „Smart farming“	Zaměřený na aplikační výsledky a přenos výsledků VaV do praxe, spolupráce s podniky možná. Mohou zde být projekty v oblasti AI, ale není to primární cíl.
MPO	OP PIK Programy na podporu MSP	Podpora aplikačních výsledků, spolupráce výzkumných organizací a aplikační sféry a podniků samotných. Není přímá podpora AI, projekty s AI technologiemi se mohou zúčastnit. Nejde o přímou podporu AI
CzechInvest	Podpora startupů formou akceleratorů a mentoringu	Nejde o přímou podporu AI

MV	Bezpečnostní výzkum	V rámci bezpečnostního výzkumu lze realizovat aplikační technologické projekty v oblasti AI Nejde o přímou podporu AI
MZ	Věda a výzkum	Lze realizovat projekty s aplikačním dopadem a technologiemi AI. Nejde o přímou podporu AI
Ostatní	Další výzvy jsou u regionálních poskytovatelů, jedná se o drobné podpory, nejde o systémovou podporu AI.	

Zdroj: obecně dostupné informace

5.3 Institucionální podpora

Významným zdrojem pro VaV umělé inteligence je v některých institucích pravděpodobně i institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj VO. Dostupné informace však neumožňují specifikovat, v jakých institucích jsou prostředky využívány pro VaV umělé inteligence, ani odhadnout její výši. Nicméně lze předpokládat, že vysoké školy, výzkumné ústavy a další pracoviště, která jsou uváděna v kap. 6, tuto podporu (alespoň do jisté míry) pro rozvoj takto zaměřených VaV aktivit využívají.

5.4 Shrnutí, silné a slabé stránky ČR

Shrnutí

Významným zdrojem financování VaV v oblasti AI jsou programy účelové podpory VaV. Veřejná podpora dlouhodobě roste a mezi lety 2007 a 2017 se přibližně zdvojnásobila (260 mil. Kč v roce 2017). K velkému nárůstu jak veřejné podpory, tak i celkových nákladů na řešení projektů, došlo zejména mezi roky 2016 a 2018. Veřejná podpora VaV AI poroste i v následujících letech a v roce 2018 by účelová podpora měla přesáhnout částku 400 mil. Kč (stanoveno podle IS VaVal a plánovaných rozpočtů probíhajících projektů).

V letech 2015 – 2017 byly projekty zaměřené na VaV AI podpořeny v programech osmi poskytovatelů, a to zejména GA ČR, MŠMT a TA ČR. Žádný z těchto programů však nebyl specificky zaměřen na VaV v oblasti AI a technologií využívajících AI. Problematické AI jsou nejbližší vybrané výzvy v programech TA ČR, které oborově zvýhodňují projekty v oblasti Průmysl 4.0.

Účelová podpora VaV je využívána zejména VŠ, které v letech 2015 – 2017 získaly téměř 80 % účelové podpory poskytnuté na řešení projektů zaměřených na AI. Ve VŠ sektoru je VaV zaměřený na problematiku AI realizován především na významných VŠ, jako je VUT v Brně, VŠB-TU Ostrava, ČVUT v Praze a UK v Praze. Přibližně 20 % účelové podpory využité pro VaV AI bylo využito podniky, včetně mikropodniků a malých a středních podniků. Ostatní instituce se do projektů VaV příliš nezapojovaly. Řada VO, které realizují VaV v oblasti AI, získává pro svoji činnost i institucionální podporu na dlouhodobý koncepční rozvoj.

Silné stránky	Slabé stránky
- Veřejná podpora VaV AI poskytovaná v programech účelové podpory dlouhodobě roste - Veřejná podpora na VaV v oblasti umělé inteligence je využívána VO veřejného sektoru (zejména VŠ) i subjekty podnikatelského sektoru (podniky) - V ČR existují významné VO (zejména VŠ), kde je realizován VaV v oblasti umělé inteligence - I když programy TA ČR, MPO a dalších poskytovatelů nejsou cíleně zaměřeny na oblast AI, umožňují realizaci aplikačních projektů pro nasazování AI, včetně realizace projektů řešených ve spolupráci podniků a VO - S využitím veřejné podpory byla vytvořena moderně vybavená výzkumná centra, která mj. realizují i VaV v oblasti AI. - Ve VaV v oblasti AI jsou zapojeny i mikropodniky a malé podniky, které pro rozvoj svých VaV aktivit v této oblasti získávají veřejnou podporu.	- V ČR dosud neexistuje program, kterým by byl systematicky podporován VaV zaměřený na technologie AI a jejich využívání v aplikacích - Projekty, v nichž je řešen VaV zaměřený na AI a její aplikace, jsou podporovány převážně v obecně zaměřených programech, což omezuje jejich přínos pro řešení aktuálních potřeb ČR ve vazbě na očekávané dopady automatizace a technologií využívajících AI - Účelová podpora VaV v oblasti AI je roztržštěná, programy jsou implementovány více poskytovateli a nejsou vzájemně koordinovány - Podpořené projekty, které jsou zaměřeny VaV využití umělé inteligence, řeší pouze dílčí aspekty a nerealizují aktivity, které by směřovaly k disruptivním inovacím - Zastoupení výzkumných projektů, které mají aplikační dopad do průmyslu, je v klíčových oblastech nedostatečné, což může přinést nižší efektivitu v těchto oborech v budoucnosti a závislost na řešeních zahraničních společností - V projektech podpořených v programech účelové podpory převažuje základní výzkum, což má za následek, že v jejich výsledcích výrazně převládají publikace.
Příležitosti	
- Vytvořit program účelové podpory, kterým bude systematicky podporovat VaV v oblasti umělé inteligence a její využití v konkrétních aplikacích a technologických segmentech. - Zapracovat problematiku AI do dalších relevantních programů realizovaných všemi poskytovateli podpory a zajistit koordinaci jejich implementace (realizace cíleně zaměřených výzev apod.). - Rozšířit programy podpory o podporu výzkumníků, kteří budou ověřovat aplikovatelnost výsledků VaV pomocí transferu těchto výsledků do startup firem. - Zaměřit se na podporu disruptivních technologií v programech veřejné podpory, podporovat zásadní inovace s mezinárodním přesahem. - Soustředit se na lepší využití chráněných výsledků VaV v praxi, které generují výzkumné organizace, jako jsou patenty, algoritmy a software (autorská ochrana), případně více generovat výsledky k volnému využití, tedy publikace a open source software. - V programech podpory posílit spolupráci výzkumného sektoru a soukromého, a to zejména v oblasti disruptivních technologií. - Vytvořit prostředí pro realizaci sponzorovaného výzkumu, který je v zahraničí rozšířen, zatímco v ČR je realizován v minimální míře.	

6 Pozice ČR v oblasti technologického rozvoje AI

6.1 Výzkumné organizace

V následujících tabulkách je uveden seznam výzkumných organizací a jejich nejvýznamnějších pracovišť, která se profilují v oblasti výzkumu AI. Ve výzkumných projektech AI se účastní i výzkumní pracovníci z dalších pracovišť. Jak je ukázáno v následujících kapitolách, většinou ale neformují silnější výzkumné skupiny, proto zde nejsou uvedeny. Z hlediska výzkumného zaměření lze prohlásit, že jsou zastoupeny víceméně veškeré obory AI, a to jak z oblasti aplikačního, tak i teoretického výzkumu. Účast VO ve výzkumných projektech zaměřených na AI v letech 2015-2017 je uvedena v kap. 6.1.1 (vysoké školy) a 6.1.2 (výzkumné ústavy).

Tab. 4 Seznam výzkumných organizací a jejich pracovišť zabývajících se výzkumem v oblasti AI. Abecedně řazeno.

Výzkumná organizace	Součást	Skupina	Zaměření
AV	UTIA	- Matematická teorie rozhodování - Zpracování obrazové informace - Rozpoznávání obrazu	Umělá inteligence, stochastická informatika, zpracování signálu a obrazu, rozpoznávání obrazu
	Ústav Informatiky		Fuzzy systémy, neuronové sítě, specializované a nekonvenční výpočetní modely, evoluční výpočty, multi-agentní systémy, jejich aplikace v oblasti strojového učení, dolování znalostí z dat, a sémantického webu. Medicínská informatika.
ČVUT Praha	FEL	Výzkumné centrum informatiky - Katedra počítačů - Katedra kybernetiky - Katedra počítačové grafiky a interakce	Strojové učení, herní teorie, cybersecurity, automatizované plánování, AI robotika, autonomní řízení. Strojové vnímání, rozpoznávání, mobilní a kolektivní robotika, znalostní systémy, asistivní technologie, zpracování lékařských dat a biologických signálů a obrazů. Simulace, virtuální a rozšířená realita.
	FIT	Výzkumné centrum informatiky - Katedra teoretické informatiky - Katedra počítačových systémů	Teorie automatů, formálních jazyků, gramatik a výpočetní inteligence. Počítačová bezpečnost, distribuované systémy, vysoce výkonnostní a paralelní výpočty.
	CIIRC	Intelligentní systémy Robotika a strojové vnímání Kognitivní systémy a neurovědy	Intelligentní systémy, strojové učení, výpočetní inteligence, dolování v datech. Autonomní robotické systémy, počítačové vidění. Kognitivní modelování, výpočetní neurovědy.
MU Brno	Fakulta informatiky	Katedra strojového učení a zpracování dat - Centrum zpracování přirozeného jazyka	Korpusová lingvistika, lexikální databáze, reprezentace znalostí, reprezentace významu výrazů přirozeného jazyka a využití metod strojového učení pro desambiguaci korpusových dat.

TU Liberec	Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií	Ústav informačních technologií a elektroniky Laboratoř počítačového zpracování řeči Laboratoř aplikované informatiky	Rozpoznávání řeči a obrazu, komunikace člověk-stroj, strojové učení, zpracování dat.
UK Praha	Matematicko-fyzikální fakulta	- Katedra teoretické informatiky a matematické logiky - Katedra aplikované matematiky	Automatické plánování a rozvrhování, reprezentace znalostí a uvažování, dolování dat, strojové učení, výpočetní robotika, paralelní výpočty. Algoritmické teorie her, teoretická informatika, optimalizace.
VŠB - TU Ostrava	Fakulta strojní IT4Innovations	Katedra robotiky	Konstrukce robotů, vnímání a řídicí systémy robotů. High-Performance Computing, biomedicína, inteligentní sítě a masivně paralelní výpočty, efektivní metody zpracování a získávání znalostí, analýza obrazu, videa a řeči.
VUT Brno	Fakulta elektrotechniky a kom. tech. - Ústav automatizace a měřicí techniky FIT	- Robotika a umělá inteligence - Počítačové vidění - Ústav inteligentních systémů - Security Technology Research and Development - Evolvable Hardware - Robotika - Zpracování obrazu	Robotika a teleprezence, algoritmy umělé inteligence, strojového učení a biomedicínské robotiky. Strojové vnímání, zpracování signálu a obrazu, rozpoznávání a rekonstrukce objektů. Inteligentní systémy, především biometrické systémy a robotika, simulace, zpracování řeči a obrazu, bezpečnost, evoluční hardware, NLP.
ZČU Plzeň	Fakulta aplikovaných věd	- Katedra informatiky a výpočetní techniky: NLP - Katedra kybernetiky: zpracování řeči	Zpracování přirozeného jazyka, metody NLP. Metody strojového inteligentního rozhodování a klasifikace, zpracování a syntéza řeči.

Zdroj: prezentace pracovišť

V následující tabulce jsou souhrnně uvedeny hlavní AI kategorie tak, jak jsou zastoupeny na jednotlivých výzkumných organizacích. Znovu lze prohlásit, že jsou víceméně zastoupeny všechny oblasti AI, a to od teoretického až po aplikovaný výzkum.

Tab. 5 Hlavní AI kategorie, které jsou pokryty výzkumnými organizacemi v ČR. Instituce jsou řazeny abecedně.

AI oblast	Výzkumné organizace
Počítačové vidění Zpracování obrazu a videa, modelování, rozpoznávání, rekonstrukce.	AV ČR, ČVUT Praha, VUT Brno
Počítačová grafika Virtuální realita, modelování materiálu.	AV ČR, ČVUT Praha
Strojové učení, rozpoznávání Rozpoznávání řeči (zvuk). Rozpoznávání přirozeného jazyka (NLP)	AV ČR, ČVUT Praha, TU Liberec, UK Praha ZČU Plzeň, MU Brno, TU Liberec,
Matematické metody Statistické metody, numerika, teorie automatů, modelování, atd.	AV ČR, UK Praha
Robotika	ČVUT Praha, TU Liberec, VŠB TU Ostrava, VUT Brno

Zdroj: prezentace pracovišť

6.1.1 Vysoké školy

Ve vysokoškolském sektoru v celkových nákladech a státní podpoře dominují tři vysoké školy – Vysoké učení technické v Brně (VUT), VŠB-TU Ostrava (VŠB-TUO) a České vysoké učení technické v Praze (ČVUT), které v posledních třech sledovaných letech (2015 – 2017) společně s Univerzitou Karlovou v Praze (UK) získaly přibližně 80 % státní podpory poskytnuté VŠ sektoru (viz tab. 6). UK se od technických VŠ zřetelně odlišuje průměrnou velikostí projektů. Přestože má srovnatelný počet projektů s VUT, veřejná podpora je ve srovnání s VUT přibližně poloviční. VUT a VŠB-TUO získaly výrazně více nestátních prostředků, a to jak absolutně tak i relativně ke státní podpoře (49 a 80 % státní podpory), na rozdíl od ČVUT a UK, u kterých nestátní prostředky tvořily pouhé jednotky procent státní podpory. Přehled nejvýznamnějších fakult a pracovišť vysokých škol, které jsou aktivní ve VaV v oblasti AI, je uveden v tab. 7.

V podnikatelském sektoru obdrželo státní podporu 52 subjektů. S výjimkou několika subjektů byly podniky zapojeny pouze v jednom projektu ve sledovaném období. Prvních 15 podniků podle celkových vynaložených nákladů je uvedeno v tab. 16. Pro podnikatelský sektor je charakteristická relativně nízká státní podpora v rozsahu přibližně 26 – 60 % celkových vynaložených nákladů. Výjimkou je Vojenský technický ústav s. p., jehož celkové náklady výzkumu AI byly hrazeny ze státního rozpočtu. Distribuce veřejné podpory podle velikosti podniků je uvedena v tab. 13. Největší část státní podpory (50 %) byla směřována do malých podniků (9 – 49 zaměstnanců).



Tab. 6 Účast vysokých škol (nerozlišené na organizační jednotky/fakulty) a fakultních nemocnic v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017.

Instituce	Počet projektů	Celkové náklady, tis. Kč	Veřejné prostředky, tis. Kč	Podíl na veřejných prostředcích ve skupině
Vysoké učení technické v Brně	27	159 479	107 221	23,6%
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava	7	147 315	81 967	18,0%
České vysoké učení technické v Praze	34	123 218	114 036	25,1%
Univerzita Karlova v Praze	26	57 679	55 689	12,3%
Západočeská univerzita v Plzni	7	27 290	22 797	5,0%
Masarykova univerzita	10	20 349	19 567	4,3%
Ostravská univerzita v Ostravě	2	13 791	7 334	1,6%
Univerzita Palackého v Olomouci	6	13 725	12 503	2,8%
Technická univerzita v Liberci	4	12 548	11 781	2,6%
Slezská univerzita v Opavě	2	7 853	4 655	1,0%
Mendelova univerzita v Brně	3	5 193	4 057	0,9%
Česká zemědělská univerzita v Praze	4	5 080	4 740	1,0%
Univerzita Hradec Králové	2	4 599	4 599	1,0%
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	1	1 528	1 426	0,3%
Univerzita Pardubice	1	1 506	1 311	0,3%
Fakultní nemocnice Brno	1	697	697	0,2%

Zdroj: IS VaVal

Tab. 7 Účast vysokých škol (rozlišené na organizační jednotky/fakulty) a fakultních nemocnic v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017.

Subjekt	Počet projektů	Celkové náklady/tis. Kč	Veřejné prostředky/tis. Kč	Podíl na veřejných prostředcích ve skupině
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava - IT4Innovations	1	127 203	63 531	21,1%
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta informačních technologií	11	119 408	68 358	19,8%
České vysoké učení technické v Praze - Fakulta elektrotechnická	26	104 116	95 578	17,3%
Univerzita Karlova v Praze - Matematicko-fyzikální fakulta	23	53 581	51 591	8,9%
Západočeská univerzita v Plzni - Fakulta aplikovaných věd	7	27 290	22 797	4,5%
Vysoké učení technické v Brně - Středoevropský technologický institut	2	17 564	16 380	2,9%
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky	4	17 362	15 686	2,9%
Masarykova univerzita - Fakulta informatiky	4	16 558	16 071	2,8%
Ostravská univerzita - Centrum excelence IT4Innovations, divize OU, Ústav pro výzkum a aplikace fuzzy modelování	2	13 791	7 334	2,3%
Univerzita Palackého v Olomouci - Přírodovědecká fakulta	5	13 654	12 432	2,3%
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií	7	12 765	12 741	2,1%
Technická univerzita v Liberci - Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií	4	12 548	11 781	2,1%
České vysoké učení technické v Praze - Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky	7	11 411	11 342	1,9%
Vysoké učení technické v Brně - Fakulta stavební	5	7 787	7 787	1,3%
Slezská univerzita v Opavě - Filozoficko-přírodovědecká fakulta	1	6 313	3 115	1,0%

Zdroj: IS VaVaI

6.1.2 Výzkumné ústavy

Ústavy AV ČR, které ve sledovaných letech 2015 – 2017 prováděly výzkum vztahující se k AI, jsou uvedeny v tab. 8. Pro akademické ústavy je charakteristický velmi malý podíl nestátního financování (s výjimkou Ústavu geoniky, kde celkové náklady výzkumu přesáhly dvojnásobek státní podpory).

Státní příspěvkové organizace obdržely v období 2015 na VaV v oblasti AI celkem 8,2 mil. Kč v pěti projektech. Nadpoloviční část této podpory získal Národní ústav duševního zdraví (viz tab. 8). Ve sledovaném období obdržela veřejnou podporu jedna cizí organizace - Norwegian University of Science and Technology (NTNU) ve výši 12,2 mil. Kč v rámci jednoho projektu¹⁶.

¹⁶ V programu mezinárodní spolupráce Finanční mechanismy EHP/Norsko

Tab. 8 Účast ústavů AV ČR v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017.

Ústav	Počet projektů	Celkové náklady, tis. Kč	Veřejné prostředky, tis. Kč	Podíl na veřejných prostředcích ve skupině
Ústav teorie informace a automatizace AV ČR	9	15 286	13 191	29,6%
Ústav informatiky AV ČR	8	13 481	13 297	29,9%
Ústav geoniky AV ČR	1	10 077	4 688	10,5%
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR	2	9 566	9 566	21,5%
Ústav pro soudobé dějiny AV ČR	1	1 406	1 406	3,2%
Astronomický ústav AV ČR	1	1 384	1 384	3,1%
Botanický ústav AV ČR	1	964	964	2,2%

Zdroj: IS VaVal

Tab. 9 Účast státních příspěvkových organizací v projektech probíhajících v letech 2015 – 2017.

Instituce	Počet projektů	Celkové náklady, tis. Kč	Veřejné prostředky, tis. Kč	Podíl na veřejných prostředcích ve skupině
Národní ústav duševního zdraví	2	5 302	5 302	61,6%
Národní filmový archiv	1	1 485	1 485	17,3%
Ústav pro studium totalitních režimů	1	1 050	1 011	12,2%
Ústav hematologie a krevní transfuze	1	410	410	4,8%

Zdroj: IS VaVal

6.1.3 Centra podpořená z operačních programů a výzkumné infrastruktury

V následující tabulce jsou shrnuta centra podpořená z operačních programů a výzkumné infrastruktury v následujících programech podpory:

- TA ČR - Centra kompetence: vyhlášeny dvě výzvy, další již vyhlášena nebude, program končí v roce 2019
- TA ČR - Národní centra kompetence: navazuje na Centra kompetence, první výzva vyhlášena 29. 3. 2018, projekty prošly formální kontrolou, nyní jsou v odborném hodnocení
- MŠMT - OP VaVpl (evropská centra excellence a regionální VaV centra): program již ukončen
- MŠMT - OP VVV: program v běhu

Do výběru nejsou zahrnuty výzvy charakteru účelové projektové podpory, jako je například výzva MŠMT, OP VVV, Podpora excelentních výzkumných týmů. Informace z tohoto druhu podpory jsou zahrnuty do ostatních kapitol.

Z hlediska podpory infrastruktur bylo největším poskytovatelem MŠMT, a to zejména díky programům OP VaVpl a OP VVV. Součástí jsou také velké infrastruktury, které jsou strategicky umístěny, v programu podpory velkých infrastruktur MŠMT.

Programy ostatních poskytovatelů jsou zaměřeny na rozvoj týmů a účelovou podporu výzkumu. Centra kompetence a Národní centra kompetence TA ČR primárně podporují rozvoj týmů oproti investicím. Ve sledovaném období byly tedy investiční a účelové projekty vyvážené, otázkou je co nastane po skončení programů OP VVV, a jak budou podporovány vzniklé infrastruktury, v kontextu AI zejména IT4I, kde morální zastarávání superpočítačů je obecně rychlé.

Tab. 10 Centra podpořená z operačních programů a výzkumné infrastruktury.

TA ČR	
	Centra kompetence - žádný projekt v oblasti AI
	Národní centra kompetence, stále ještě v hodnocení, hodnoceny jsou i dva projekty z AI:
	Národní centrum kompetence - Kybernetika a umělá inteligence, hlavní uchazeč ČVUT Praha
	Národní centrum kompetence pro Kyberbezpečnost, hlavní uchazeč MU Brno
MŠMT	
	Velké infrastruktury, které jsou součástí Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace pro léta 2016 až 2022.
IT4Innovations Program: součástí Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace pro léta 2016 až 2022 Příjemce: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Navazující podpora v rámci infrastrukturní mapy: OP VaVpl: Centrum excellence IT4Innovations, 1 819 490 241 Kč MŠMT Národní program udržitelnosti: podpora udržitelnosti OP VVV: IT4Innovations národní superpočítačové centrum - cesta k exascale, 503 mil. Kč OP VVV: Vzdělávací tréninkové centrum IT4Innovations, 114 mil. Kč OP VVV: Doktorská škola pro vzdělávání v oblasti matematických metod a nástrojů v HPC, 12 mil. Kč	
Účel: IT4Innovations provozuje nejvýkonnější a nejmodernější superpočítačové systémy v ČR a poskytuje otevřený přístup k těmto zdrojům na základě výzkumné excelence. Portfolio služeb IT4Innovations je rozděleno na tzv. základní služby a tzv. služby s přidanou hodnotou. Základní služby se skládají z poskytování optimalizovaného superpočítačového prostředí, tj. jádrohodiny superpočítače, softwarové licence a datová úložiště potřebné k realizaci výpočtů. Služby s přidanou hodnotou jsou založeny na expertíze IT4Innovations a náleží mezi ně uživatelská a aplikační podpora, příprava a optimalizace paralelních kódů, vzdělávací aktivity, vlastní výzkum v oblasti superpočítání a zajišťování kontaktního bodu pro mezinárodní HPC infrastruktury. Kromě poskytování výpočetního času, což je infrastruktura, která může být využita AI výzkumnými skupinami, realizuje uskupení IT4I vlastní výzkumné programy. V oblasti AI jde o programy: - IT pro zpracování znalostí: zpracování rozsáhlých kolekcí slabě strukturovaných dat, extrakci znalostí z dat nebo např. redukci dimenze pro vysocedimenzionální data metodami inspirovanými živou přírodou. - Metody soft computing s aplikacemi pro superpočítač: biologicky inspirované výpočty, jako například membránové výpočty, umělé imunitní systémy, evoluční strategie, teorie mravenišť, teorie smeček, bacterial foraging, hybridní přístupy apod., a tyto vhodným způsobem zaznamenat a vyhodnocovat. Příkladem takových jevů a potřebných aplikací mohou být analýza proteinů, analýza biosignálů, analýza činnosti mozku, aplikace metod analýzy dat na získaná data apod. - Rozpoznávání a prezentace informací z multimediálních dat: analýza obrazu, videa a řeči, získávání znalostí z dokumentů a multimediálních dat, zobrazování, vizualizace a modelování, včetně modelování lidských tkání, akcelerace ve specializovaném	

hardware a techniky sémantického webu, formálních jazyků a gramatik.

CESNET

Program: součástí Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace pro léta 2016 až 2022

Příjemce: CESNET, zájmové sdružení právnických osob

Výše poskytnuté dotace: 208 mil. Kč

Navazující podpora v rámci infrastrukturní mapy:

OP VVV: E-infrastruktura CESNET, 208 mil. Kč

OP VaVpl: Rozšíření národní informační infrastruktury pro VaV v regionech (eIGeR), 600 mil. Kč

Velká infrastruktura CESNET

Navazují další účelové projekty, viz CESNET www.cesnet.cz/projekty/

Z programu MŠMT NPU

Účel:

Projekt E-infrastruktura CESNET je součástí Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace pro léta 2016 až 2022, kde spolu s projekty IT4Innovations a CERIT- SC definuje rámec pro informační a komunikační prostředí, které bude sloužit české vědě v následujících letech.

Zahrnuje všechny informační a komunikační e-infrastruktury nezbytné pro zapojení České republiky do Evropského výzkumného prostoru a umožňující mj. napojení na další e-infrastruktury popsané v ESFRI Roadmap.

CERIT SC

Program: součástí Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace pro léta 2016 až 2022

Příjemce: Masarykova univerzita

Navazující podpora v rámci infrastrukturní mapy:

OP VaVpl: CERIT Scientific Cloud, 130 mil. Kč

OP VVV: CERIT Scientific Cloud, 118 mil. Kč

Účel:

Projekt CERIT Scientific Cloud zajišťuje transformaci stávajícího Superpočítačového centra Brno (SCB) do základu nově koncipovaného centra CERIT-SC (CERIT Scientific Cloud). SCB bylo součástí Ústavu výpočetní techniky Masarykovy univerzity a již od roku 1994 sloužilo jako původně největší superpočítačové a posléze nejvýznamnější gridové centrum pro výzkumnou a výukovou komunitu České republiky. Centrum CERIT-SC v kontextu národní e-infrastruktury specificky zaměřuje na oblast poskytování výpočetních a úložných zdrojů v reálném čase vysoce flexibilním způsobem.

OP VaVpl

Nové technologie pro informační společnost (NTIS)

Příjemce: Západočeská univerzita v Plzni

Výše poskytnuté dotace: 822 020 321 Kč

Navazující podpory: z programu MŠMT NPU

Účel:

Výzkumné centrum Fakulty aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni. Posláním Centra je výzkum, vývoj a inovace v rámci dvou prioritních směrů: informační společnost a materiálový výzkum. V oblastech robotiky a AI působí zejména skupiny:

- Řídící systémy strojů a procesů, zde zejména kolaborativní robotika



- Řečové a obrazové technologie: zpracování mluveného slova a NLP

OP VVV**Výzkumná a vzdělávací infrastruktura pro podporu národní iniciativy Průmysl 4.0**

Příjemce: Česká zemědělská univerzita v Praze

Výzva: č. 02_16_017 - Výzkumné infrastruktury pro vzdělávací účely – budování či modernizace

Výše poskytnuté dotace: 65 mil. Kč

Účel:

Projekt řeší rozvoj přístrojového a laboratorního vybavení:

1. nového DSP Procesní a informační inženýrství v agrárním sektoru (TF ČZU): Laboratoř zabezpečovacích systémů, Laboratoř numerických výpočtů, Pracoviště syntetických materiálů a kompozitů, Laboratoř technických disciplín a Laboratorní půdní kanál;
2. modernizovaného DSP Systémové inženýrství a informatika (PEF ČZU): Laboratoř umělé inteligence a zpracování velkých dat a Laboratoř matematického modelování a simulací.

Výzkumné centrum informatiky RCI

Příjemce: ČVUT v Praze

Výzva: č. 02_16_019 - Excelentní výzkum

Výše poskytnuté dotace: 581 mil. Kč

Účel:

Cílem RCI je podporovat spolupráci mezi odborníky v různých oblastech informatiky, mezi vědci zaměřenými na základní výzkum a experty v aplikačním výzkumu, ale především mezi zkušenými a mezinárodně uznávanými vědci a postgraduálními studenty, postdoktorandy a mladými odbornými asistenty. Financování takové spolupráce zajistí podporu špičkového výzkumu v delším časovém horizontu a udržitelnost cesty k excelenci v oblasti počítačových věd, informatiky a umělé inteligence.

Centrum excelence pro kyberkriminalitu, kyberbezpečnost a ochranu kritických informačních infrastruktur

Příjemce: Masarykova univerzita

Výzva: č. 02_16_019 - Excelentní výzkum

Výše poskytnuté dotace: 197,5 mil. Kč

Účel:

Projekt navazuje na dosavadní činnosti Centra excelence pro kybernetickou kriminalitu (C4e). Jeho cílem je na základě identifikované vysoké míry překryvu s výzkumem věnujícím se kybernetické bezpečnosti a ochraně kritických infrastruktur především zkvalitnění výzkumných výsledků a internacionalizace centra.

Projekt se zaměřuje na vytvoření silně integrované výzkumné strategie, rozdělené do 3 základních výzkumných programů propojujících a harmonizujících dosavadní aktivity výzkumných týmů: Ochrana KII, Kyberbezpečnost a Právo.

Menší projekty, zaměřené na rozvoj nebo vybudování studijních programů**Modernizace oboru Matematická lingvistika**

Příjemce: Univerzita Karlova

Výzva: č. 02_16_018 - Rozvoj výzkumně zaměřených studijních programů

Výše poskytnuté dotace: 9,5 mil. Kč

Účel:

Projekt má za cíl upravit doktorský studijní obor Matematická lingvistika (vyučovaný na ÚFAL

MFF UK) tak, aby nabízel dvě specializace: tradiční formálně lingvistickou a počítačovou. Počítačové zpracování přirozeného jazyka prošlo v posledním desetiletí výraznými změnami, mj. v oblastech hlubokého strojového učení, zpracování velkých dat a přenositelnosti modelů napříč jazyky. Počítačová specializace by nově nabízela ovládnutí těchto nejmodernějších matematických a výpočetních aspektů.

Vytvoření double-degree doktorského studijního programu Elektronika a informační technologie a vytvoření doktorského studijního programu Informační bezpečnost

Příjemce: Vysoké učení technické v Brně

Výzva: č. 02_16_018 - Rozvoj výzkumně zaměřených studijních programů

Výše poskytnuté dotace: 9,2 mil. Kč

Účel:

Vytvoření double-degree doktorského studijního programu Elektronika a informační technologie a vytvoření doktorského studijního programu Informační bezpečnost

Podpora z národních zdrojů, MŠMT ČR EDS

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC)

Příjemce: ČVUT v Praze

Výše poskytnuté dotace: 1mld. Kč

Účel:

Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC ČVUT) je vysokoškolský ústav Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT).

Jedním z hlavních cílů CIIRC je integrace informatického a kybernetického výzkumu a vzdělávání na ČVUT opírající se o návaznost na mimopražská centra vybudovaná v rámci VaVpl, ale také o silné vazby s mezinárodními centry výzkumu.

Jedním z jeho zájmů je například automatické řízení a optimalizace, robotika, umělá inteligence, počítačová grafika, počítačové vidění a machine learning, navrhování softwarových systémů, navrhování rozhodovacích a diagnostických systémů a jejich aplikaci v medicíně, energetice dopravě, a to včetně konceptů smart homes a smart cities.

Zdroj: TAČR, MŠMT, MMR [18]

6.1.4 Vybraná výzkumná centra AI v Evropě

Pro srovnání stručně shrneme situaci výzkumných center v Evropě. V současnosti existuje v Evropě přibližně 600 různých výzkumných laboratoří ve veřejné sféře, které provádějí výzkum v oblasti AI. Pro kompletní seznam doporučujeme například internetové stránky Claire¹⁷. Claire je zároveň iniciativou, která sdružuje nejvýznamnější odborníky v oblasti AI. Také přispěním této iniciativy se posílilo financování AI výzkumu na úrovni EU a 10. dubna 2018 bylo vyčleněno 20 miliard € na podporu výzkumu v AI.

V oblasti AI působí v EU další asociace, které sdružují výzkumníky. Mezi nejvýznamnější můžeme řadit:

- European Association for Artificial Intelligence (EurAI);
- Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI);
- International Joint Conferences on Artificial Intelligence (IJCAI);
- Benelux Association for Artificial Intelligence (BNVKI)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Association for Computing Machinery (ACM)

¹⁷ <https://claire-ai.org/>

Pokud bychom měli vyjmenovat pět významných AI pracovišť v EU, pak lze zvolit následující:

- German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI)
- Switzerland's Dalle Molle Institute for Artificial Intelligence (IDSIA)
- The University of Edinburgh: čtyři centra pro výzkum AI, Centre for Intelligent Systems and their Applications (CISA), Institute for Perception Action and Behaviour (IPAB), Institute for Communicating and Collaborative Systems (ICCS), Institute for Adaptive and Neural Computation (ANC).
- Machine Learning at the Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS) at the University of Leiden
- Oslo Metropolitan University (OsloMet), Norway

V následující tabulce je uveden stručný přehled výzkumných organizací AI v jednotlivých zemích EU, které mají silné VaV aktivity v oblasti AI. Všechny země jsou aktivní nejen v akademické sféře (výuka a výzkum), ale v zakládání AI asociací, podpoře startupové scény a budování klíčové expertízy v oblasti pomocí národních podpůrných programů.

Tab. 11 Přehled zemí EU s nejsilnější základnou v AI výzkumu a jejich nejvýznamnější instituce. Řazeno orientačně od zemí s nejsilnějším výzkumem a aplikační strategií v oblasti AI.

Země	AI landscape
Británie	Nejvýznamnější univerzity v oblasti AI: - University of Oxford - University College London - University of Edinburgh - Imperial College London - University of Bristol - University of Cambridge - University of Bath - University of Kent Asociace: - AISB - BCS SGAI - The British Computer Society Specialist Group on Artificial Intelligence - Alan Turing Institute
Německo	Nejvýznamnější výzkumné instituce: - German Research Center for AI (DFKI), působí v 5 spolkových zemích - Max-Planck-Institutes for Intelligent Systems, and Informatics - Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems - Fraunhofer Big Data Alliance, integruje 30 výzkumných institucí - Výzkumné centrum Cyber Valley financováno spolkovou zemí Baden-Württemberg Více jak 80 startupů v AI Spolkové ministerstvo pro vzdělávání a výzkum ročně poskytuje 40-50 mil. € na výzkum AI Národní iniciativy: - Platform Learning Systems - Platform Industry 4.0

	Smart Services World Autonomous Driving Zajímavé směry: výzkumné programy na kvantové technologie (QUTEGA)
Francie	Velké infrastruktury a zázemí pro AI výzkum Nejvýznamnější: Univerzity v AI: Univ. de Versailles, Univ. Paris Sud, Univ. Evry Polytechniky: skupina škol ParisTech, HEC Paris, CentraleSupélec Výzkumné instituce: ONERA, inria, INRA, Inserm, CNRS, CEA, IHES Asociace: scikit learn, IPOL V roce 2016 šla 3 % celosvětových startup investic do startupů ve Francii.
Švýcarsko	Výzkum, nejvýznamnější pracoviště: ETH Zurich - Autonomous Systems Lab EPFL Lausanne - Artificial Intelligence Laboratory LIA IDIAP IDSIA University Zurich - Department of Informatics Artificial Intelligence Lab Max Planck ETH Center for Learning Systems Asociace: DigitalSwitzerland, Mindfire, SwissCognitive, Swiss Group for Artificial Intelligence and Cognitive Science
Finsko	Významné instituce: Finnish Center for Artificial Intelligence, založeno Aalto University, University of Helsinki, and VTT Technical Research Centre of Finland
Španělsko	Nejvýznamnější AI oblasti a výzkumné organizace: Multiagents: IIIA, URJC, UPV, UCM Machine learning: CIA, IIIA, UPC, UPM Optimization: UGR, UMA, IIIA, UC3M Planning: UPF, UC3M, UPV Deduction: UdL, IIIA, UdG, UPC Ontologies: UPM, IIIA Fuzzy logic: USC, UPN, UGR, IIIA Big data: UGR, UdC Natural Language: UNED, UPV-EHU Aplikační sféra: více jak 40 startupů
Švédsko	Výzkum v AI: 15 univerzit, pokrývají většinu oblastí AI s různou intenzitou a úrovní. Nejvíce zastoupené obory jsou na univerzitách: Umeå University (UmU) Linköping University (LiU) KTH / Stockholm University (SU) Lund University (LU) V roce 2014 byl založen institut RISE AI: Research Institutes of Sweden AI. Sdružuje výzkumníky a aplikační sféru
Irsko a Island	Výzkum v Irsku a Islandu: CeADAR – centrum excelence ve strojovém učení Irish Centre for High End Computing (ICHEC) – NVIDIA CUDA výzkumné centrum ADAPT – výzkumné centrum v Dublinu pro zpracování digitálního obsahu pomocí metod AI



	TYNDALL, ICHEC, LERO, CONNECT, INSIGHT Asociace: AI Asociation of Ireland (cca 300 členů)
Dánsko	Významné instituce: University of Copenhagen (UCPH AI centre), AALBORG, AARHUS, DTU, CBS Digitální HUBy na univerzitách: DTU, UCPH, CBS, ITU (investováno 10 mil. DKK) Významné výzkumné AI oblasti: NLP, strojové učení, dolování dat: - Machine learning at DTU, UCPH - Bayesian networks in AAU - Robotics at SDU - Algorithms at AU, UCPH, ITU Computer vision at DTU, UCPH, AAU NLP at UCPH, ITU
Belgie	Výzkum v AI: více jak 20 univerzit Významné instituce: KU Leuven, VUB, ULB, Universiteit Gent, Universiteit Antwerpen Uzel Evropské asociace pro AI (EurAI) Asociace: Benelux Association for Artificial Intelligence (BNVKI)
Itálie	Výzkum: cca 28 výzkumných organizací a výzkumných center v AI. Nejvýznamnější: Polytechnic University of Milan, Sapienza University of Rome, University of Bologna, University of Trento, University of Padua Specializované instituce: AI Labs, Bologna Asociace: Italian Association for Artificial Intelligence (900 členů, 500 z akademické sféry) AI*IA for the research community
Rakousko	Výzkum v AI: 9 univerzit a 8 mimouniverzitních institucí Významné instituce: AI lab na Univerzitě Linz, AI-Lab Institute of Science and Technology Austria (IST Austria) V Rakousku působí 13 firem v robotice Rakousko získalo v H 2020 16 projektů v oblasti robotiky.
Lucembursko	Výzkum: Univ. of Luxembourg (computer science lab, 25 výzkumníků v AI; Centre for security, Reliability and Trust; Biomedicine] Luxembourg Institute of Science and Technology LIST }finance, smart cities]
Norsko	Výzkum: Telenor-NTNU AI-Lab – artificial intelligence lab NORUT – research institute SINTEF Startupy v oblastech: Energie, Potraviny, Zdraví, SmartCities, Námořní doprava, Telco, Finance a média
Portugalsko	Výzkum: 14 univerzit, 3 polytechniky, celkem 20 výzkumných skupin v AI Nejvýznamnější univerzity a centra: ISCTE, Univ. do Porto, Univ. de Lisboa, Instituto de Sistemas e Robótica – ISR – Coimbra Asociace: APPIA: Portuguese Association for AI
Rumunsko	Výzkum: celkem 8 univerzit v AI, nejvýznamnější: Politehnica University of Bucharest Research Institute for Artificial Intelligence, Romanian Academy National Research Institute for Informatics Asociace: Romanian Association of Artificial Intelligence

	National Research Institute for Informatics Aplikační sféra: 12 firem v AI, 30 startup firem
Polsko	Nejvýznamnější univerzity v oboru: Warsaw University of Technology, Wrocław University of Science and Technology, Lodz University of Technology, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin. Polsko nemá žádnou výraznou národní strategii na podporu AI na národní úrovni.
Slovensko, Maďarsko	Podobná situace jako v Polsku, existují zde AI pracoviště při univerzitách, ale neexistuje AI strategie na národní úrovni a strategie pro směřování hospodářství na digitální ekonomiku.

Zdroj: AI landscape in EU [20].

6.2 Aplikační a startup sféra

Při vyhodnocování aplikační sféry je nutné oddělit zavedené a velké společnosti od rychle rostoucích startup firem, tedy nových a rozvíjejících se firem v oblasti AI. Velké a zavedené společnosti běžně nefigurují v souhrnných AI statistikách, zavádění AI v rámci jejich produktů nelze jednoduše sledovat a měřit vhodnou metrikou. V ČR působí řada těchto velkých firem z různých oborů, všechny se snaží sledovat vývoj v oblasti AI a přizpůsobovat mu svoji strategii. Příkladem jsou IBM (SW systémy), Oracle (SW systémy), Deloitte (poradenství), PwC (poradenství), Merck (farmacie), Electrolux (bílá technika), Foxconn (výroba) a řada dalších. Menšina z nich dodává AI jako nástroje (tak jako například IBM, Oracle), většina zabudovává AI řešení do svých produktů. Přitom jsou často využívána řešení třetích stran, menších startup firem, a to formou akvizic, popřípadě si tyto firmy budují vlastních kapacity v AI.

Na zavedených a větších firmách nelze sledovat trendy v oblasti disruptivních technologií. Tyto společnosti nastupují na trh s disruptivními technologiemi většinou až později, poté co se prokáže jejich dostatečný tržní potenciál. Navíc ČR není země, kde by se nacházely centrály podobných zavedených nadnárodních firem, které by udávaly směr vývoje. V rámci této studie jsou využívána data týkající se rychle rostoucích firem v oblasti AI, které lze v ČR budovat, podpořit a získat tak ekonomickou výhodu. V následující tabulce je pro zajímavost uvedeno 25 nejvýznamnějších hráčů na světovém poli AI v oblasti velkých firem s uvedením oblasti jejich působení.

Tab. 12 Příklady vedoucích velkých firem v oblasti AI.

Společnost	Sektor
AlBrain http://aibrain.com/	AI implementace pro chytré telefony a robotiku.
Amazon https://www.amazon.com/	Online prodej zboží, služby výpočetní infrastruktury.
Anki https://www.anki.com/	Robotika s využitím AI.
Apple https://www.apple.com/ios/siri/	AI systémy zabudované do chytrých telefonů a PC (osobní asistentka, rozpoznávání obrazu, tváří a další)
Banjo https://ban.jo/	AI pro sběr dat ze sociálních sítí a jejich vyhodnocování pro klienty.
CloudMinds http://en.cloudminds.com/	AI cloud intelligence pro robotiku.

Deepmind https://deepmind.com/	Přímo vývoj metod AI a strojového učení.
Facebook https://research.fb.com/	Čtyři AI vývojové laboratoře po světě, vývoj zejména virtuálních asistentů.
Google https://ai.google/	Masivní akvizice v oblastech AI pro zlepšení vlastních služeb.
H2O https://www.h2o.ai/	Největší opensource platforma pro deep learning.
IBM https://www.ibm.com/watson/	Systém AI Watson pro využití v kognitivním zpracování dat.
iCarbonX https://www.icarbonx.com/en/	AI v bitech analýzách pro využití v osobním zdraví.
Intel https://software.intel.com/en-us/ai-academy	AI v oblasti hlubokého strojového učení skrze akvizice firem.
Iris AI https://iris.ai/	AI vyhledávání ve vědecké literatuře.
Microsoft https://www.microsoft.com/en-us/ai/	Různá uplatnění AI od osobní asistentky přes chatboty po Azure cloud služby.
Next IT http://nextit.com/	AI chatbot systémy pro interakci s koncovým uživatelem.
Nvidia https://www.nvidia.com/en-us/deep-learning-ai/	HW systémy pro hluboké učení.
OpenAI https://openai.com/	AI open source nástroje.
Salesforce https://www.salesforce.com/products/einstein/overview/	Akvizice AI firem pro zjednodušení firemních procesů.
SoundHound https://soundhound.com/	AI platforma pro zpracování přirozeného jazyka.
Twilio https://www.twilio.com/	Cloud komunikační platforma pro integraci komunikačních nástrojů do aplikací třetích stran.
Twitter http://www.twitter.com/	Akvizice AI firem pro zpracování zpráv.
ViSenze https://www.visenze.com/	AI metody pro vizuální online nakupování a doporučování vizuálně podobného zboží.
X.ai https://x.ai/	Virtuální asistenti
Zebra Medical Vision https://www.zebra-med.com/	Hluboké učení v oblasti radiologie.

Zdroj: Datamation, Andy Patrizio.

Z průzkumů „Nejrychleji rostoucí technologická společnost roku v EMEA2“, „20 of Europe’s super AI“, „SaaS and enterprise start-ups“, „The European Artificial Intelligence Landscape | More than 400 AI companies built in Europe4 uvedených“ (viz [21], [22], [23], [24]) uvádíme pouze souhrnné závěry, které jsou platné pouze pro startup firmy podporované rizikovým kapitálem. Společnost Asgard, která se na průzkumech podílela, je společností investiční (Human Venture Capital for Artificial Intelligence). Detailní rozbor pak uvádíme na základě studií Deloitte ([25] a [26]), které zahrnují i další zdroje.

Z vyhodnocení rychle rostoucích AI firem ve světovém měřítku vyplývají následující základní závěry a fakta:

- USA jsou lídrem globálního trhu s AI, a to s 40% podílem na trhu.
- Čínská lidová republika (druhá) a Izrael (třetí) mají další nejsilnější AI ekosystémy.
- Většina ostatních zemí postrádá potřebnou kombinaci výzkumu, podnikání, financování, fúzí a akvizic s cílem vybudovat udržitelný a konkurenceschopný ekosystém AI.
- V celosvětovém měřítku existuje zatím příliš málo fungujících řešení reálných problémů využívajících AI.
- Silicon Valley je největším světovým AI centrem, po němž následuje Londýn, Tel Aviv, New York a pak Peking. Boston, Tokio, Šanghaj, Los Angeles a Paříž jsou v deseti největších městech s rozvojem AI firem. Berlín, Toronto, Shenzhen a Soul následují.
- City hubs jsou nezbytné pro růst silného průmyslu AI. V těchto centrech se rozvíjí kapitál, talent a myšlenky pod vysokým tlakem, rychlou iterací a tvrdou konkurencí.

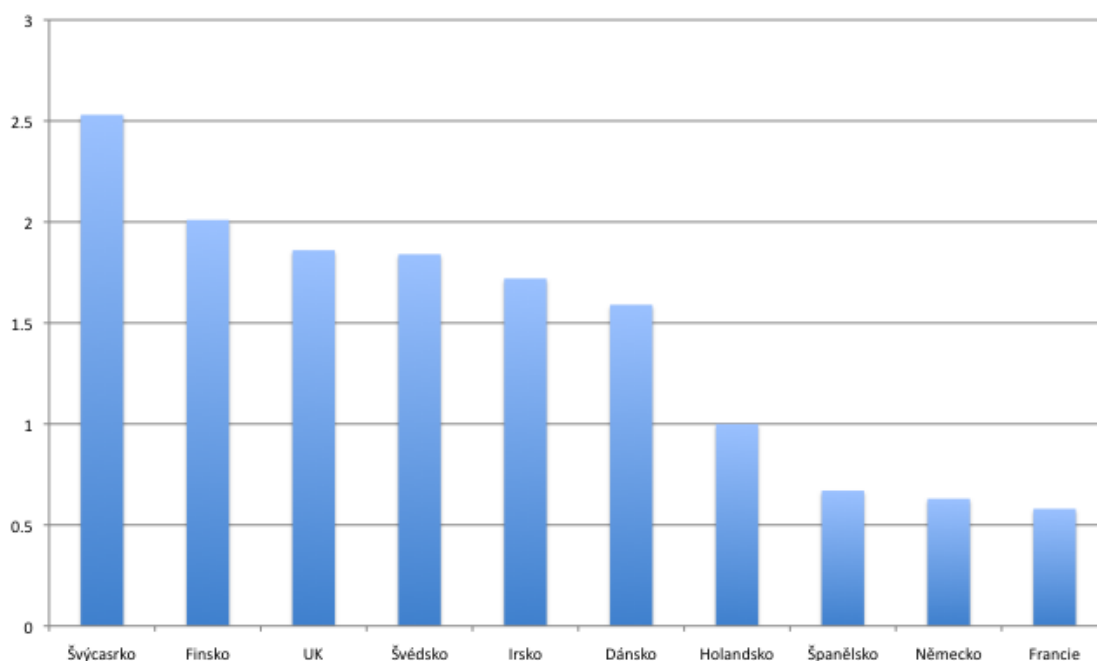
Na evropské scéně pak z těchto dat vyplývá:

- Evropa disponuje rostoucím a prosperujícím průmyslem umělé inteligence.
- Británie má zdaleka nejsilnější ekosystém AI (121 firem), za ním následuje Německo (51 firem), Francie (39 firem) a Španělsko (31 firem)
- Londýn je největším AI centrem pro evropské firmy. Dalšími centry jsou Berlín, kde působí v AI 30 společností, Paříž, Madrid, Stockholm a Amsterdam.
- Rychle rostou AI společnosti ve Švýcarsku (21 firem), Švédsku (19 firem), Nizozemsku (17 firem), Itálii (14 firem), Rusku (13 firem) a Finsku (11 firem).
- Švýcarsko má nejvíce AI společností na jednoho občana.
- Většina AI společností na trhu provádí analýzu dat.
- Pouze 60 % společností, které tvrdí, že jsou AI společnostmi, skutečně implementují AI metody.
- AI společnosti z Velké Británie, Německa a Francie představují více jak 50 % celkového počtu evropských firem.

Poznámka: data pocházejí od firem s investicemi rizikového kapitálu (VC), a nejsou tedy úplná z pohledu celkového množství AI startup firem. Absolutní hodnoty z těchto průzkumů je nutné brát s rezervou.

Zajímavé je srovnání zemí při zohlednění velikosti populace a počtu startup firem. V tomto případě je na prvním místě Švýcarsko, následované Finskem, Velkou Británií, Švédskem, Irskem a Dánskem. Velká Británie je v tomto srovnání menší hráč, stejně jako Španělsko, Německo a Francie, které mají na jednoho obyvatele podstatně méně AI firem (viz obr. 8).

Obr. 8 Země s vedoucím postavením počtu AI startupů přepočtených na počet obyvatel. Graf ukazuje relativní srovnání.



Zdroj: Asgard VC [24]

V žebříčcích Technology Fast 50 ve střední Evropě v roce 2017 [25] a Technology Fast 500™ Europe, Middle East & Africa (EMEA) [26], které zpracovala společnost Deloitte, se dokáží úspěšně umístit i české inovativní technologické firmy. Nejedná se přímo o AI technologické společnosti, ale je zřejmé, že potenciál v ČR existuje a že AI firmy mohou být podobně úspěšné. V ČR se takto umístili:

- České firmy Kiwi.com (rezervační systém) a Prusa Research (3D tiskárny) se umístily úspěšně v žebříčku Deloitte Technology Fast 50, který měří nejrychleji rostoucí firmy ve střední Evropě. Kiwi.com obsadila 7. místo, Průša Research skončil o dvě příčky níže. V žebříčku Deloitte pro celý region EMEA se opět obě firmy dostaly do první desítky.

Obě české firmy rostly v letech 2013 až 2016 zhruba o 7 000 %, ale v porovnání s vítěznou firmou Deliveroo z Velké Británie to je méně. Tato objednávková a donášková služba vykázala růst o 107 117 %. Na druhém místě skončil německý módní obchod Lesara (71 981 %) a třetí islandský průvodce Guide to Iceland (30 314 %).

- Výrobce softwaru pro statiky a stavební inženýry, česká firma IDEA StatiCa, se dostala mezi deset finalistů v soutěži o nejvíce disruptivní inovaci.
- Pilulka Distribuce skončila na sedmém místě mezi Vycházejícími hvězdami, tj. společnostmi, které jsou na trhu krátce, takže ještě nemohou soutěžit v hlavní kategorii.
- Z českých firem se ještě ve druhé stovce objevila vývojářská firma STRV (693 %) a internetová prodejna ZOOTO (820 %). Čtvrtou stovku pak uzavřela softwarová firma IDEA RS (300 %).

6.2.1 Zapojení podniků do výzkumu a vývoje umělé inteligence v ČR

V letech 2015 až 2017 bylo v režimu státní podpory zapojeno do výzkumných aplikačních projektů celkem 56 podniků (viz tab. 13). Celkem bylo realizováno 48 projektů (do některých projektů bylo zapojeno více podniků). 57 % zapojených podniků tvořily mikropodniky a malé podniky, 35 % střední a velké podniky.



Je pozitivní, že více než polovinu zapojených podniků tvoří mikropodniky a malé podniky, neboť v ČR je vysoce žádoucí, aby byly podporovány rychle se rozvíjející podniky s disruptivními technologiemi, které mají své zakladatele a centrály v ČR. V případě velkých podniků v oblasti AI, které jsou většinou pod zahraniční kontrolou, by se tedy jednalo spíše o podporu jejich zahraničního know-how, což nemá žádoucí efekt na ekonomiku ČR.

Tab. 13 Distribuce státní podpory a celkové náklady VaV v závislosti na velikosti podniků v I. 2015 – 2017

Kategorie podniku	Počet podniků	Počet projektů	Celkové náklady, tis. Kč	Státní podpora, tis. Kč	Podíl státní podpory	Podíl kategorie na celkové státní podpoře podnikům	Průměrné náklady/projekt, tis. Kč	Průměrné náklady/podnik, tis. Kč
mikro (1 - 9)	11	9	36 314	19 213	52,9%	17,4%	4 035	3 301
malé (10 - 49)	21	17	103 500	55 902	54,0%	50,5%	6 088	4 929
střední (50-249)	14	15	41 170	18 036	43,8%	16,3%	2 745	2 941
velké (250 +)	6	4	21 296	14 331	67,3%	13,0%	5 324	3 549
neudáno	4	3	6 035	3 118	51,7%	2,8%	2 012	1 509

Zdroj: IS VaVal

V tab. 14 jsou oborově roztrženy podniky, které se v letech 2015 až 2017 účastnily v projektech se státní podporou v oblasti AI. Celkem se jednalo o 55 podniků, které dohromady realizovaly 62 projektů. Jeden podnik byl ze souhrnu vyřazen, protože je v insolvenčním řízení. Nejvíce zastoupenými oblastmi, dle počtu podniků, byly informační a komunikační technologie, zpracovatelský průmysl, profesní, vědecké a technické činnosti a projekty v oblasti bezpečnosti.

Všech 55 projektů s veřejnou podporou se zúčastnilo 7 podniků (13 %), které jsou zahraničními společnostmi a 6 podniků je možno považovat za startupy v AI (tedy 11 % všech firem čerpajících veřejnou podporu). V ČR je přitom celkem 37 AI startupů, projektů s veřejnou podporou se tedy účastní nezanedbatelná část AI startupů.

Tab. 14 Účast podniků v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017 dle oborů podniků, seřazeno dle počtu podniků

Obor	Počet podniků celkem	Počet podniků zahraničních	Počet podniků startup	Počet realizovaných projektů	celkové náklady/tis. Kč
Informační a komunikační činnosti	22	2	2	26	82 719
Zpracovatelský průmysl	12	3	2	13	34 184
Profesní, vědecké a technické činnosti	5			5	8 384
Bezpečnost fyzická	3		1	3	14 816
Bezpečnost kybernetická	2		1	2	7 222
Media, marketing	2	1		3	15 504
Robotika	2			3	3 259
Energetika	1			1	3 513
Logistika, doprava a skladování	1	1		1	12 780
Vojenství	1			1	9 469
Výroba, optimalizace výroby	1			1	9 042
Vzdělávání	1			1	7 200
Zdravotnictví	1			1	1 090
Zemědělství, lesnictví, rybářství	1			1	268
Celkem	55	7	6	62	209 450

Zdroj: IS VaVal

V tab. 15 jsou seřazeny obory dle celkových nákladů. Kromě informačních a komunikačních technologií a zpracovatelského průmyslu se mezi nejvíce zastoupené dostane také oblast médií a marketingu a logistiky, fyzická bezpečnost a doprava a skladování. Kybernetická bezpečnost se pak propadla do druhé poloviny projektů.

Tab. 15 Účast podniků v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017 dle oborů, seřazeno dle celkových nákladů

Obor	Počet podniků celkem	Počet podniků zahraničních	Počet podniků startup	Počet realizovaných projektů	celkové náklady/tis. Kč
Informační a komunikační činnosti	22	2	2	26	82 719
Zpracovatelský průmysl	12	3	2	13	34 184
Media, marketing	2	1		3	15 504
Bezpečnost fyzická	3		1	3	14 816
Logistika, doprava a skladování	1	1		1	12 780
Vojenství	1			1	9 469
Výroba, optimalizace výroby	1			1	9 042
Profesní, vědecké a technické činnosti	5			5	8 384
Bezpečnost kybernetická	2		1	2	7 222
Vzdělávání	1			1	7 200
Energetika	1			1	3 513
Robotika	2			3	3 259
Zdravotnictví	1			1	1 090
Zemědělství, lesnictví, rybářství	1			1	268
Celkem	55	7	6	62	209 450

Zdroj: IS VaVal

V následující tabulce je uveden výčet 15 podniků s největšími projektovými náklady, které získaly státní podporu na projekty VaV v oblasti umělé inteligence v letech 2015 až 2017.

Tab. 16 Účast podniků v projektech probíhajících v letech 2015 až 2017. Prvních 15 podniků s největšími projektovými náklady

Podnik	Počet projektů	Celkové náklady, tis. Kč	Veřejné prostředky, tis. Kč	Podíl na veřejných prostředcích ve skupině
Princip a.s.	1	12 780	6 180	5,5%
Phonexia s.r.o.	1	9 600	5 184	4,6%
Vojenský technický ústav, s.p.	1	9 469	9 469	8,5%
Merica s.r.o.	1	9 042	4 374	3,9%
NEWTON Media, a.s.	1	8 640	2 250	2,0%
B & M InterNets, s.r.o.	1	8 000	4 000	3,6%
SATTURN HOLEŠOV spol. s r.o.	1	7 873	5 098	4,6%
TOVEK, spol. s r.o.	1	7 839	4 233	3,8%
TG Drives, s.r.o.	1	7 330	1 970	1,8%
Lingea s.r.o.	1	7 200	3 888	3,5%
Webnode CZ s.r.o.	2	6 864	3 573	3,2%
CertiCon a.s.	1	5 892	2 419	2,2%
Eyedeia Recognition s.r.o.	2	5 619	3 469	3,1%
SpeechTech, s.r.o.	2	5 592	3 335	3,0%
CAMEA, spol. s r.o.	2	5 448	1 898	1,7%

Zdroj: IS VaVal

6.2.2 Startupová scéna

Klíčovým pro další rozvoj AI v ČR je rozvoj podnikatelského podhoubí, tedy startupové scény v ČR. Jde o přirozený vývoj, AI je mladou výzkumnou disciplínou a výsledky výzkumu se dostávají do praxe prostřednictvím inovativních týmů. Takové týmy vzniknou ve startupech, zaměřených na konkrétní technologii a produkt nebo v podnicích, které si díky své velikosti mohou vychovávat vlastní výzkumné týmy. Velký podnik běžně skupuje technologické startupy, aby podpořil svůj inovační cyklus. Startupová scéna je tak základem budoucího rozvoje v dané technologické oblasti, i když navenek jsou to často velké podniky, které konsolidují daný trh. Mozkem takové konsolidace jsou startupové týmy, a to buď ve formě startupových firem, nebo interních startup týmů velkých podniků.

6.2.2.1 Stav v ČR

Pro mapování startupové scény v ČR byla použita definice startupu dle následujících kritérií:

- Velikost: jde o mikropodnik či malý podnik dle počtu zaměstnanců a obratu.
- Stáří podniku: jedná se převážně o mladou firmu, většinou do 3 let od založení
- Vypělost společnosti: i společnost starší 3 (do cca 5 let) let se považuje za startup, pokud ještě neprošly další fází financování. Jedná se tedy o společnosti, které stále technologii ladí, rozvíjejí produkt, hledají správný trh.

Následující tabulka obsahuje seznam technologických startupů v ČR v oblasti AI seřazených dle aplikační oblasti. Jedná se celkem o 37 společností.

Tab. 17 Přehled startup firem, působících v ČR v roce 2018, seřazeno dle aplikační oblasti

Startup odkaz na web	Technologické zaměření	Aplikační oblast
Boxtrap Security, s.r.o. http://www.boxtrapsecurity.com/	Detekce a prevence před kybernetickými hrozbami budoucnosti. Platforma založena na metodách strojového učení, data-science, behaviorální analýzy a dalších nad objemnými datovými sadami.	Bezpečnost - kybernetická
GoodVision s.r.o. www.goodvisionlive.com	Získávání objektů a popisů z videa a obrazu pomocí metod AI a počítačového vidění.	Bezpečnost - kybernetická
GreyCortex s.r.o. www.greycortex.com	Bezpečnost, síťová bezpečnost.	Bezpečnost - kybernetická
ThreatMark s.r.o. www.threatmark.com	Systémy kybernetické bezpečnosti s použitím metod AI a strojového učení.	Bezpečnost - kybernetická
GREYCORTEX http://www.greycortex.com/	Kybernetická bezpečnost s použitím metod umělé inteligence, strojového učení a dolování dat.	Bezpečnost - kybernetická
TrustPort http://www.trustport.com/	Zabezpečení ve formě antivirových nástrojů.	Bezpečnost - kybernetická
Quantasoft, s.r.o. www.quantasoft.com	Vývoj biometrických systémů s pomocí AI, hlubokého učení a zpracování velkých dat.	Bezpečnost - fyzická
Workday CZ s.r.o. www.stories.bi	Využívání metod UI pro rozpoznávání firemních dat, jejich důležitosti a dávání těchto dat do kontextu.	Firemní management
Business Logic s.r.o. http://www.blogic.cz	Společnost v minulosti dodávala klasické podnikové systémy, nyní jako interní startup aktivitu zavádějí AI metody do podnikových procesů.	Firemní management
KENDAYA s.r.o. www.kendaxa.com	Sdružování agregace dat ve firemních procesech a jejich automatizace pomocí metod AI.	Firemní management
Decissio https://decissio.com/	Firemní business intelligence systémy	Firemní management
BurgSys, a.s. http://www.burgsys.com/	Počítačové vidění ve výrobě.	Informační a komunikační činnosti
Datlowe, s.r.o. www.datlowe.cz	NLP a machine learning v dolování dat z textů.	Informační a komunikační činnosti
Eyedeas Recognition s.r.o. http://www.eyedeas.cz/	Rozpoznávání a počítačové vidění implementované v produktech.	Informační a komunikační činnosti
GAUSS Algorithmic, s.r.o. www.gaussalgo.cz	Datové analýzy na bázi AI a strojového učení.	Informační a komunikační činnosti
Rossum Czech Republic s.r.o. Rossum.ai	Vývoj trénovaných neuronových sítí pro rozpoznávání fakt a dokumentů.	Informační a komunikační činnosti
RaRe Technologies s.r.o. rare-technologies.com	Dolování dat pomocí metod AI.	Informační a komunikační činnosti
Semantic Visions, s.r.o. www.semantic-visions.com	NLP pro hledání informace v dokumentech na webu v různých jazycích.	Informační a komunikační činnosti
Sport50 www.sport50.com	Využití metod umělé inteligence k získávání a extrakci dat ze sportovního prostředí.	Informační a komunikační činnosti



AgentFly Technologies s.r.o. www.agentfly.com	Autonomní bezpilotní prostředky.	Letecký průzkum Země
Blindspot Solutions s.r.o. blindspot.ai	IT systémy s využitím machine learning metod, optimalizace, plánování, cybersecurity.	Logistika; zpracovatelský průmysl; firemní management
Clever Monitor s.r.o. www.clevermonitor.com	Produkt: metody AI pro učení a predikci chování předplatitelů pro doručování emailového obsahu v optimální dobu.	Marketing
SentiSquare s.r.o. www.sentisquare.com	NLP, analýza sentimentu.	Marketing
DataBreakers s.r.o. www.databreakers.com	Vývoj automatizovaných řešení pro personalizaci a predikci, využívání AI pro práci s daty.	Marketing
Recombee, s.r.o. http://www.recombee.com/	Systém doporučování produktu, založený na metodách AI a strojového učení.	Marketing
Samba.ai samba.ai	Autonomní aplikace, která využívá strojové učení a obecně umělou inteligenci pro automatizaci online marketingu pro e-shopy.	Marketing
Incomaker https://www.incomaker.com/	Prodej a automatizovaná marketing.	Marketing
Price f(x) s.r.o. pricefx.eu	Využití metod strojového učení v predikci cen a naceňování.	Peněžnictví a pojišťovnictví
StrategyQuant s.r.o. strategyquant.com	Využívání metod strojového učení v systémech automatizovaného obchodování.	Peněžnictví a pojišťovnictví
GoodAI Research s.r.o. GoodAI Applied s.r.o. www.goodai.com	Výzkum a vývoj obecné AI	Profesní, vědecké a technické činnosti
MITIS, s.r.o. www.miitis.ai	Zpřístupnění metod umělé inteligence a strojového učení v systémech na míru napříč odvětvími, s maximální úrovní bezpečnosti a škálovatelnosti.	Profesní, vědecké a technické činnosti
Neuron Soundware www.neuronsw.com	Založeno českým týmem, sídlo firmy v UK, pobočka v ČR. Diagnostika na základě rozpoznávání zvukových variací pomocí naučených neuronových sítí.	Profesní, vědecké a technické činnosti
Phonexia s.r.o. www.phonexia.com	Technologie pro řečovou analytiku a hlasovou biometrii, která používá výhradně neuronové sítě.	Profesní, vědecké a technické činnosti
UNICO.ai CZ, s.r.o. Unico.AI	Zprostředkování technologického transferu metod AI a strojového učení do aplikačního prostředí.	Profesní, vědecké a technické činnosti
Powered by Insights, spol. s r.o. www.pbi.ai	Laboratoř teoretického výzkumu AI a datových analýz, zaměřená na automatizaci a optimalizaci produktů a dat.	Profesní, vědecké a technické činnosti
Ximilar s.r.o. vize.ai	Rozpoznávání objektů v obraze pomocí neuronových sítí a strojového učení.	Profesní, vědecké a technické činnosti
Datamole, s.r.o. www.datamole.cz	Využití metod AI v analýze průmyslových dat (robotika, sensory) a zapojení do výrobních a obchodních procesů.	Zpracovatelský průmysl

Zdroj: startupjobs.cz, zařazení do aplikační oblasti autory studie

Startupy se zaměřují na vývoj produktů a služeb zejména v oblasti informačních a komunikačních technologií a v profesních, vědeckých a technických činnostech. Jde tedy o vývoj podpůrných nástrojů pro další oblasti nasazení, může jít o hledání textů, počítačové vidění a další. V tomto případě finální aplikaci definuje až zákazník, a většinou se tedy jedná o vývoj systémů či služby na míru dle zákazníka.

Až třetí v pořadí počtu aplikačních oblastí je konkrétní produktová oblast, a to bezpečnost (kybernetická bezpečnost a bezpečnostní biometrické systémy). Nejméně jsou zastoupené produktové oblasti zpracovatelského průmyslu, logistiky a peněžnictví a pojišťovnictví. Firmy z nejvíce zastoupených skupin sice vyvíjejí nástroje využitelné v těchto oblastech, nevyrábějí ale přímo produkt či nabízejí službu cílenou do těchto oblastí.

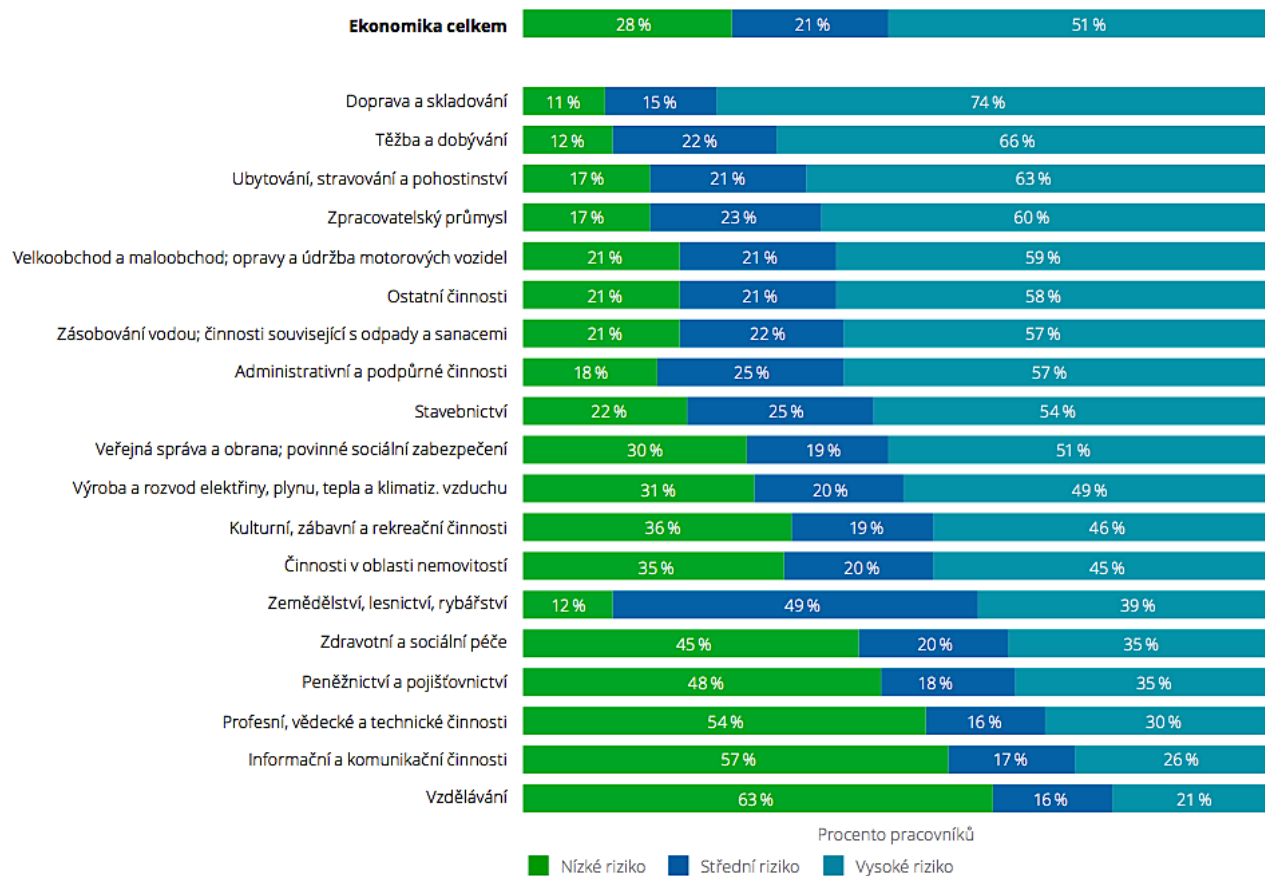
Tab. 18 Počet startup firem v aplikačních oblastech

Aplikační oblast	Počet startupů
Informační a komunikační činnosti	8
Profesní, vědecké a technické činnosti	7
Bezpečnost	7
Marketing	6
Firemní management	4
Peněžnictví a pojišťovnictví	2
Letecký průzkum Země	1
Logistika; zpracovatelský průmysl; firemní management	1
Zpracovatelský průmysl	1

Zdroj: startupjobs.cz, zařazení do aplikační oblasti autory studie

Při srovnání s mírou možné automatizace dle oborových odvětví, vycházejících z Eurostatu (viz Deloitte [28]), pak nejmenší počet startup firem působí v oblastech, které budou naopak nejvíce vyžadovat automatizaci pomocí AI technologií, je zde tedy značný potenciál pro vznik dalších firem. Jedná se o oblasti **dopravy a logistiky, těžby a dobývání, hotelových a restauračních služeb, zpracovatelském průmyslu a obchodu**. Startupy v ČR se spíše než na produkt či službu v konkrétním odvětví, orientují na vytváření podpůrné nástroje. Existuje tedy riziko, že vlastní implementace produktů proběhne zahraničními firmami a lze spekulovat, že růst českých startupů bude mít charakter prodeje zahraniční firmě, než budování větších českých společností.

Obr. 9 Podíl automatizace při zavádění AI dle odvětví



Zdroj: Deloitte [28]

6.2.3 Srovnání české startup scény se světem

Pro srovnání se stavem mimo ČR byl použit seznam 100 nejvýznamnějších světových startup firem v AI dle *CB Insights* [29] (měřeno objemem získaného financování k roku 2018). V následující tabulce (tab. 19) jsou s využitím tohoto seznamu uvedeny počty firem a objemy financování v jednotlivých sektorech.

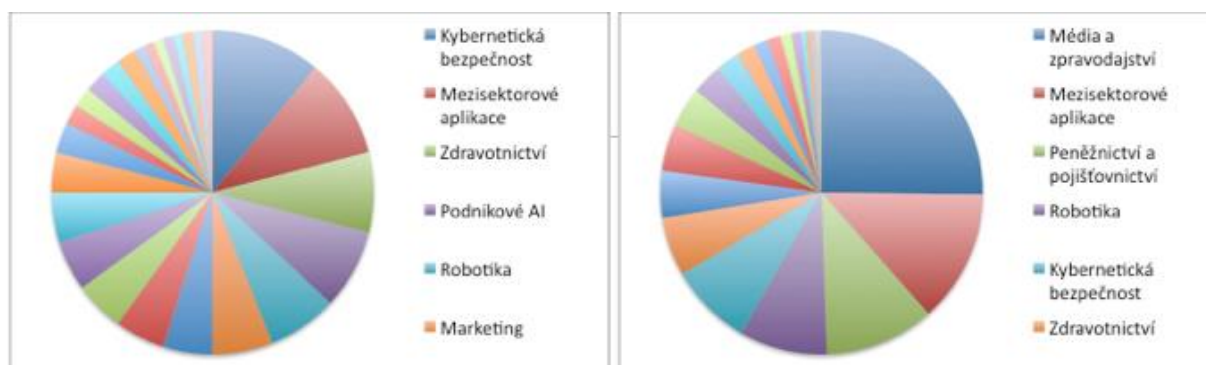
V grafech na grafech obr. 10 a obr. 11 je uvedeno šest největších sektorů podle počtu firem a objemu finančních prostředků. Mezi nejvýznamnější patří kybernetická bezpečnost, zdravotnictví, podnikové systémy, robotika a marketing, média a peněžnictví a pojišťovnictví. Mezisektorové aplikace nelze konkrétně specifikovat, v případě startupů z ČR by sem patřily firmy, které realizují podpůrné systémy v informačních a komunikačních technologiích a profesních a vědeckých činnostech.

Tab. 19 Vybráno ze 100 nejvýznamnějších světových startup firem v AI dle CB Insights [29], uvedeny počty dle sektorů a objemu získaného financování k roku 2018

Aplikační sektor	Počet startupů (v AI 100, svět)	Investice (mil USD)
Kybernetická bezpečnost	11	1062
Mezisektorové aplikace	10	1689
Zdravotnictví	8	747
Podnikové AI	8	595
Robotika	7	1124
Marketing	6	513
Peněžnictví a pojišťovnictví	5	1399
Automotive	5	593
Internet věcí	5	378
Obchodování	5	240
Předpisy a normy	5	175
Hardware pro AI	4	316
Hardware obecně	3	69
Média a zpravodajství	2	3214
Výuka	2	139
Průzkum země	2	117
Zemědělství	2	56
Bezpečnost fyzická	2	21
Humanitní vědy	1	174
IT a sítě	1	53
Právní	1	24
Cestování	1	14
SW vývoj	1	11
Osobní asistenti	1	8
Sport	1	7
E-sporty	1	3

Zdroj: CB Insights [29]

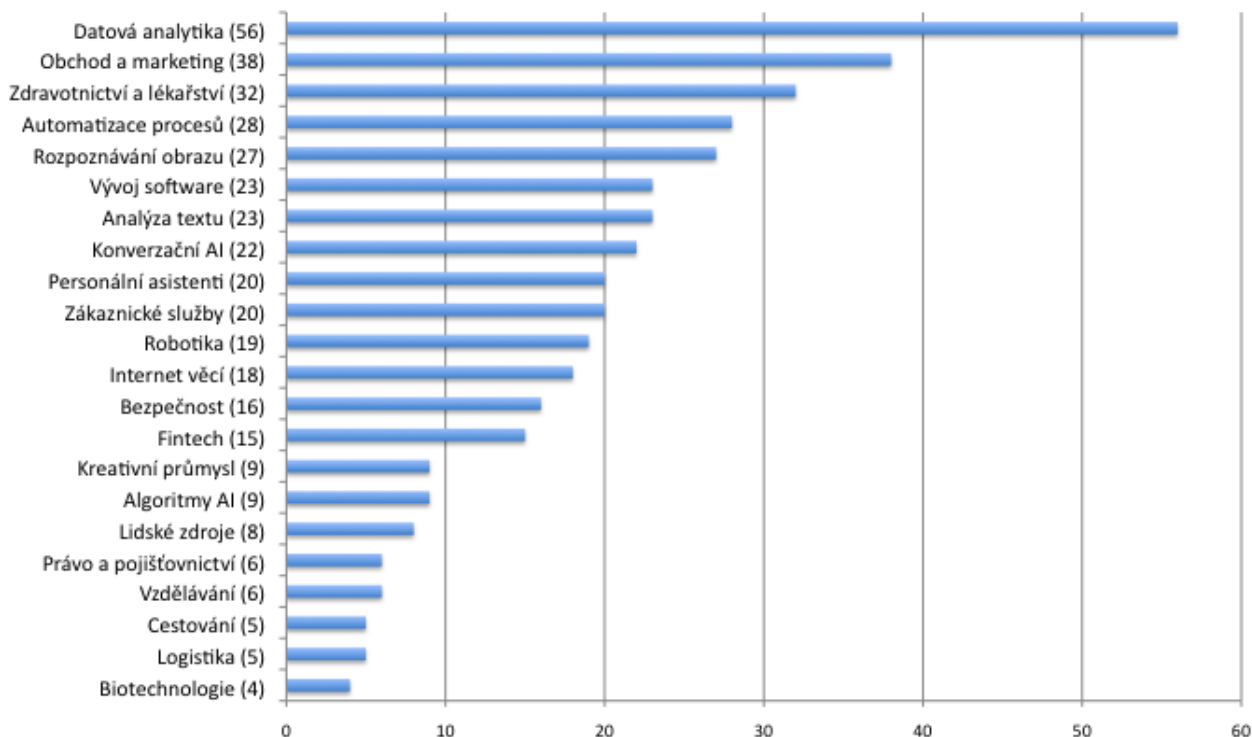
Obr. 10 Vlevo: Nejvíce zastoupené sektory ze 100 nejvýznamnějších světových startup firem v AI dle počtu firem v sektorech. Vpravo seřazený sektor dle objemu financování.



Zdroj: CB Insights [29]

Na obr. 11 je znázorněno oborové zastoupení startupové scény v Evropě. Jak je patrné z tohoto obrázku, v EU startupech je nejvíce zastoupen marketing a obchod a osobní asistenti. Kybernetická bezpečnost se v tomto srovnání nachází až ve druhé polovině oborů, stejně jako robotika, internet věcí a fintech. Automotiv zastoupen není.

Obr. 11 Obory seřazené dle počtu AI startupů v Evropě.



Zdroj: Asgard VC [24]

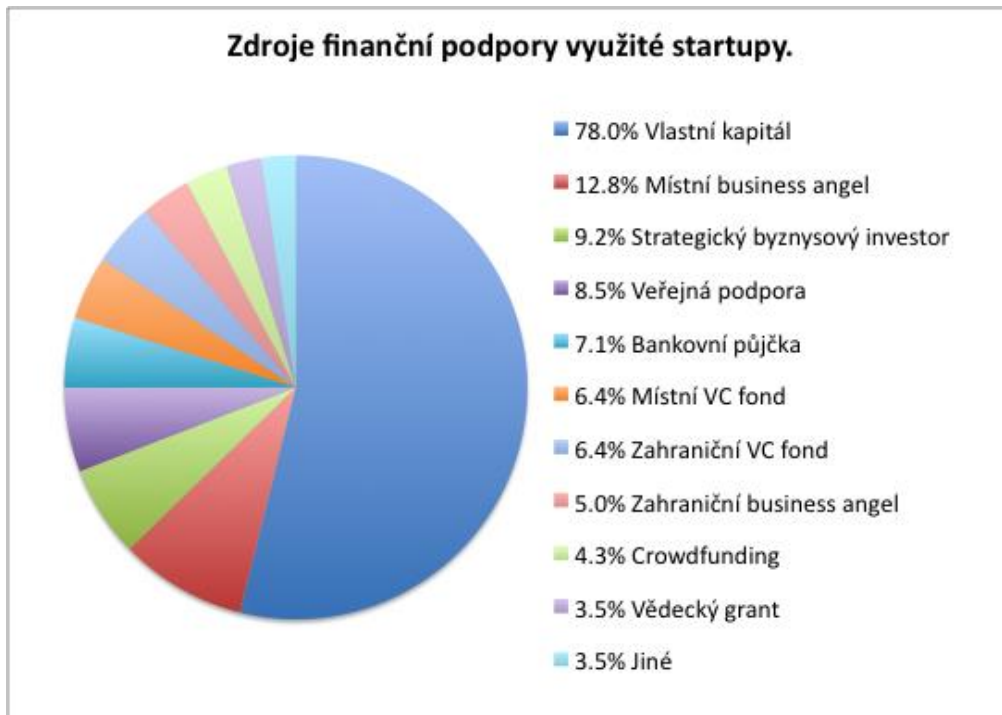
6.2.4 Financování AI startup scény v ČR

Příspěvek soukromého sektoru ve financování AI je možné sledovat na soulu financování projektů veřejné podpory, jak je ukázáno v kap. 5.1. V této kapitole uvádíme způsob a objemy financování startupové sféry, zejména Venture Capital (VC), a to počínaje seed investicemi, přes rozjezdové financování, počáteční rozvoj, expanzi, až po exit financování.

Pro ostatní formy financování, jako je interní výzkum firem, smluvní výzkum, produktový vývoj, není možné informace získat, jedná se o interní firemní informace, které nejsou sdílené, a tedy ani běžně dostupné. Proto ani ve studii tyto objemy a formy financování dále nerozebíráme.

Na obr. 12 je ukázáno rozložení financování startupů. Velká většina startupů použila pouze vlastní financování. To je zcela netypické pro zahraniční scénu, kde se většina startupů snaží o financování z jiných než vlastních zdrojů pro urychlení svého rozvoje. Obecně lze prohlásit, že v ČR je nízké procento využívání jiných než vlastních zdrojů financování. Rizikový kapitál je přitom využíván zejména pro ověřování nových produktů na trhu, což hraje při rychlém zavádění AI technologií klíčovou roli. Bankovní půjčka nebo crowdfundingová kampaň se využívají velmi málo.

Obr. 12 Zdroje financování využívané startupy



Zdroj: Aspen Institute Prague [16]

VC investice se v ČR soustřeďují zejména na tzv. Round A investice u firem, kde je evidentní důkaz mezinárodně úspěšných projektů či produktů, jako jsou například firmy Avast nebo Kiwi. Ze statistik VC financování ve střední a východní Evropě [17] vyplývá, že nejvíce investic směřovalo do firem v informačních a komunikačních oborech - celkem 62 mil. € bylo investováno do 71 firem, tedy celkem 58 % všech VC investic v regionu dle objemu investic a 41% dle počtu firem. Další obory následovaly:

- Biotech a zdravotnictví 17 mil. €, 21 firem
- Spotřební produkty a služby 9 mi. €, 34 firem

Koncentrace startupů a tím i investorských aktivit a inkubátorů:

- 58,8 % v Praze,
- 15,3 % Brno,
- 4 % Ostrava,
- 1,6 % Plzeň a 1,6 % České Budějovice

Nejaktivnějšími investory do AI v Evropě jsou dle [19] následující entity:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Amadeus Capital Partners (UK) | 6. Balderton Capital (UK) |
| 2. BpiFrance (FR) | 7. Holtzbrinck Ventures (GE) |
| 3. Kima Ventures (FR) | 8. Enterprise Ireland (IRL) |
| 4. LocalGlobe (UK) | 9. High-Tech Gründerfonds (GE) |
| 5. European Commission | 10. Sunstone Capital (DK) |

V ČR působí dle databáze investorů¹⁸ v oblasti informačních a komunikačních technologií řada investorů (viz tab. 20). Souhrnná charakteristika investorů v ČR je následující:

Investiční fondy:

- Jde o mix investičních fondů se soukromým kapitálem a firemních fondů
- Průměrně mají investiční fondy v portfoliu okolo 10 firem, maximálně do 20, pokud se jedná o české fondy. U zahraničních fondů je počet českých firem v portfoliu podobný, celkové portfolio je ale samozřejmě širší.
- Průměrná investice investičního fondu jsou stovky tisíc € až jednotky milionů €.

Na trhu působí také croudfundigové platformy a business angel sdružení. V současnosti je evidováno 49 business angels v ČR.

Tab. 20 Seznam soukromých investorů v ČR

Společnost	Zaměření
Fondy soukromé a firemní	
Opifer Limited http://opifer.ventures/	Type: Corporate Investor Zaměření Start-up Stage: Early Stage, Start-up Aktuálně v portfoliu: 4 startupy
Reflex Capital http://www.reflexcapital.com/	Type: Investment Fund Zacílení: Central Europe, Czech Republic, North America, Western Europe, Worldwide Zaměření Start-up Stage: Early Stage, Growth, Seed, Start-up Obory: Information Technologies (ICT), Innovation, Logistics, Other, Technology Aktivity: od roku 2012 podpořeno 19 firem
Air Ventures http://airvcs.com/	Type: Investment Fund Zaměření: Start-up Aktuálně v portfoliu: 6 startupů
J&T Ventures http://jtventures.cz/en/	Type: Investment Fund Zaměření: Start-up Aktuálně v portfoliu: 13 startupů

¹⁸ <http://www.czechstartups.org>



Y Soft Ventures https://www.ysoft.com/en/company/y-soft-ventures	Typ: Corporate Investment Fund of Y Soft Zaměření: Start-up Aktuálně v portfoliu: 7 startupů
HITHIT https://www.hithit.com/en/home	Typ: crowdfunding platform
DEPO Ventures https://www.depoventures.cz/en	Typ: Investment Fund Zaměření Start-up Stage: Early Stage, Growth, Seed, Start-up Platforma propojující investory a startupy Aktuálně v portfoliu: 2 startupy, 3 fundraising partnery, 3 mentory
MITON CZ http://www.miton.cz/en/portfolio	Typ: Corporate Investor Aktivity: od roku 2000 podpořeno 20 firem jejichž souhrnná hodnota dosahuje 10 mld. Kč
Rockaway https://www.rockawaycapital.com/en/	Typ: Investment Fund Působnost: Prague, San Francisco and Sao Palo Aktuálně v portfoliu: 10 firem
Incomming Ventures http://www.incomming.net/	Typ: Investment Fund, investice zejména do firem obchodujících na Internetu Aktuálně v portfoliu: 5 firem
Springtide Ventures http://springtide.cz/	Průměrná investice: stovky tisíc EUR až miliony Eur Aktuálně v portfoliu: 8 firem
Keiretsu Forum Prague https://keiretsuforum.eu/en/	Typ: Angel Investment Fund, založen v roce 2000 v US, toto je ČR pobočka
Crowdfunding, seed funding	
StartupYard http://startupyard.com/	Typ: Startup seed investiční akcelérátor Portfolio zahrnuje zahraniční a české startupy, celkem 65 firem od roku 2011, 23 firem prošlo navýšením kapitálu, 6 exitem a 15 zaniklo.
UP21 https://www.up21.com/en	Typ: seed inkubátor, investice a mentoring Portfolio: 17 projektů, 4,5 mil. USD investováno
AI Startup Incubator http://www.suincubator.ai/	Nadnárodní startup inkubátor
Credo Ventures http://www.credoventures.com/	Typ: Investment Fund od roku 2009 Průměrná investice: mezi 250 tis EUR – 2 mil EUR Zaměření Start-up Industry: Information Technologies (ICT) Aktuálně v portfoliu: 19 firem
Business Angels a jejich sdružení	
Venture Club https://www.ventureclub.cz/	Klub investorů a zájemců o investice Portfolio: 24 analyzovaných a 5 financovaných projektů

Business Angel club www.businessangelsclub.cz	Sdružení business angels
Angel Investors https://angel.co/czech-republic/investors	Jedná se o platformu pro vyhledávání angel investorů, včetně investorů z ČR. V současnosti je zde evidováno 49 angel investorův ČR.

Zdroj: *czechstartups.org* a obecně dostupné informace

6.3 Podpůrná infrastruktura pro AI

V kapitole 6.1.3 je shrnuta budovaná výzkumná infrastruktura v ČR, která buď podporuje AI infrastrukturně, nebo realizuje AI projekty. Za čistou infrastrukturní podporu (IT výpočetní a síťová infrastruktura) lze považovat infrastruktury:

- CESNET, www.cesnet.cz
- CERIT SC, www.cerit-sc.cz

Tyto dvě infrastruktury nelze považovat za „Digital Innovations Hubs“ (DIH) tak, jak je toto uskupení chápáno Evropskou komisí (viz obr. 13).

Obr. 13 Digital Innovations Hub, napojení.



Zdroj: EU commission, *Smart Specialisation Platform*,
<http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs>

V kontextu ČR je nejbližší konceptu DIH seskupení, které bude zahrnovat výzkumnou organizaci, spolupracující s dalšími partnery z aplikační sféry, asociacemi a inovačními centry, popřípadě seskupení okolo inovačního centra. Další modely jsou příliš úzce zaměřené.

Například Svaz průmyslu a dopravy ČR založil začátkem roku 2018 platformu pro umělou inteligenci, která sdružuje experty z akademické a firemní sféry. Cílem je navrhovat konkrétní možnosti využití umělé inteligence, vyjadřovat se k legislativnímu ukotvení a etické stránce jejího využívání a zakotvení v každodenním životě, a tím i zabránění snížení konkurenceschopnosti českého průmyslu. Jako DIH se zatím jedná o úzkou profilaci.

Další podobnou iniciativou je **Expertní skupina Komise pro umělou inteligenci**, založená v březnu 2018 založená při **Asociaci malých a středních podniků a živnostníků v ČR**. Cílem je shromáždit odborné informace o tomto sektoru a sestavit alianci zainteresovaných stran. Tato skupina ještě není vyprofilovaná, ale ze současného stavu lze konstatovat, že se jedná o úzce zaměřenou skupinu, která neodpovídá šíři DIH.

Pojetí DIH v zahraničí odpovídá například Benelux Association for Artificial Intelligence (BNVKI), German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI) nebo European Association for Artificial Intelligence (EurAI). Podobná centra jsou uvedena v kapitole 6.1.4.

Investorský, tedy startup pohled na DIH, také není správný, významně v tomto pohledu chybí účast celého ekosystému, tedy technické infrastruktury, výzkumu a asociací. Tento pohled je logicky silně vychýlen na investici a ziskovost systému, což případně AI znamená významné ořezání velké části AI oborů, které se teprve zkoumají a nepřinášejí očekávané výsledky a tím i zisky.

Vycházíme tedy ze současných výzkumných center, jak jsou uvedeny v kap. 6.1, a z budovaných center, jak jsou uvedeny v kap. 6.1.3. V následující tabulce jsou shrnuta centra, která jsou v kontextu ČR nejbližší pojetí DIH, nebo se podobným hubem mohou stát.

Tab. 21 Digital Innovation HUBs v kontextu ČR, seřazeno abecedně dle názvu centra.

Organizace	Popis
Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky CIIRC, centrum při ČVUT v Praze	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC ČVUT) je vysokoškolský ústav Českého vysokého učení technického v Praze (ČVUT). Jedním z jeho zájmů je například automatické řízení a optimalizace, robotika, umělá inteligence, počítačová grafika, počítačové vidění a machine learning, navrhování softwarových systémů, navrhování rozhodovacích a diagnostických systémů a jejich aplikaci v medicíně, energetice dopravě, a to včetně konceptů smart homes a smart cities. Výhody: Silné výzkumné centrum, napojení na mezinárodní organizace a aplikační sféru.
IT4I	IT4Innovations provozuje nejvýkonnější a nejmodernější superpočítačové systémy v ČR a poskytuje otevřený přístup k těmto zdrojům na základě výzkumné excelence. Portfolio služeb IT4Innovations je rozděleno na tzv. základní služby a tzv. služby s přidanou hodnotou. Základní služby se skládají z poskytování optimalizovaného superpočítačového prostředí, tj. jádrohodiny superpočítače, softwarové licence a datová úložiště potřebné k realizaci výpočtů. Výhody: Silné infrastrukturně orientované výzkumné centrum, napojení na mezinárodní organizace a aplikační sféru.
JIC, Jihomoravské inovační centrum	Zájmové sdružení právnických osob: Jihomoravský kraj, Statutární město Brno, Masarykova univerzita, VUT v Brně, Mendlova univerzita, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Výhody: JIC vznikl v rámci Regionální inovační strategie Jihomoravského kraje. JIČ rozvíjí jihomoravský inovační ekosystém. Propojuje začínající firmy, investory, výzkumná a vědecká centra, veřejné instituce navzájem nebo s mezinárodními organizacemi. JIC je zapojen do mezinárodních sítí European Business & Innovation Centre Network (EBN) a Enterprise Europe Network (EEN). JIC sdružuje univerzity, inkubuje úspěšně nové firmy a je napojen na municipality.
Výzkumné centrum informatiky RCI, centrum při	Cílem RCI je podporovat spolupráci mezi odborníky v různých oblastech informatiky, mezi vědci zaměřenými na základní výzkum a experty v aplikačním výzkumu, ale

ČVUT v Praze	především mezi zkušenými a mezinárodně uznávanými vědci a postgraduálními studenty, postdoky a mladými odbornými asistenty. Financování takové spolupráce zajistí podporu špičkového výzkumu v delším časovém horizontu a udržitelnost cesty k excelenci v oblasti počítačových věd, informatiky a umělé inteligence. Výhody: Silné výzkumné centrum, napojení na mezinárodní organizace a aplikační sféru. Založení centra bylo iniciováno silnou AI skupinou, AI centrem na Katedře počítačů FEL ČVUT v Praze.
--------------	--

Za další podpůrné instituce lze považovat inovační inkubátory a ekosystém budovaný kolem startupů a investorských aktivit. Tento podpůrný systém je popsán v kap. 5.2.

6.4 Spolupráce ve VaV AI na národní úrovni

Některé významné vysoké školy a jejich fakulty (viz kap. 6.1.1) hrají ve VaV v oblasti AI roli center, která spolupracují s dalšími subjekty výzkumného a inovačního ekosystému (vysokými školami, ústavy i podniky). To je patrné z rozboru spolupráce v projektech řešících problematiku AI, které byly nalezeny v databázi IS VaVal (viz též kap. 5.1). Význam těchto institucí v systému VaV je zřetelně patrný v mapách spolupráce znázorněných na obr. 14 až obr. 17.

Jak je patrné na obr. 14, nejvýznamnějším centrem spolupráce je fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze (FEL), která měla 23 společných projektů s dalšími subjekty. Na toto centrum je napojeno přibližně 15 podnikatelských subjektů, které jsou dále propojeny s VŠB-TUO FEI¹⁹ (10 společných projektů) a ZČU FAV²⁰ (13 projektů). Obdobný klastr podniků existuje kolem VÚT FEKT²¹ (12 projektů) a TUL FM²² (8 projektů) a kolem VUT FIT²³ (8 projektů). V mapě na obr. 14 je také patrné, že ústavy AV – Ústav informatiky (UI), Ústav teorie informace a automatizace (UTIA) a Ústav pro jazyk český (ÚJČ) – spolupracují pouze s vysokými školami. Také je patrné, že spolupráce „netechnických univerzit“ s podnikatelskou sférou je relativně nízká.

Pro větší názornost jsou na obr. 15 až obr. 17 uvedeny mapy znázorňující pouze spolupráci vysoké školy – podniky, mezipodnikovou spolupráci a spolupráci pouze v rámci vysokých škol. Na obr. 15, kde je znázorněna mapa reprezentující síť spolupráce vysokých škol s podniky, je patrný význam některých VO pro podnikový VaV. Nejvýznamnější znalostní centrum pro podniky v AI představují již tři zmíněné fakulty – FEL ČVUT, FEI VŠB-TUO, FAV ZČU, které spolupracují s řadou podniků. Významnou roli v tomto centru má i evropské centrum excelence CEITEC. Také některé další fakulty VŠ poměrně často spolupracují v projektech AI s podniky (viz obr. 15).

Na obr. 16, kde je znázorněna mapa spolupráce mezi podniky, je vidět, že podniky spolu v projektech AI příliš nespupracují (s výjimkou jednoho klastru více spolupracujících podniků). Spolupráce mezi VŠ (resp. jejich fakultami) je již více rozvinutá (viz obr. 17). Nejvýznamnějším centrem spolupráce mezi VŠ je opět FEL ČVUT v Praze.

Výše uvedené obrázky představují statickou verzi map spolupráce ve VaV projektech řešících problematiku AI. Pro zobrazení vzájemných vztahů uvnitř jednotlivých struktur je vhodné použít dynamickou webovou verzi map, která umožňuje zvětšování (zoomování), filtraci uzlů (institucí) a zároveň poskytuje textovou nápovědu s charakteristikou daného uzlu (instituce) nebo hrany. Interaktivní mapy jsou přístupné na internetové adrese <http://svizualizace.tc.cas.cz/ai/main.html>.

¹⁹ Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky

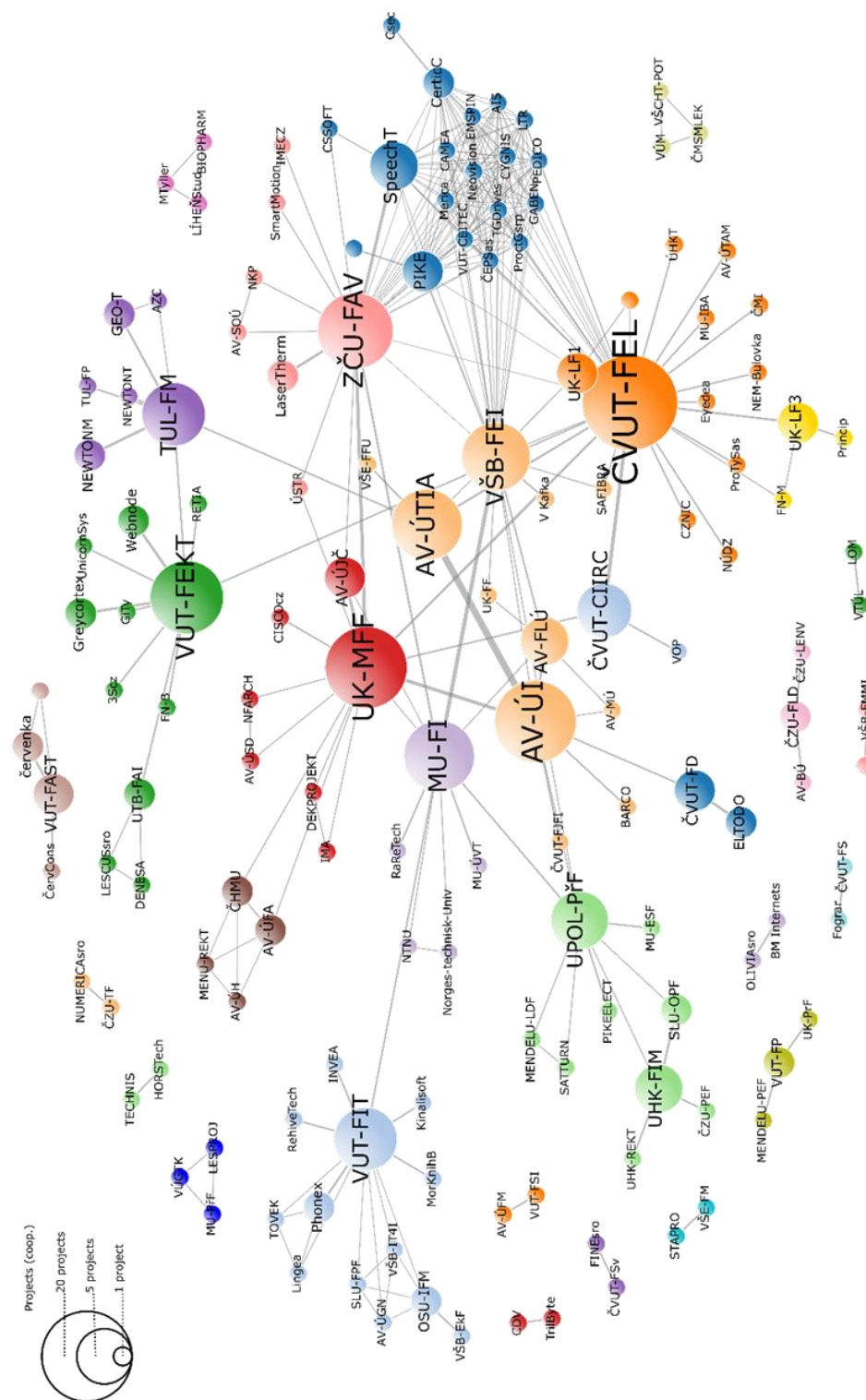
²⁰ Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd

²¹ Vysoké učení technické v Brně Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

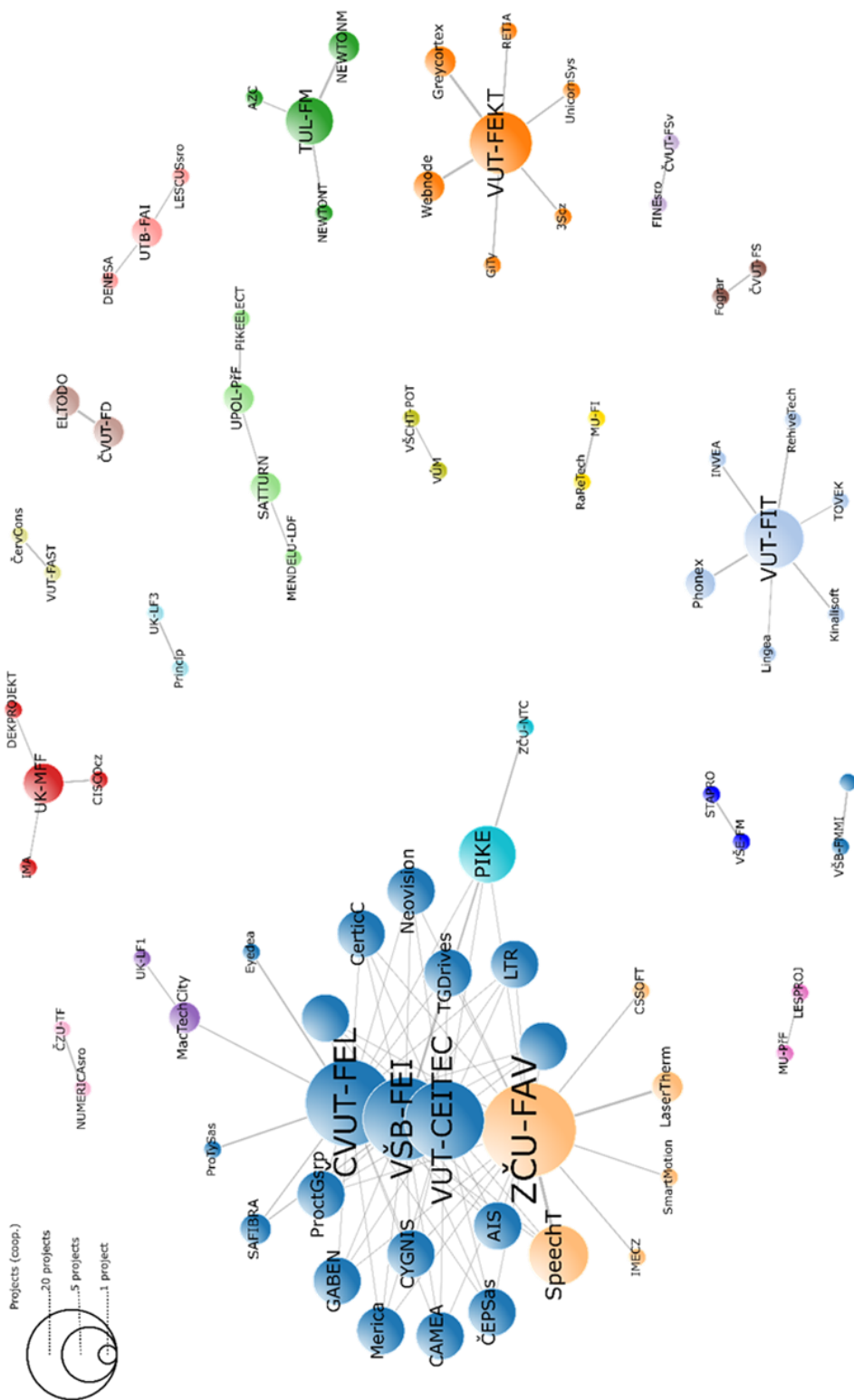
²² Technická univerzita Liberec Fakulta mechanotronics, informatiky a mezipodnikových studií

²³ Vysoké učení technické Brno Fakulta informačních technologií

Obr. 14 Mapa reprezentující síť organizací spolupracujících na projektech. Velikost a barva hran odpovídá počtu vzájemných spoluprací. Velikost uzlů vyjadřuje součet všech spoluprací dané organizace.

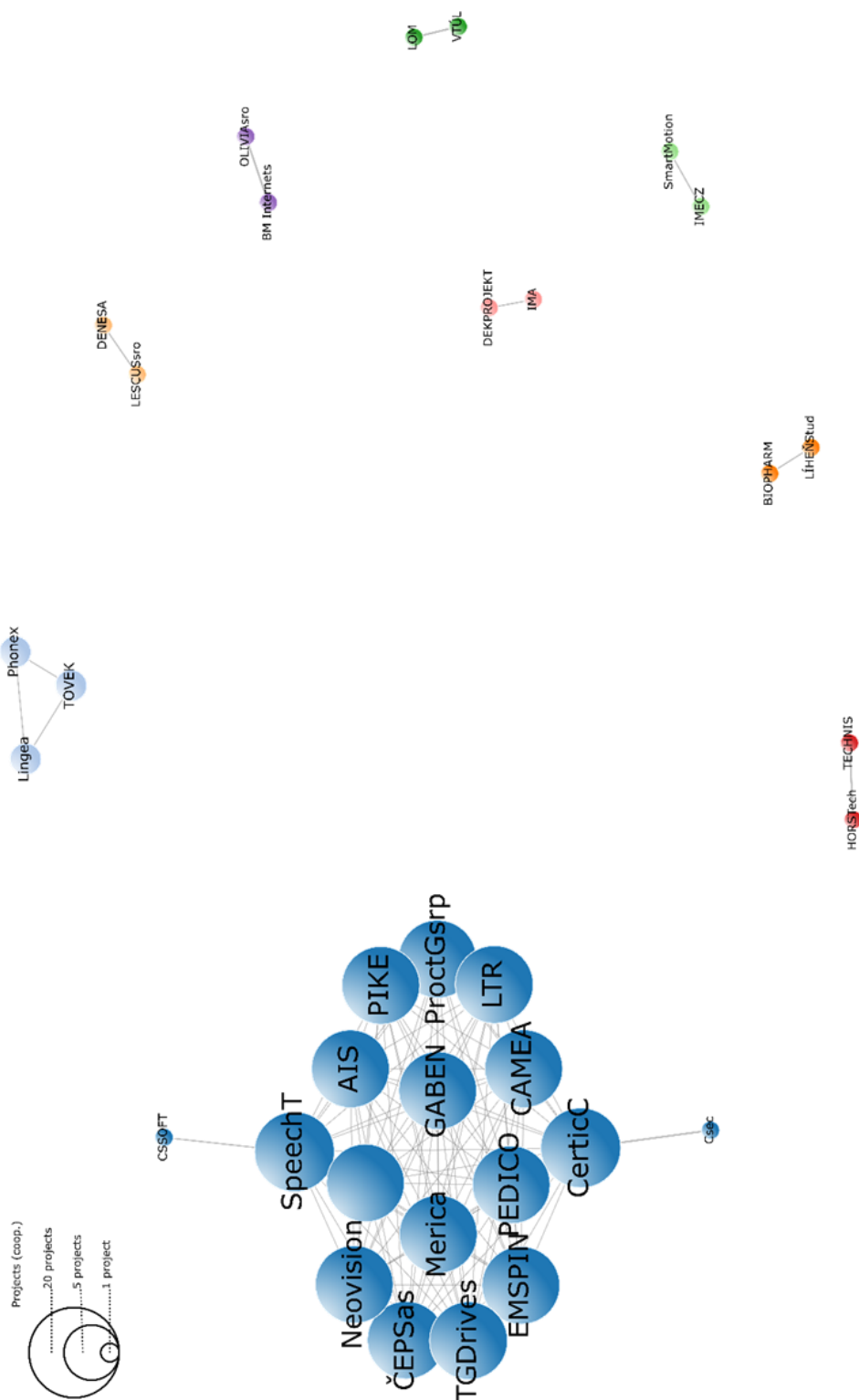


Zdroj: IS VaVal, webová verze mapy viz <http://svizualizace.tc.cas.cz/ai/All.html>



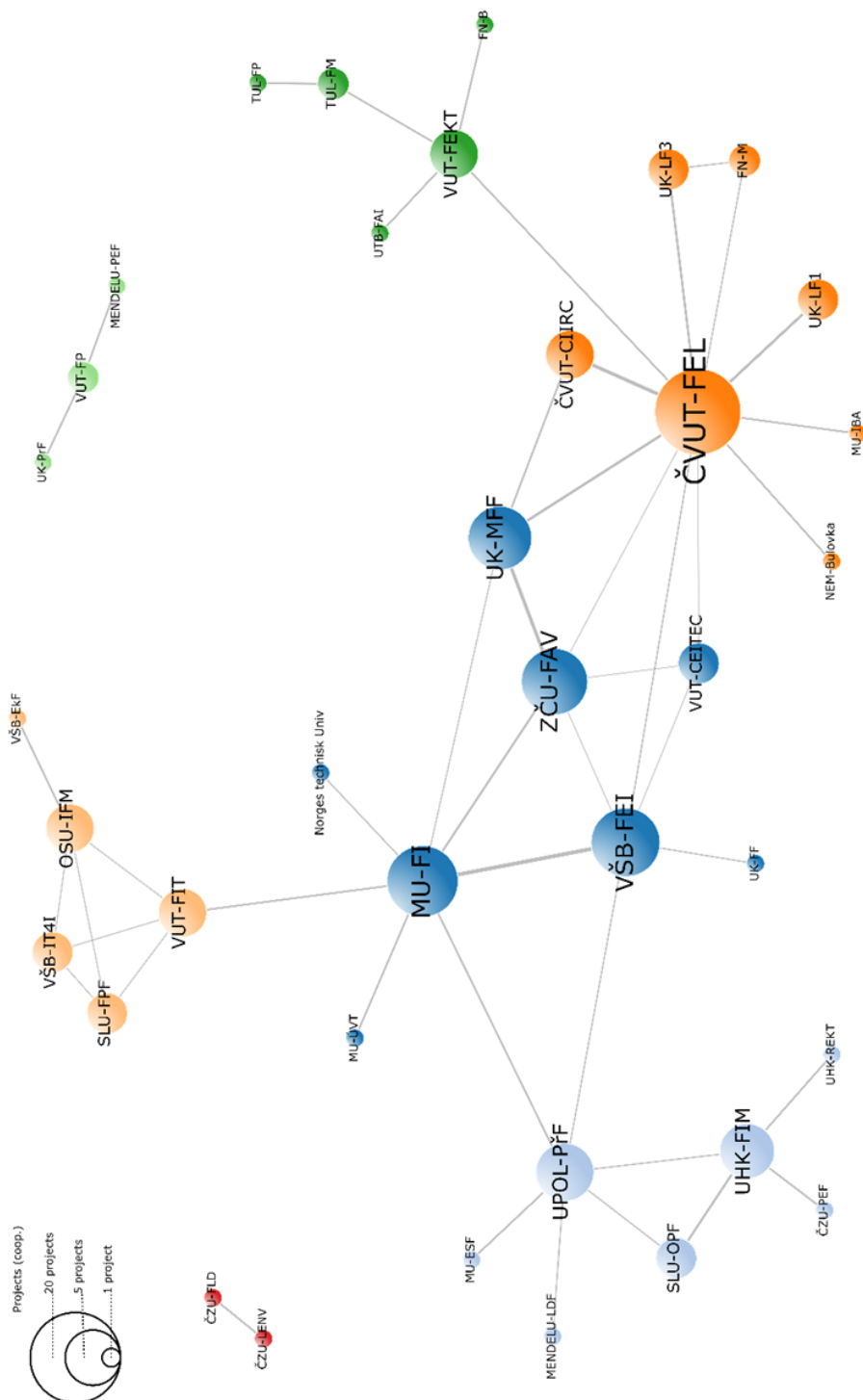
Analýza pozice ČR v oblasti technologického rozvoje umělé inteligence

Obr. 16 Mapa reprezentující síť spolupráce na projektech mezi podniky. Velikost a barva hran odpovídá počtu vzájemných spoluprací. Velikost uzlů vyjadřuje součet všech spoluprací dané organizace.



Zdroj: IS VaVal, webová verze mapy viz <http://svizualizace.tc.cas.cz/ai/PodPod.html>

Obr. 17 Mapa reprezentující síť spolupráce na projektech mezi vysokými školami. Velikost a barva hran odpovídá počtu vzájemných spoluprací. Velikost uzlů vyjadřuje součet všech spoluprací dané organizace.



Zdroj: IS VaVal, webová verze mapy viz <http://svizualizace.tc.cas.cz/ai/VsVs.html>

6.5 Zapojení ČR do mezinárodních VaV projektů řešících problematiku umělé inteligence

6.5.1 Zapojení ČR do projektů řešících AI

V databázi E-Corda bylo s využitím postupu popsaného v kap. 4.5 nalezeno celkem 90 projektů zabývajících se problematikou umělé inteligence, ve kterých byly zapojeny výzkumné týmy z ČR (viz tab. 22). V 7. RP bylo podpořeno 54 projektů, do jejichž řešení bylo zapojeno 69 týmů z ČR. Podpořené týmy získaly příspěvek na řešení projektů ve výši přes 17 mil. €. V současném programu Horizon 2020 bylo zatím podpořeno 36 projektů. V projektech bylo zapojeno celkem 43 týmů z ČR, které dohromady získaly příspěvek přes 12 mil. €.

Tab. 22 Základní informace o projektech s účastí ČR zaměřených na oblast umělé inteligence, které byly podpořeny v 7. RP a programu Horizont 2020.

Rámcový program	Počet podpořených projektů	Počet účastí	Příspěvek EK (mil. €)
7. rámcový program	54	69	17,1
Program Horizont 2020	36	43	12,4

Zdroj: E-Corda

V 7. RP bylo nejvíce projektů zaměřených na AI s účastí ČR podpořeno v tematické prioritě Informační a komunikační technologie (ICT). Projekty se nejčastěji zabývaly problematikou kognitivních systémů a robotiky. V programu H2020 bylo nejvíce takto zaměřených projektů podpořeno v prioritě Vedoucí postavení evropského průmyslu a jeho oblasti Informační a komunikační technologie. Projekty směřovaly do oblasti robotiky, jazykové analýzy, kybernetických systémů, velkých dat apod.

V projektech byly zapojeny VO (zejména VŠ) i podniky, včetně malých a středních podniků (MSP) i velkých podniků pod zahraniční kontrolou (viz tab. 23). V největším počtu projektů zabývajících se umělou inteligencí bylo zapojeno České vysoké učení technické v Praze (ČVUT), které na řešení těchto projektů získalo i největší příspěvek ze všech účastníků z ČR (přibližně 8,7 mil. €). Projekty s účastí ČVUT pokrývaly řadu výzkumných témat, nejvíce z nich bylo zaměřeno na oblast robotiky. Jak je patné z tab. 23, dalšími VŠ s vysokou účastí v projektech AI jsou Vysoké učení technické v Brně (VUT) a Univerzita Karlova v Praze (UK). Projekty VUT se projekty zabývaly například zpracováním dat a inteligentními systémy. Projekty Univerzity Karlovy byly zaměřeny například na oblast jazyků (překlady) a znalostní systémy.

Z podnikatelského sektoru byla v nejvíce projektech AI zapojena společnost Honeywell International s.r.o., která byla zapojena v celkem šesti projektech zaměřených například na oblast letectví (drony, pilotování). Ve třech projektech byly zapojeny společnost Neovision s.r.o a Institut mikroelektronických aplikací s.r.o. Relativně vysoký příspěvek EK získala na řešení jednoho projektu společnost CertiCon a.s.

Účastníci z ČR v projektech zaměřených na oblast AI spolupracovali s řadou výzkumných institucí a podniků z mnoha zemí. Přibližně 60 % z celkového počtu projektů s účastí ČR mělo jako jednoho z účastníků subjekty z Německa (jednalo se o celkem 54 projektů, ve kterých bylo zapojeno více než 200 německých týmů). Ve více než polovině projektů s účastí ČR byly také zapojeny výzkumné týmy ze Spojeného království (viz tab. 24).

Přehled nejčastějších partnerů řešitelských konsorcií projektů zaměřených na AI s účastí ČR je uveden v tab. 25. Jak je patné z této tabulky, výzkumné týmy z ČR nejčastěji spolupracovaly s významnými německými výzkumnými ústavy, jako jsou ústavy Fraunhoferovy společnosti a Deutsches Zentrum für Luft - und

Raumfahrt e. V. (DLR) i s centry specificky zaměřenými na problematiku umělé inteligence (Deutsches Forschungszentrum für Kunstliche Intelligenz GmbH).

Tab. 23 Subjekty z ČR zapojené v projektech řešících problematiku AI v 7. rámcovém programu a programu Horizont 2020. V tabulce jsou uvedeny pouze subjekty, které měly alespoň dvě účasti nebo získaly příspěvek na řešení ve výši přes 300 tis. €.

Instituce / podnik	Počet projektů	Počet účastí	Příspěvek EK (tis. €)	Podíl z celkového příspěvku ČR
České vysoké učení technické v Praze	24	24	8 702,1	29,6%
Vysoké učení technické v Brně	14	14	3 655,2	12,4%
Honeywell International s.r.o.	6	6	3 003,0	10,2%
Univerzita Karlova	6	6	2 211,9	7,5%
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava	3	3	1 040,6	3,5%
Neovision s.r.o.	3	3	747,6	2,5%
Institut mikroelektronických aplikací s.r.o.	3	3	598,9	2,0%
Masarykova univerzita	3	3	534,0	1,8%
Západočeská univerzita v Plzni	2	2	332,3	1,1%
Oracle Czech s.r.o.	1	2	204,8	0,7%
CertiCon a.s.	1	1	1 125,4	3,8%
LEXICAL COMPUTING CZ s.r.o.	1	1	550,2	1,9%
Honeywell, spol. s r.o.	1	1	407,0	1,4%
Technologická agentura ČR	1	1	389,8	1,3%
IXTENT s.r.o.	1	1	383,1	1,3%
IBM Česká republika, spol. s r.o.	1	1	365,0	1,2%
Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje	1	1	318,6	1,1%

Zdroj: E-Corda

Tab. 24 Počet projektů s účastí ČR, ve kterých byl zapojen alespoň jeden tým z dané země, podíl těchto projektů z celkového počtu projektů s účastí ČR a počet týmů ze zahraničních zemí zapojených v řešení těchto projektů. V tabulce jsou uvedeny pouze země, se kterými subjekty z ČR spolupracovaly na řešení alespoň deseti společných projektů.

Země	Počet projektů	Podíl projektů	Počet týmů
Německo	54	60,0%	202
Spojené království	51	56,7%	114
Itálie	44	48,9%	135
Francie	41	45,6%	111
Španělsko	39	43,3%	133
Nizozemsko	32	35,6%	73
Belgie	29	32,2%	49
Švýcarsko	28	31,1%	37
Rakousko	26	28,9%	62
Řecko	23	25,6%	39
Irsko	19	21,1%	21
Švédsko	18	20,0%	29
Finsko	16	17,8%	32
Polsko	15	16,7%	21
Portugalsko	13	14,4%	28
Norsko	11	12,2%	17

Zdroj: E-Corda

Tab. 25 Subjekty, se kterými výzkumné týmy z ČR nejčastěji spolupracovaly v projektech řešících problematiku AI.

Insituce	Země	Počet spoluprací
FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.	Německo	10
DEUTSCHES ZENTRUM FUER LUFT - UND RAUMFAHRT EV	Německo	9
DEUTSCHES FORSCHUNGSZENTRUM FUR KUNSTLICHE INTELLIGENZ GMBH	Německo	7
NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK - TNO	Nizozemsko	7
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA	Itálie	7
EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZURICH	Švýcarsko	6
ATOS SPAIN SA	Španělsko	5
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	Francie	5
COMMISSARIAT A L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	Francie	5
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE	Itálie	5
KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE	Německo	5
MAGNETI MARELLI S.P.A.	Itálie	5
NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS	Řecko	5
SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT ANNA	Itálie	5
TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN	Nizozemsko	5
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID	Španělsko	5
UNIVERSITA DEGLI STUDI DI ROMA LA SAPIENZA	Itálie	5

Zdroj: E-Corda

6.5.2 Mezinárodní porovnání zapojení do projektů AI v rámcových programech

V projektech podpořených v 7. RP programu i v současném programu H2020 byl postupem specifikovaným v předcházející kapitole identifikován poměrně vysoký počet projektů, které řešily různé aspekty umělé inteligence i jejího využití v konkrétních technologiích (viz tab. 26).

Tab. 26 Základní informace o projektech zaměřené na oblast umělé inteligence, které byly podpořeny v 7. RP a programu Horizont 2020.

Rámcový program	Počet podpořených projektů	Počet účastí	Počet zapojených zemí	Příspěvek EK (mil. €)
7. rámcový program	1 231	7 472	66	2 808,2
Program Horizont 2020	1 102	5 434	69	2 157,3

Zdroj: E-Corda

V 7. RP, který byl realizován v letech 2007 až 2013, bylo podpořeno 1 231 projektů²⁴ zabývajících se VaV umělé inteligence a jejího využití, což je přibližně 4,7 % z celkového počtu projektů v 7. RP. Do řešení těchto projektů bylo zapojeno téměř 7,5 tisíce výzkumných týmů z 66 zemí. Celková podpora poskytnutá na řešení těchto projektů přesáhla 2,8 mld. €.

V současném programu Horizont 2020 bylo dosud podpořeno 1 102 projektů zabývajících se umělou inteligencí, což je přibližně 5,6 % z celkového počtu projektů realizovaných v H2020. Do těchto projektů bylo zapojeno více než 5,4 týmů z 69 zemí, poskytnutá podpora na jejich řešení činila téměř 2,2 mld. €. Vyšší zastoupení projektů zaměřených na umělou inteligenci v programu H2020 oproti předcházejícímu 7. RP může svědčit o posilujícím důrazu EK na tuto technologickou oblast.

Mezinárodní porovnání účasti v projektech řešících problematiku umělé inteligence se zohledněním velikosti výzkumných systémů je uvedeno v tab. 27. ČR byla v 7. RP a programu H2020 sice zapojena pouze do řešení devadesáti projektů (celkem 112 účastmi), avšak vztaženo na celkový počet výzkumných pracovníků v přepočtu na plný pracovní úvazek (Full Time Equivalent, FTE) je tento počet srovnatelný s údaji pro země, jako je Německo či Izrael. Ve srovnání s některými zeměmi je však počet projektů vztažený na velikost výzkumného systému nižší (například v Rakousku a v Itálii to bylo více než dvakrát více). Jak je však patrné z tab. 27, zapojení ČR do projektů řešících problematiku AI je výrazně vyšší než v zemích Visegrádské čtyřky (V4).

ČR se však do projektů zaměřených na problematiku umělé inteligence zapojuje zpravidla pouze jedním týmem, zatímco i ve velikostně srovnatelných zemích se jednoho projektu obvykle účastní více týmů. To je patrné z tab. 27 - v ČR je v průměru v jednom projektu v AI zapojeno 1,2 výzkumných týmů, v Rakousku a Itálii je to téměř dvojnásobně. ČR zaostává za všemi srovnávanými státy EU-15, avšak podobná situace je i v dalších nových členských státech EU. Jak je patrné z tab. 27, finanční příspěvek, který v průměru získal jeden výzkumný tým z ČR v jednom řešeném projektu, je poněkud nižší než v zemích EU-15, což může souviset s tím, že při stanovení mzdových nákladů je zohledněna průměrná mzda výzkumného pracovníka.

²⁴ Včetně předčasně ukončených projektů

Tab. 27 Mezinárodní porovnání účasti v projektech řešících problematiku umělé inteligence – celkový počet projektů a účastí v 7. RP a H2020 a příspěvek získaný na jejich řešení od Evropské komise. V další části tabulky jsou tyto údaje vztaženy na velikost výzkumného systému (počet výzkumných pracovníků). V posledních sloupcích je uveden průměrný příspěvek EK, který získal jeden řešitelský tým, a počet řešitelských týmů z dané zapojených v jednom projektu. Údaje jsou součtem údajů pro 7. RP a program H2020.

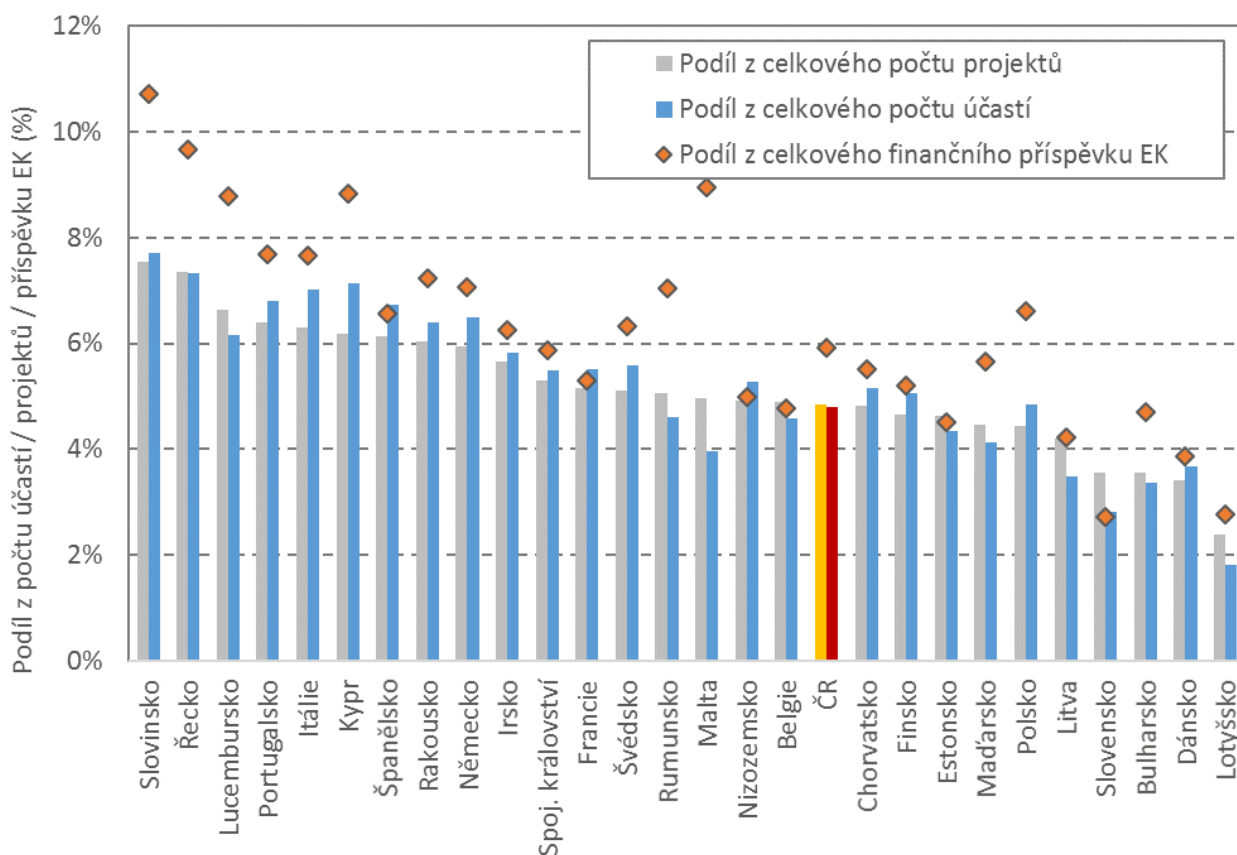
Země	Počet projektů	Počet účastí	Příspěvek EK (mil. €)	Počet projektů na tisíc výzkumníků	Počet účastí na tisíc výzkumníků	Příspěvek EK získaný jedním týmem v projektu (mil. €)	Průměrný počet účastí v jednom projektu
Česko	90	112	29,4	2,8	3,4	0,26	1,2
Německo	854	1 855	877,4	2,5	5,4	0,47	2,2
Rakousko	250	387	155,1	6,5	10,0	0,40	1,5
Finsko	139	235	85,0	3,5	6,0	0,36	1,7
Spojené království	906	1 546	691,6	3,4	5,8	0,45	1,7
Itálie	666	1 416	493,0	6,1	12,9	0,35	2,1
Izrael	169	210	110,8	2,8	3,5	0,53	1,2
Polsko	122	174	50,1	1,8	2,6	0,29	1,4
Slovensko	24	24	4,4	1,7	1,7	0,18	1,0
Maďarsko	81	97	28,1	3,6	4,3	0,29	1,2

Zdroj: E-Corda, Eurostat

Na obr. 18 je porovnáno, jak jsou v jednotlivých členských státech EU projekty řešící problematiku umělé inteligence zastoupeny v celkovém počtu projektů rámcových programů, ve kterých jsou tyto země zapojeny. Z obrázku je patrné, že ČR se v zastoupení projektů zaměřených na problematiku umělé inteligence v celkovém počtu projektů 7. RP a programu H2020 příliš neliší od zemí, jako je Nizozemsko, Švédsko, Finsko, Francie či Spojené království. Zastoupení projektů v AI je v ČR větší, než ve většině nových členských států EU (a je nejvyšší ze zemí V4).

Mezi země s nadprůměrným zastoupením projektů zaměřených na umělou inteligenci patří například Německo, Rakousko, Španělsko a Itálie. Údaje z malých zemí, jako je Kypr, Malta, Lucembursko i Slovinsko, však nejsou zcela srovnatelné s údaji z větších zemí (podíl je v případě malých zemí stanoven z velmi nízkých počtů projektů, resp. získaných příspěvků EK).

Obr. 18 Zapojení do projektů řešících problematiku umělé inteligence v 7. RP a programu H2020 - mezinárodní srovnání podílu projektů (šedé sloupce) a účastí (modré sloupce) v projektech řešících problematiku umělé inteligence v celkovém počtu projektů a účastí v 7. RP a programu H2020. Body uveden podíl finančního příspěvku Evropské komise na řešení těchto projektů z celkového příspěvku, které tyto země získaly v 7. RP a programu H2020.



Zdroj: E-Corda

Přehled institucí, které se nejvíce účastnily projektů řešících problematiku umělé inteligence v 7. RP a programu H2020 je uveden v tab. 28. Nejčastějšími účastníky projektů jsou velké výzkumné instituce, jako je Fraunhoferova společnost z Německa a francouzské výzkumné centrum CNRS. Dalšími častými účastníky těchto projektů jsou významné vysoké školy, jako je švýcarská ETH v Curychu a University College London.

Tab. 28 Instituce s největší účastí v projektech řešících problematiku AI v 7. RP a programu H2020. V tabulce jsou uvedeny pouze instituce, které byly zapojeny v řešení padesáti a více projektů.
Zdroj: E-Corda

Název instituce	Země	Počet projektů	Příspěvek EK (mil. €)
FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.	Německo	143	80,9
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	Francie	125	73,0
EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH	Švýcarsko	89	55,8
UNIVERSITY COLLEGE LONDON	Spojené království	75	43,6
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET AUTOMATIQUE	Francie	73	48,1
ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE	Švýcarsko	69	63,8
IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE TECHNOLOGY AND MEDICINE	Spojené království	67	39,4
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE	Itálie	64	23,9
THE UNIVERSITY OF EDINBURGH	Spojené království	62	44,9
KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN	Belgie	61	35,2
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN	Německo	60	44,5
COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES	Francie	55	35,6
THE CHANCELLOR, MASTERS AND SCHOLARS OF THE UNIVERSITY OF OXFORD	Spojené království	54	51,2
THE CHANCELLOR MASTERS AND SCHOLARS OF THE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	Spojené království	53	29,2
FONDAZIONE ISTITUTO ITALIANO DI TECNOLOGIA	Itálie	52	35,6
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV	Německo	50	29,8

Zdroj: E-Corda

6.6 Shrnutí, silné a slabé stránky ČR

Shrnutí

VaV v oblasti AI je realizován na celé řadě pracovišť veřejného výzkumu, a to zejména na významných technických vysokých školách. Výzkum v oblasti AI je také realizován v některých ústavech AV ČR a dalších institucích. Výzkum pokrývá celé technologické spektrum AI, výzkumná pracoviště realizují jak základní výzkum, tak i aplikovaný VaV v této oblasti.

V rámci programů OP VaVpl, OP VVV a národních programů vznikla podpůrná infrastruktura pro výzkum AI a byla vybudována výzkumná centra AI (například evropské centrum excelence IT4Innovations). Centra disponují špičkovou výzkumnou infrastrukturou umožňující realizovat základní výzkum, který je kvalitní v mezinárodním srovnání. Na regionální úrovni působí řada aplikačně zaměřených center, která realizují VaV, jehož výsledky jsou využitelné podniky v inovacích (regionální VaVpl centra, jako je například Nové technologie pro informační společnost - NTIS v Plzni).

Také řada výzkumných pracovišť prošla významnou přístrojovou inovací díky programům OP VaVpl a OP VVV a je připravena realizovat špičkový výzkum v oblasti AI. Na některých VŠ existují výzkumná pracoviště (výzkumná centra) která jsou cíleně zaměřena na VaV v oblasti AI. V posledních letech byla na většině VO vytvořena centra transferu technologií, která napomáhají komercializaci výsledků VaV a rozvoji spolupráce VO s aplikačním sektorem.

VaV v oblasti AI je realizován i v řadě podniků. Podniky se zapojují do projektů podpořených v programech účelové podpory VaV. Pozitivní je, že více než polovinu zapojených podniků tvoří mikropodniky a malé podniky. Velké podniky působící v oblasti AI jsou však většinou pod zahraniční kontrolou a výsledky VaV jsou často využívány mateřskými firmami s centrály v zahraničí.

Důležitou součástí ekosystému VaV v oblasti AI jsou začínající podniky (startupy). V současné době v ČR působí téměř 40 startupů, přičemž některé z nich získaly v posledních letech podporu v programech

účelové podpory VaV. Startupy se zaměřují na vývoj produktů a služeb zejména v oblasti informačních a komunikačních technologií a na vývoj podpůrných nástrojů pro různé oblasti nasazení (například vyhledávání textů, počítačové vidění apod.). Některé startupy v AI působí v oblasti bezpečnosti, marketingu, firemním managementu a dalších odvětvích.

V ČR existuje poměrně rozvinutá síť investorů. České fondy mají v portfoliu zpravidla deset, maximálně dvacet firem. U zahraničních fondů je počet českých firem v portfoliu podobný, celkové portfolio je ale širší. Průměrná investice jsou stovky tisíc € až jednotky milionů €. Ukazuje se však, že v ČR je nedostatek projektů k financování rizikovým kapitálem.

V projektech podporovaných z veřejných zdrojů často spolupracují podniky s VO. Některé významné vysoké školy a jejich fakulty hrají ve VaV v oblasti AI roli center, která poměrně intenzivně spolupracují s dalšími subjekty výzkumného a inovačního ekosystému. Na druhou stranu se ukazuje, že podniky spolu v projektech AI příliš nespupracují.

VO i podniky, včetně malých a středních podniků, se také zapojují do mezinárodních VaV projektů zaměřených na problematiku AI, které jsou podporovány v rámcových programech EU. Zapojení ČR je však ve srovnání se zeměmi EU-15 nižší. Projekty s účastí ČR se zabývaly problematikou kognitivních systémů, robotiky, jazykové analýzy, kybernetických systémů a velkých dat.

Silné stránky	Slabé stránky
- Široká základna pro VaV umožňující realizovat základní výzkum v oblasti AI i aplikovaný výzkum a vývoj technologií využívajících AI - Existence nově vybudovaných výzkumných center i dalších pracovišť disponujících kvalitním vybavením, která se zabývají VaV v oblasti AI - Existence výzkumných pracovišť aktivních v oblasti AI, která hrají významnou roli ve spolupráci s aplikačním sektorem a která působí jako „znalostní“ centra pro podniky. - Výzkum AI v ČR pokrývá všechny klíčové oblasti AI technologií, základní i aplikovaný VaV je prováděn v rozumném počtu výzkumných institucí. Systém není fragmentovaný. - Ve většině výzkumných organizací existují centra transferu technologií, která napomáhají komercializaci poznatků VaV a spolupráci VO s aplikačním sektorem - I když v ČR dosud neexistují Digital Innovation HUBs, několik stávajících institucí může v budoucnosti tuto roli hrát - Řada VO i podniků se aktivně zapojuje do mezinárodní výzkumné spolupráce v AI, zejména do rámcových programů EU - I když ve srovnání se zeměmi EU-15 je zapojení ČR do projektů podporovaných v rámcových programech nižší, je větší než ve většině nových členských států EU (je nejvyšší ze zemí V4).	- V ČR není silné sdružení pro výzkum, vývoj a aplikace AI tak, jak je tomu v Evropě. - Orientace subjektů z ČR na mezinárodní výzkumné projekty není dostatečná (zejména domácích podniků) - zapojení do rámcových programů EU je ve srovnání se zeměmi EU-15 nízké - ČR se do mezinárodních projektů zaměřených na problematiku umělé inteligence zapojuje zpravidla pouze jedním týmem, zatímco ve velikostně srovnatelných zemích se jednoho projektu obvykle účastní více týmů. - Přenos intelektuálního vlastnictví a výzkumných výsledků z výzkumných organizací do startupů a aplikační sféry je neflexibilní, vyžaduje vysoké vstupní investice s nejistým výsledkem - Nedostatečná spolupráce mezi podniky v projektech VaV v oblasti AI - Spolupráce startupů s VŠ a VaV centry není obvyklá, pouze malá část startupů vzešla z akademické sféry nebo výzkumných center - Podnikový VaV v oblasti AI je realizován především v nadnárodních společnostech a firmách se zahraniční účastí, výzkumné aktivity domácích firem (zejména MSP) jsou dosud značně omezené. - V ČR zatím neexistují Digital Innovation Hubs - Nedostatek projektů vhodných pro financování

- V ČR existuje poměrně silně rozvinutá síť soukromých investorů, business angels a jejich sdružení, a také inovačních inkubátorů.
- Počet českých startupů v oblasti AI je srovnatelný se stejně velkými zeměmi v EU, startupy vznikají v oborech, které jsou pro AI relevantní a mají potenciál prosadit se i na zahraničním trhu.
- V ČR existují technologické firmy, které jsou schopné se úspěšně prosadit na mezinárodní scéně i v žebříčku nejrychleji rostoucích firem.
- Na řešení projektů zaměřených na problematiku AI často spolupracují subjekty z veřejného sektoru (vysoké školy, ústavy apod.) i z podnikatelského sektoru.
- rizikovým kapitálem, nižší míra investic rizikového kapitálu do AI startupů
- Startup firmy v ČR v oblasti AI mají velký podíl vlastního financování, což indikuje pomalý růst, a poměrně velký podíl veřejné podpory, tedy dlouhý inovační cyklus.
- Nedostatečný domácí trh pro startup firmy v oblasti AI (nutnost vstupu na zahraniční trhy)
- V české startupové scéně chybí sektory, které jsou nejsilněji zastoupeny ve světě (zdravotnictví, robotika, média a automotive)
- Pouze omezený počet startupů exportuje a získává tržby ze zahraničí, což v souvislostech s omezeným domácím trhem limituje prostor většiny startupů pro dynamický rozvoj
- Oborové zaměření startup firem je spíše v oblastech vývoje podpůrných nástrojů a služeb než ve vývoji produktů pro hlavní obory s největším dopadem AI na automatizaci v ČR

Příležitosti

- Ve vazbě na strategii EU pro AI vytvoření Digital Innovation Hubs s regionální a oborovou působností, které budou napomáhat rozvoji VaV v oblasti AI, VaV technologií využívajících AI a jejich implementací
- Vyšší zapojení VO a aplikační sféry do mezinárodních programů VaV, které jsou zaměřeny na VaV AI a technologií využívajících AI, a do dalších nástrojů a iniciativ realizovaných na nadnárodní v oblasti AI
- Rozvoj spolupráce VO s podniky a zlepšení transferu výsledků VaV do praxe
- Stimulace vzniku startupů, zejména z akademické sféry, a vytvoření podmínek pro jejich počáteční rozvoj, včetně přístupů k nezbytným finančním zdrojům.

7 Výsledky VaV

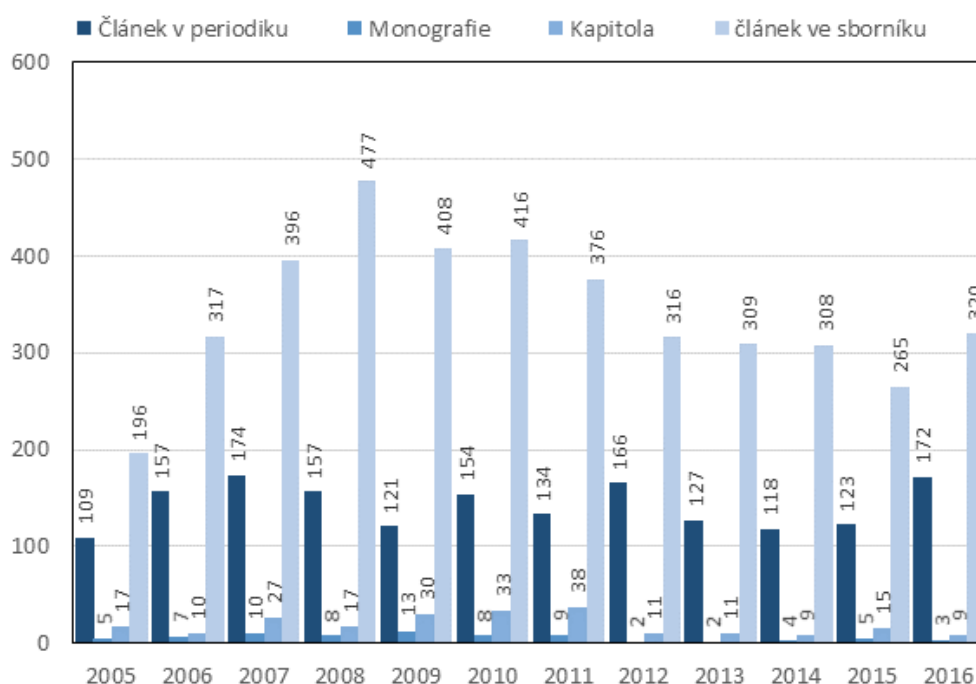
V této kapitole jsou prezentovány statistické údaje o výsledcích v oblasti VaV zaznamenané v národním IS VaVal, které byly přiřazeny k projektům zaměřeným na AI (viz kap. 5.1), a dále výsledky indexované v databázích Clarivate Analytics Web of Science (WoS). Pro výsledky indexované WoS je uvedeno několik bibliometrických indikátorů a jejich úrovně pro ČR jsou srovnány s úrovněmi ve vybraných zahraničních zemích.

7.1 Výstupy projektů s veřejnou podporou

K 363 projektům zaměřeným na problematiku AI, které probíhaly mezi lety 2005 a 2016, bylo přiřazeno přibližně 6 tisíc publikačních výsledků a téměř pět set aplikačních výsledků (tj. v jednom projektu bylo v průměru vytvořeno přibližně 17 publikačních a 1,3 aplikačních výsledků). V publikačních výsledcích převažují články v konferenčních sbornících (viz obr. 19). V posledních letech (tj. mezi lety 2012 a 2016) je každoročně publikováno řešitelskými týmy přibližně 300 článků v konferenčních sbornících.

Počty publikací v periodikách jsou výrazně nižší. Jejich počet dlouhodobě stagnuje a nárůst účelového financování (viz obr. 3) se na jejich počtu prakticky neprojevil. V posledních letech je ročně publikováno přibližně 120 až 170 článků v odborných časopisech. Produkce knih, resp. kapitol v knihách, je příliš nízká na posouzení dlouhodobých trendů.

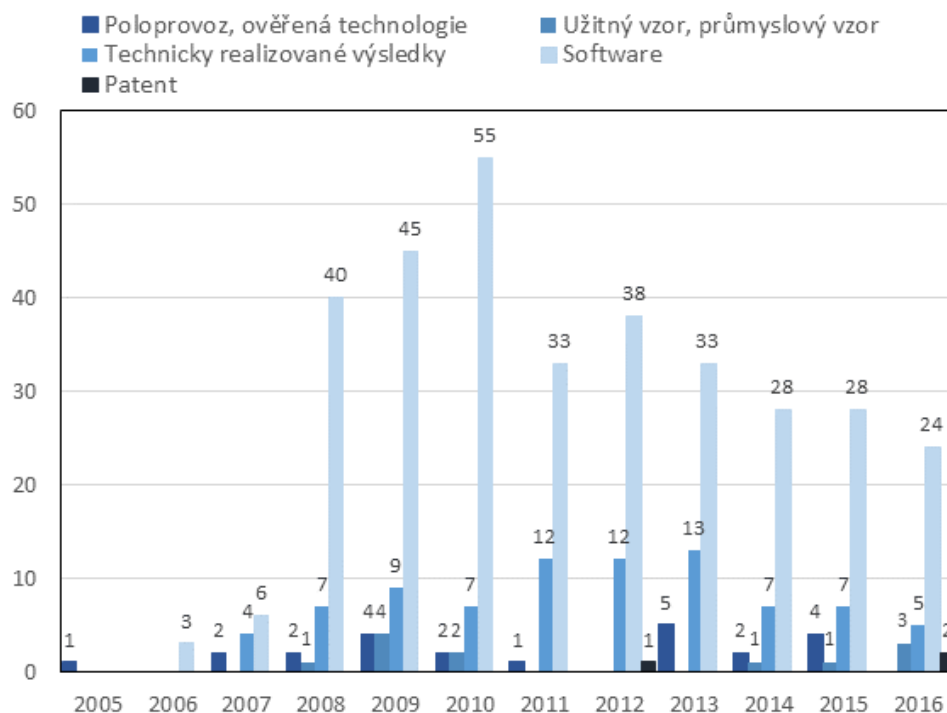
Obr. 19 Publikační výsledky v oblasti AI v letech 2005 – 2016. Zdroj: IS VaVal



Zdroj: IS VaVal

Ve výsledcích aplikačního charakteru převládá software a technicky realizované výsledky (viz obr. 20). V rámci účelového financování ve sledovaných letech vznikly pouze čtyři patenty. Prudký nárůst výsledků od roku 2008 lze přisoudit zavedení nové metodiky hodnocení VaV, která finančně oceňovala publikační i aplikační výsledky. Její postupné změny, především vyřazení některých typů výstupů (např. právě konferenčních příspěvků) z finanční bonifikace, zřejmě ovlivnily publikační aktivity více než růst účelového financování.

Obr. 20 Výsledky aplikačního charakteru v oblasti AI v letech 2005 – 2016. Zdroj: IS VaVal



Zdroj: IS VaVal

7.2 Publikační aktivita v mezinárodním srovnání

7.2.1 Výsledky indexované Web of Science v mezinárodním srovnání

V této kapitole je prezentována analýza publikací zaměřených na AI, které byly s použitím soboru klíčových slov a jejich logických kombinací identifikovány v databázích Web of Science a analytického prostředí InCites (podrobněji je výběr publikací popsán v metodické části dokumentu v kap. 4.4). Na rozdíl od předcházející kapitoly, kde byly sledovány pouze výsledky přiřazené projektům účelové podpory řešícím problematiku AI, v této části jsou analyzovány všechny výsledky zaměřené na AI vytvořené subjekty ČR. Analýza byla provedena pouze na záznamech typu *Article* (časopisecký článek), *Letter* (krátké sdělení), *Proceedings Paper* (stať v konferenčním sborníku) a *Review* (přehledný časopisecký článek). Z analýzy byly vyřazeny knihy a jejich kapitoly, abstrakty konferenčních příspěvků a všechny nerecenzované dokumenty.

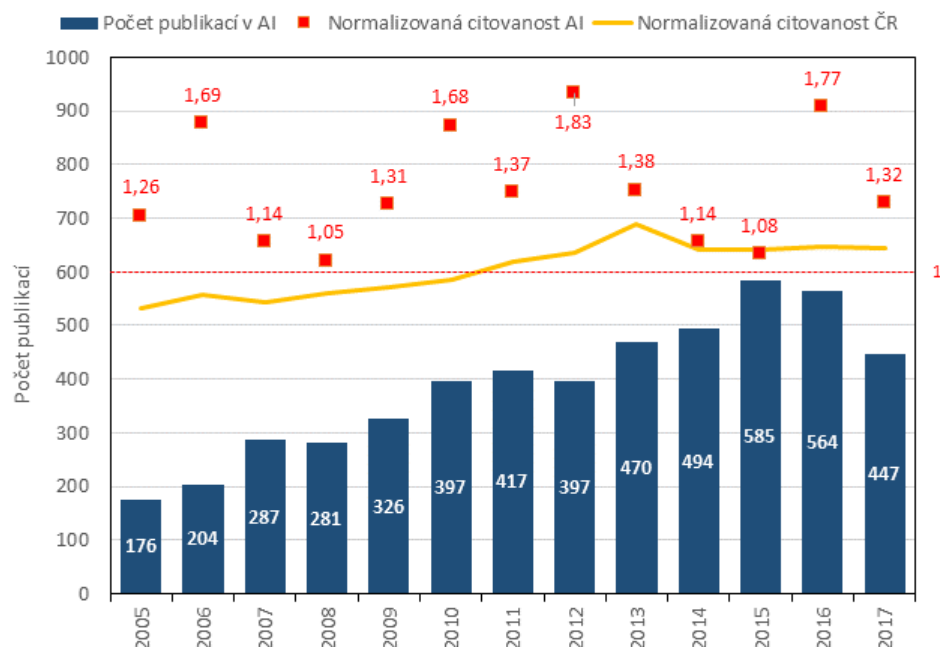
Počet publikací zaměřených na problematiku AI v ČR výrazně roste a od roku 2005 do současnosti se roční publikační výstup v AI přibližně ztrojnásobil (viz obr. 21), což svědčí o tom, že v ČR výrazně roste i intenzita VaV v tomto oboru. Pozitivní je, že i přes tento nárůst je kvalita publikací ve světovém srovnání silně nadprůměrná (oborově normalizovaná citovanost je vyšší než 1) a je i systematicky podstatně lepší než celkový průměr citovanosti publikací v ČR (viz obr. 21).

Je však nutno vzít v úvahu, že k velkému růstu publikační aktivity došlo v této době v celém českém VaV systému. Podíl publikací v AI na celkovém publikačním výstupu ČR se tak od roku 2005 prakticky nezměnil (viz obr. 22). Dlouhodobě se pohybuje přibližně na úrovni zhruba 2,5 %, což indikuje prakticky nezměněnou váhu výzkumu AI v národním VaV.

Na obr. 22 je také patrný výrazný nárůst podílu podílu publikací v AI vytvořených ve spolupráci s autory ze zahraničí, což ukazuje na podstatný růst zapojení výzkumných týmů do mezinárodní spolupráce. I přes tento růst je míra mezinárodní spolupráce v AI, měřená podílem publikací vytvořených společně

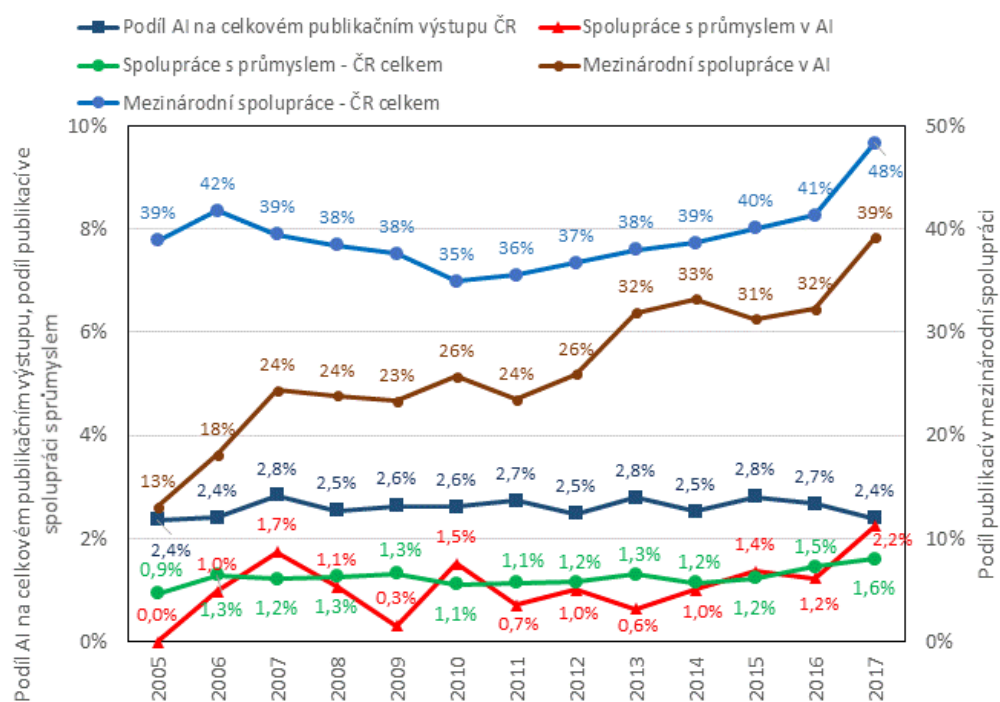
výzkumnými pracovníky z ČR a zahraničí, přibližně o 10 procentních bodů nižší než celková úroveň mezinárodní spolupráce v ČR.

Obr. 21 Počet publikací s alespoň jedním autorem z ČR v oboru AI v letech 2005 - 2017 identifikovaných v databázích WoS a jejich oborově normalizovaná citovanost. Pro porovnání je uvedena oborově normalizovaná citovanost celkového publikačního výstupu ČR. Údaje pro rok 2017 jsou neúplné.



Zdroj: WoS, IS VaVal

Obr. 22 Publikační výstup ČR v AI, podíl publikací se zahraničními spolupracovníky a ve spolupráci s průmyslem. Pro srovnání jsou uvedeny i celkové hodnoty pro ČR.



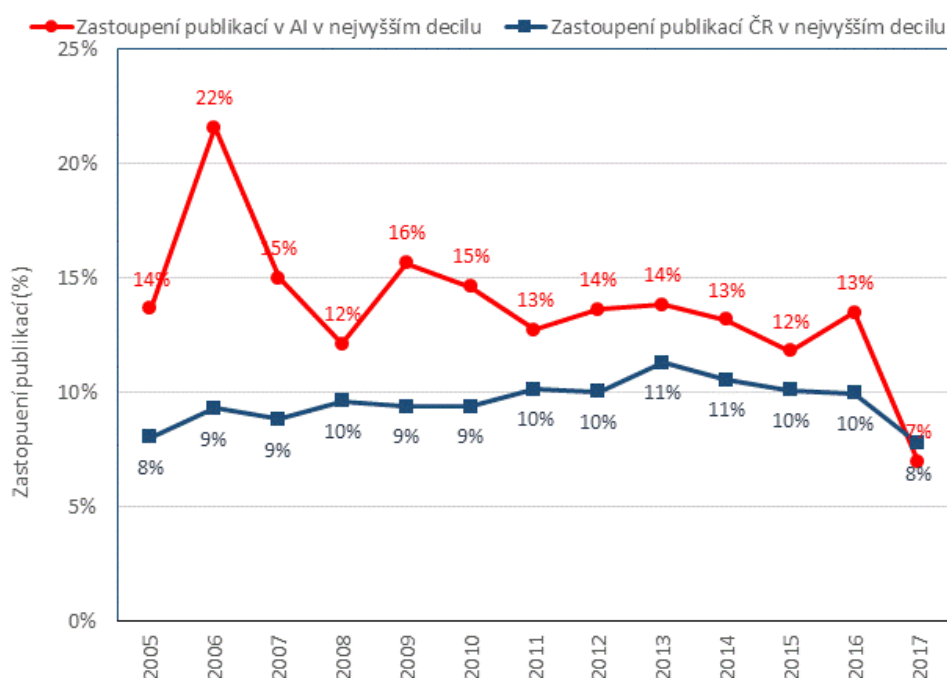
Zdroj: WoS, IS VaVal

Přibližně 1 % publikací v AI je vzniká ve spolupráci se subjekty z průmyslu (viz obr. 22). Míra spolupráce s průmyslem v AI měřená společnými publikacemi je prakticky totožná s celkovou národní úrovní. Vzhledem k velkému aplikačnímu potenciálu AI (ve srovnání s jinými obory) by bylo možné očekávat míru spolupráce s průmyslem poněkud vyšší.

Vedle normalizované citovanosti je robustním indikátorem kvality a relevance výzkumu zastoupení publikací v horním (nejvyšším) decilu citovanosti (tj. mezi nejcitovanějšími publikacemi v daném oboru). Publikace v AI mají systematicky o několik procentních bodů vyšší zastoupení v horním decilu citovanosti ve srovnání s celkovým národním publikačním výstupem (viz obr. 23).

Jak oborově normalizovaná citovanost, tak i zastoupení publikací v nejvyšším decilu citovanosti, ukazují, že výzkum v AI je v ČR na dobré světové úrovni a výrazně převyšuje český průměr. Srovnání s výzkumně intenzivními zeměmi i s průměrem EU-15 však ukazuje, že ČR za světovou špičkou stále poněkud zaostává (viz obr. 24). S výjimkou posledního roku byla citovanost publikací ČR v AI značně pod průměrem členských států EU-15 a zhruba poloviční než v USA a Singapuru.

Obr. 23 Zastoupení českých publikací v AI v nejvyšším decilu podle citovanosti. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty pro celkový publikační výstup ČR.



Zdroj: WoS, IS VaVal

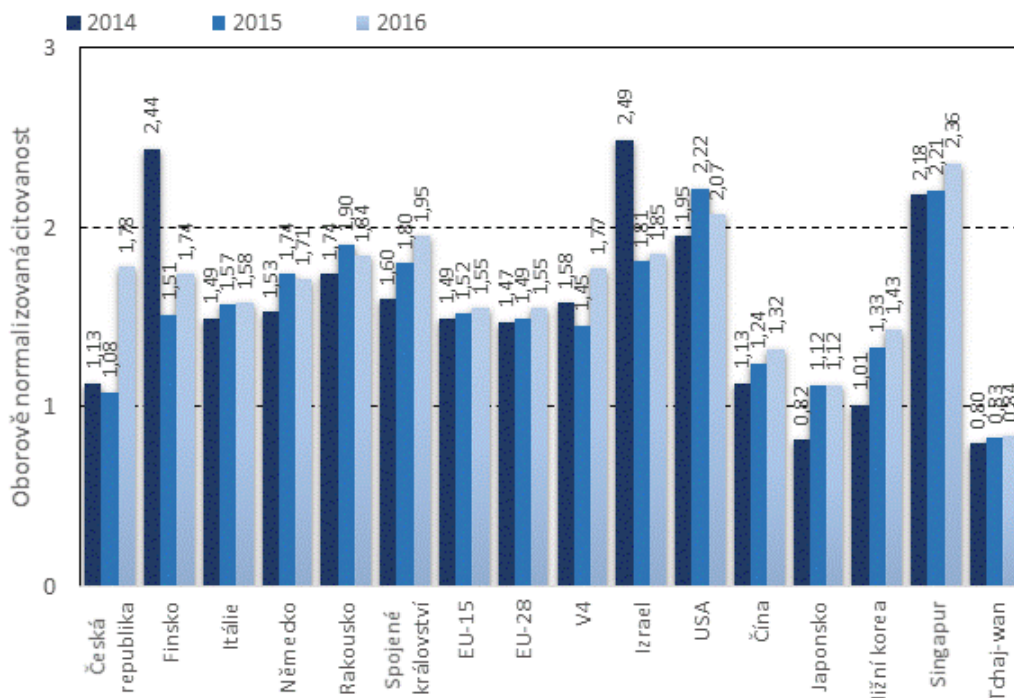
Srovnání dynamiky publikačních aktivit vybraných zemí a ČR je uvedeno na obr. 25, na kterém je časový vývoj vyjádřen poměrem růstu publikační aktivity v oboru k celkovému růstu publikací země²⁵. Hodnota 100 odpovídá zachování podílu publikací v oboru na celkovém publikačním výstupu země, vyšší hodnoty indikují, že počet publikací v AI roste rychleji než celkový publikační výstup. V ČR se tento index pohybuje kolem 100, což znamená, že podíl publikací v AI roste přibližně stejně jako celkový publikační výstup ČR (což je patrné i z obr. 22). Po roce 2010 však v některých zemích, jako je například USA, Japonsko a sledované

²⁵ Pro jednodušší prezentaci vynásobený konstantou 100.



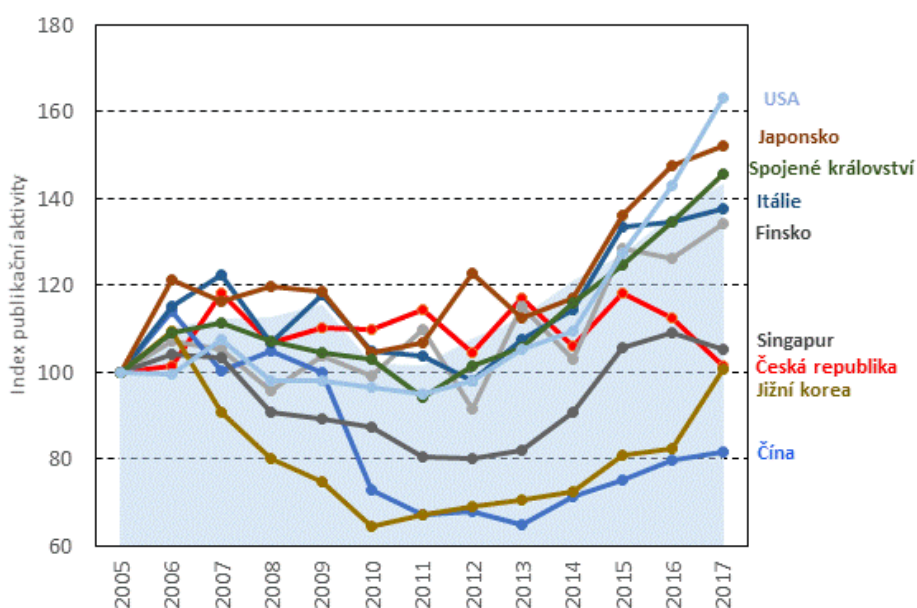
evropské země, publikační aktivita v AI roste výrazně rychleji než celkový publikační výstup země, a výzkumné aktivity se tedy v těchto zemích stále více soustředí na oblast umělé inteligence.

Obr. 24 Oborově normalizovaná citovanost publikací v AI pro vybrané země v letech 2014 – 2016.



Zdroj: WoS, IS VaVal

Obr. 25 Index dynamiky publikační aktivity v AI ve vybraných zemích. Index je definován jako podíl počtu publikací v AI k celkovému počtu publikací dané země (vztaženo k roku 2005 a vynásobeno 100). Hodnoty vyšší než 100 ukazují na vyšší růst publikování v oboru AI, než je celkový růst počtu publikací země, hodnoty nižší ukazují na relativní pokles zastoupení oboru v publikačním výstupu země.



Zdroj: WoS, IS VaVal

7.2.2 Publikační činnost v mezinárodní spolupráci

Podíl publikací v oboru AI s mezinárodní účastí trvale roste, avšak stále je přibližně o 9 procentních bodů pod celkovou úrovní ČR (viz obr. 22). Afiliace spoluautorů publikačních výstupů v období 2015 – 2017 jsou uvedeny v tab. 29 společně s hodnotami pro celkový publikační výstup ČR. Nejvýznamnějším partnerem jsou Spojené státy a Spojené království.

Relativně nízká je, měřeno počtem publikací, spolupráce ze SRN, která v celkovém národním publikačním výstupu je na stejné úrovni jako USA, avšak v AI je přibližně na polovině. Obdobná situace je i v případě Francie, Itálie a Švýcarska.

Tab. 29 Publikace v oblasti AI s mezinárodní účastí v letech 2015-2017

Země	mezinárodní účast na publikačním výstupu v AI	mezinárodní účast na celkovém publikačním výstupu ČR
EU-15	14.8%	58.8%
USA	6.3%	22.9%
Spojené království	3.6%	17.3%
Slovensko	3.4%	12.9%
Španělsko	3.3%	12.2%
SRN	3.2%	23.2%
Indie	3.0%	5.0%
Kanada	2.5%	6.4%
Rakousko	2.4%	9.7%
Francie	2.4%	16.1%
Itálie	2.3%	14.6%
Polsko	1.9%	12.9%
Čína	1.6%	7.6%
Japonsko	1.5%	6.6%
Švýcarsko	1.4%	10.0%
Rusko	1.3%	10.1%
Malajsie	1.3%	3.2%
Finsko	1.2%	5.0%
Portugalsko	1.2%	5.6%
Austrálie	1.1%	5.9%
Nizozemsko	1.1%	8.1%
Brazílie	1.1%	5.5%

Zdroj: WoS, IS VaVal

7.3 Patentové přihlášky

7.3.1 Patentové přihlášky ČR

S využitím klíčových slov a oborů v mezinárodním patentovém třídění (IPC) se v databázi PATSTAT podařilo v období od roku 2005 do současnosti (resp. do roku 2016²⁶) nalézt celkem 190 patentových přihlášek využívajících prvky umělé inteligence, které měly alespoň jednoho přihlašovatele z ČR (včetně fyzických osob). Z tohoto počtu bylo téměř sto prioritních přihlášek, tj. prvních přihlášek, kterými jsou chráněna nová řešení (viz tab. 30). Přihlašovatelé nejvyššího počtu patentových přihlášek jsou vysoké školy, jejichž podíl na celkovém počtu prioritních přihlášek využívajících umělou inteligenci je více než třetinový. Další významnou skupinou přihlašovatelů tvoří subjekty z podnikatelského sektoru. Alespoň jednoho přihlašovatele z podnikového sektoru mělo více než 40 patentových přihlášek. Jak je patrné z mezinárodního srovnání v

²⁶ Údaje v databázi PATSTAT z podzimu 2017 jsou téměř úplné k roku 2015, údaje z roku 2016 jsou v databázi zachyceny pouze částečně a údajů z roku 2017 je značně omezený počet

kap. 7.3.2, počet patentových přihlášek využívajících prvky umělé inteligence podaných přihlašovatelem z ČR je ve srovnání s výzkumně a technologicky vyspělými zeměmi velmi nízký (viz tab. 34).

Tab. 30 Počet patentových přihlášek využívajících prvky umělé inteligence, které byly podány přihlašovatelem z ČR od roku 2005. Přihlášky jsou rozděleny podle sektoru přihlašovatele, přičemž jsou samostatně vyčleněny prioritní patentové přihlášky. Údaj ve sloupci „Počet“ udává počet přihlášek, které měly alespoň jednoho přihlašovatele z daného sektoru, údaj ve sloupci „Počet frakčně“ počet přihlášek se zohledněním počtu přihlašovatelů.

Typ přihlašovatele	Prioritní patentové přihlášky			Všechny patentové přihlášky		
	Počet	Počet frakčně	Podíl	Počet	Počet frakčně	Podíl
Vysoké školy	29	25,0	34,2%	48	33,5	25,0%
Ústavy AV ČR	3	3,0	4,1%	5	4,3	3,2%
Další výzkumné ústavy	2	1,5	2,1%	3	2,0	1,5%
Podniky	16	12,5	17,1%	41	31,3	23,4%
Ostatní	58	31,2	42,6%	122	62,7	46,9%
Celkem	99	73,2		190	133,8	

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b).

Přehled nejvýznamnějších přihlašovatelů patentových přihlášek podaných od roku 2005 je uveden v tab. 31. Nejvíce patentových přihlášek podalo v tomto období České vysoké učení technické v Praze. Z ostatních VŠ má poměrně vysoký počet přihlášek také Vysoké učení technické v Brně, Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Západočeská univerzita v Plzni a Masarykova univerzita v Brně. Z ústavů AV ČR má nejvíce patentových přihlášek Ústav informatiky AV ČR, v. v. i. Z podniků je nejaktivnějším přihlašovatelem společnost Witrins s.r.o. (viz tab. 31).

Počet patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci s alespoň jedním původcem z ČR je vyšší než počet přihlášek s alespoň jedním přihlašovatelem (viz tab. 32 a tab. 30). Značná část z přihlášek s původcem z ČR je však přihlašována zahraničními subjekty, a to především podniky se sídli v zahraničí. V případě všech patentových přihlášek (pravá část tabulky tab. 32) mají přibližně tři čtvrtiny přihlášek s původcem z ČR jako přihlašovatele alespoň jeden podnik se sídlem v zahraničí. Podíl zahraničních podniků, které jsou přihlašovatelem přihlášek s původcem z ČR, je mnohonásobně vyšší než podíl přihlášek přihlašovaných domácími podniky.

Znalosti v oblasti umělé inteligence, na jejichž vzniku se podíleli (výzkumní) pracovníci z ČR tak do značné míry „unikají“ do zahraničí. Největší část přihlášek v umělé inteligenci s původcem z ČR je přihlašována podniky z USA, Švýcarska, Japonska a Německa (viz tab. 33).

Tab. 31 Nejvýznamnější přihlašovatele patentů v umělé inteligenci z ČR (bez rozlišení sektoru). Údaj je součtem všech přihlášek podaných od roku 2005, kde byl daný subjekt jejich přihlašovatelem nebo spolupřihlašovatelem.

Subjekt	Počet patentových přihlášek
České vysoké učení technické v Praze	18
Vysoké učení technické v Brně	11
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava	9
Západočeská univerzita v Plzni	4
Witrins s.r.o.	4
Masarykova univerzita	4
Ústav informatiky AV ČR, v. v. i.	4
QED GROUP a.s.	3
Avast Software s.r.o.	3
INOMECH s.r.o.	3
ADCIS s.r.o.	2
AVG Technologies CZ, s.r.o.	2
OPROX, a.s.	2
SpeechTech, s.r.o.	2
ŠKODA AUTO a.s.	2
Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i.	2
ZOOM International s.r.o.	2

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b).

Tab. 32 Patentové přihlášky podané v období od roku 2005 využívající prvky umělé inteligence s alespoň jedním původcem z ČR – počet a podíl z těchto přihlášek, které mají alespoň jednoho přihlašovatele z ČR nebo ze zahraničí.

Přihlašovatel / původce	Prioritní patentové přihlášky		Všechny patentové přihlášky	
	Počet	Podíl	Počet	Podíl
Alespoň jeden původce z ČR	158		350	
Alespoň jeden přihlašovatel z ČR	99	63%	188	54%
Alespoň jeden přihlašovatel z ČR - podnik	16	10%	39	11%
Alespoň jeden přihlašovatel z ČR - VŠ nebo vládní sektor	34	22%	56	16%
Alespoň jeden přihlašovatel ze zahraničí	110	70%	262	75%
Alespoň jeden přihlašovatel ze zahraničí - podnik	106	67%	246	70%
Alespoň jeden přihlašovatel ze zahraničí - VŠ nebo vládní sektor	3	2%	11	3%

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b).

Tab. 33 Počty patentových přihlášek využívající umělou inteligenci s alespoň jedním původcem z ČR, které mají jako přihlašovatele zahraniční podnik z uvedené země (stanoveno frakčně). Údaje jsou součtem za období od roku 2005.

Země	Počet
USA	150,8
Švýcarsko	4,7
Japonsko	3,9
Německo	3,3
Ostatní země	16,5

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b).

7.3.2 Mezinárodní porovnání patentové aktivity

Jak je patrné z obrázku obr. 26, počet prioritních patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci dlouhodobě roste²⁷. Výrazný nárůst je patrný zejména v posledním desetiletí, kdy se mezi lety 2010 a 2015 jejich počet přibližně zdvojnásobil. Jelikož byl nárůst patentové aktivity v AI po roce 2010 výrazně vyšší než nárůst celkové patentové aktivity, podíl prioritních přihlášek v AI se v tomto období přibližně zdvojnásobil. V posledních letech bylo každoročně podáno přibližně 30 tisíc prioritních patentových přihlášek, které využívaly prvky umělé inteligence, což je zhruba 3 % z celkového počtu prioritních patentových přihlášek. Prudký nárůst patentové aktivity v AI svědčí o tom, že tato technologická oblast má i značný aplikační potenciál. Jak je patrné z obr. 27, mezi lety 2000 a 2015 také došlo k výraznému teritoriálnímu přesunu patentové aktivity v AI. V roce 2000 bylo nejvíce patentových přihlášek podáváno v Japonsku a v USA. V následujícím období výrazně rostl podíl patentových přihlášek podávaných u patentového úřadu v Čínské lidové republice (ČLR). Podíl přihlášek podaných u ostatních patentových úřadů se, s výjimkou patentového úřadu v Korejské republice, naopak snižoval. V roce 2015 již v patentové aktivitě v AI zcela dominovaly asijské země, kde bylo podáváno více než 80 % patentových přihlášek v AI, z toho přibližně polovina v ČLR. Jak je patrné z obr. 27, počet i podíl patentových přihlášek podaných u EPO je ve srovnání s ostatními patentovými úřady velmi nízký.

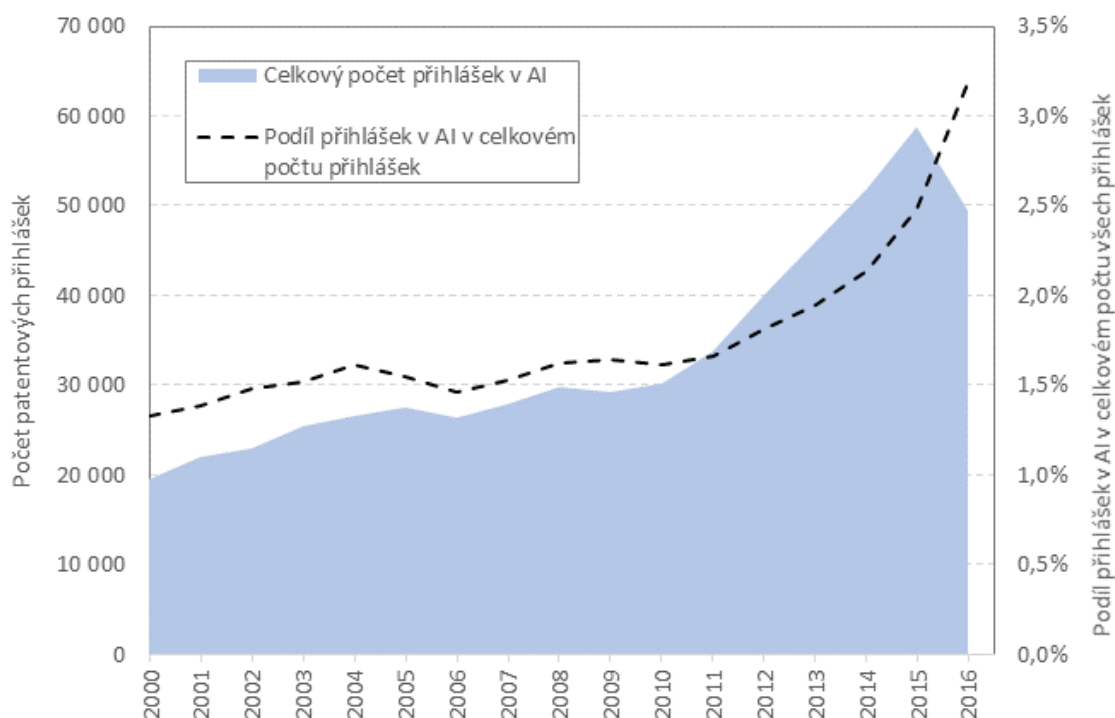
Struktura mezinárodních patentových přihlášek podaných mezi lety 2011 a 2015 podle Smlouvy o patentové spolupráci²⁸ (PCT) využívajících umělou inteligenci podle zemí jejich přihlašovatelů je uvedena na obr. 28. Jak je patrné z tohoto obrázku, více než třetina těchto patentových přihlášek má přihlašovatele z USA²⁹. Přibližně 15 % patentových přihlášek má přihlašovatele z Japonska a přibližně 10 % přihlašovatele z ČLR. Z členských států je nejvíce patentových přihlášek vlastněno subjektem (podnikem, VŠ a další institucí, fyzickou osobou) z Německa (přibližně 6 % patentových přihlášek podle PCT), Spojeného království (3 %) a Finska (přibližně 1 %).

²⁷ Pokles v roce 2016 je způsoben tím, že údaje v databázi PATSTAT nejsou pro tento rok ještě úplné

²⁸ Důvodem pro omezení analýzy na patentové přihlášky podle Smlouvy o patentové spolupráci (PCT) je skutečnost, že u většiny patentových přihlášek podaných u asijských patentových úřadů (například v Japonsku či Korejské republice) není v databázi PATSTAT uvedena informace o zemi přihlašovatelů,

²⁹ Údaj je stanoven frakční metodou, viz metodická část (kap. 4).

Obr. 26 Vývoj počtu prioritních patentových přihlášek (tj. prvních přihlášek nových řešení) využívajících umělou inteligenci podaných v letech 2000 – 2015 u libovolného patentového úřadu ve světě. Čárkovanou čarou je znázorněn podíl přihlášek využívajících umělou inteligenci v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek. Přihlášky využívající prvky umělé inteligence byly identifikovány s využitím klíčových slov a oborů v Mezinárodním patentovém třídění (IPC).

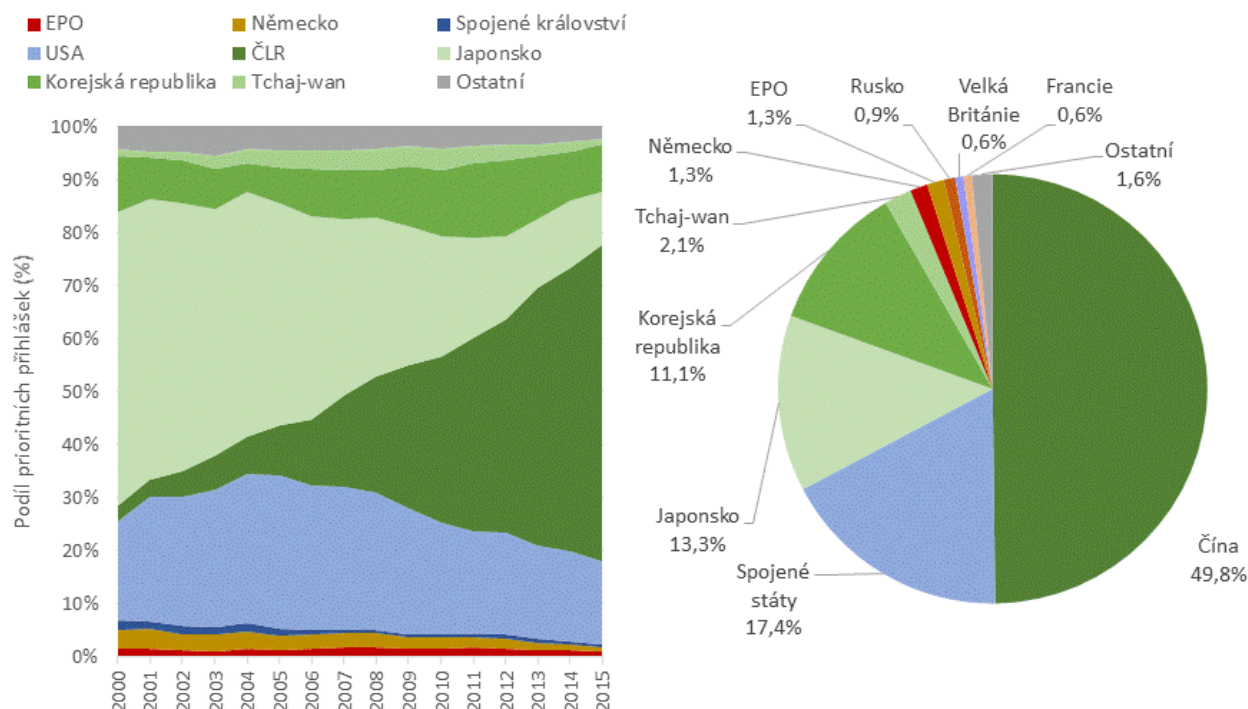


Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b)

Detailnější porovnání počtu patentových přihlášek podaných v letech 2011 – 2015 podle smlouvy o patentové spolupráci ve vzorku vybraných zemí se zohledněním velikosti výzkumných systémů je uvedeno v tab. 34. ČR je v počtu patentových přihlášek v AI vztažených na počet výzkumných pracovníků (v přepočtu na plný pracovní úvazek, FTE) hluboko pod údajem pro průměrem členských států EU. Ve srovnání s výzkumně a technologicky vyspělými zeměmi, jako je například Německo, Finsko, Spojené království, USA, Izrael či Japonsko, je v ČR podáváno zhruba čtyřicetkrát až šedesátkrát méně patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci (vztaženo na počet výzkumných pracovníků v ČR).

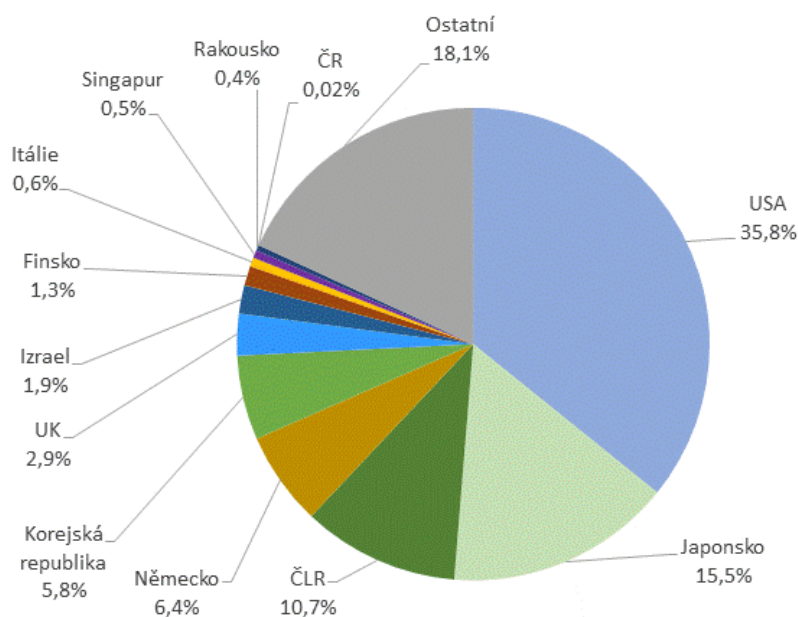
Jak je patrné z tab. 34, také zastoupení patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci v celkovém počtu mezinárodních patentových přihlášek podle Smlouvy o patentové spolupráci (PCT) je v ČR ve srovnání s průměrem členských států EU přibližně třetinové. V tabulce je také zřetelně vidět, že některé země se na oblast umělé inteligence více „specializují“ než země jiné. Nejvyšší zastoupení patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci je v Izraeli (téměř 5 % z celkového počtu PCT přihlášek), a dále i ve Finsku (přibližně 3 %), Singapuru (necelá 3 %), USA a Spojeném království (v obou zemích patentové přihlášky využívající AI tvoří přibližně 2 % až 2,5 % celkového počtu patentových přihlášek podle PCT). V ČR je ve srovnání s Izraelem zastoupení patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci přibližně desetinové (0,5 % vs. 4,6 %, viz tab. 34).

Obr. 27 Vývoj počtu prioritních patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci podle patentových úřadů, u kterých byly podány – časový vývoj v letech 2000 - 2015 (vlevo) a součet za období 2011 - 2015 (vpravo).



Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b)

Obr. 28 Rozdělení počtu mezinárodních patentových přihlášek podaných v období 2011 – 2015 podle Smlouvy o patentové spolupráci (PCT) podle zemí jejich přihlašovatelů (frakčně).



Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b)

Tab. 34 Počet patentových přihlášek podaných v letech 2011 – 2015 podle Smlouvy o patentové spolupráci (PCT) podle zemí přihlašovatelů – celkový počet přihlášek, počet přihlášek vztážený na tisíc výzkumných pracovníků a jejich zastoupení v celkovém počtu patentových přihlášek podle PCT (počty přihlášek jsou stanoveny frakčně).

Země	Celkový počet přihlášek v AI	Počet přihlášek v AI na 1000 výzkumníků	Podíl přihlášek v AI v celkovém počtu PCT přihlášek
EU-28	4 067,0	2,35	1,62%
EU-15	3 992,5	2,63	1,63%
V4	37,3	0,25	1,04%
ČR	4,4	0,13	0,48%
Německo	1 245,8	3,49	1,39%
Rakousko	75,1	1,85	1,11%
Finsko	258,8	6,62	2,94%
UK	553,8	2,07	2,09%
Itálie	118,8	1,03	0,80%
USA	6 931,3	5,29	2,58%
Izrael	373,7	5,88	4,55%
Japonsko	2 998,4	4,53	1,49%
Korejská republika	1 116,5	3,43	1,89%
ČLR	2 075,5	1,41	1,88%
Singapur	101,6	2,89	2,79%
Tchaj-wan	0,0		

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b)

Vzhledem k tomu, že počet patentových přihlášek podle PCT je v ČR v mezinárodním srovnání velmi nízký, je v tab. 35 porovnán počet prioritních patentových chránících řešení využívající umělou inteligenci, které byly podány ve vybraných členských státech EU. V přepočtu na počet výzkumných pracovníků již není zaostávání ČR za ostatními zeměmi tak výrazné jako v předcházejícím případě. V letech 2011 - 2015 měla ČR přibližně 1,2 přihlášky na tisíc výzkumných pracovníků (podle země přihlašovatele, stanoveno frakčně), což je přibližně třetinová hodnota oproti údaji pro průměr členských států EU. V Německu a Finsku však vzniká přibližně šestkrát více patentových přihlášek. Také v zastoupení patentových přihlášek využívajících umělou inteligenci v prioritních patentových přihláškách se ČR přiblížila průměru zemí EU-28.

Jak je patrné z tab. 35, v ČR je v mezinárodním srovnání velmi nízký podíl patentových přihlášek v umělé inteligenci přihlašován (tedy vlastněn) podniky. Zatímco v průměru EU-28 jsou podniky přihlašovatelé přibližně tři čtvrtin patentových přihlášek, v ČR je podniky přihlašováno pouze necelých 20 % přihlášek. V ČR mezi přihlašovatelé patentových přihlášek dominují výzkumné organizace, které byly v letech 2011 až 2015 přihlašovatelé téměř poloviny patentových přihlášek v umělé inteligenci (v EU-15 jsou VO přihlašovatelé necelých 10 % patentových přihlášek v umělé inteligenci.). Podobná situace je však i v jiných zemích Visegrádské čtyřky.

Vysoké zastoupení VO mezi přihlašovatelé je v ČR i v jiných technologických oblastech. V letech 2010 – 2014 byly VO přihlašovatelé téměř 30 % všech patentových přihlášek podaných subjekty (včetně fyzických osob) [30]. V mezinárodním srovnání velmi vysoký podíl VO mezi přihlašovatelé souvisí se zavedením metodiky hodnocení VO podle výsledků VaV („kafemlejnek“). Tato metodika stimulovala VO k tvorbě vysokého počtu

výsledků, včetně patentů, za které VO získávaly body a následně i institucionální podporu [31]. Poněkud vyšší zastoupení VO mezi patentovými přihláškami využívajícími umělou inteligenci (48 % z celkového počtu patentových přihlášek v umělé inteligenci) svědčí o tom, že VO ve VaV v této technologické oblasti dominují více než v jiných oblastech, i o tom, že mezi podniky působícími v oblasti umělé inteligence je zatím zřejmě poněkud omezený počet domácích podniků, které jsou schopny realizovat náročnější VaV, jehož výsledky by mohly nalézt uplatnění v nových produktech s vysokým tržním potenciálem (viz též [30]).

Tab. 35 Porovnání počtu prioritních patentových přihlášek podaných v letech 2011 - 2015 u libovolného patentového úřadu podle zemí přihlašovatelů (frakčně) a typu subjektu (pouze členské státy EU).

Země	Celkový počet přihlášek v AI	Počet přihlášek v AI na 1000 výkumníků	Podíl přihlášek v AI v celkovém počtu přihlášek	Podíl přihlášek v AI vlastněných domácími podniky	Podíl přihlášek vlastněných VŠ nebo vládními institucemi
EU-28	5967,2	3,45	1,39%	71%	9%
EU-15	5558,5	3,66	1,42%	75%	7%
V4	257,7	1,76	0,94%	22%	36%
ČR	42,6	1,24	1,05%	19%	48%
Německo	2272,7	6,36	1,10%	82%	5%
Rakousko	101,4	2,49	0,90%	69%	17%
Finsko	305,4	7,81	2,75%	80%	1%
Spojené království	761,4	2,85	2,80%	74%	3%
Itálie	67,2	0,58	1,33%	63%	6%

Zdroj: EPO Worldwide Patent Statistical Database – podzim 2017 (PATSTAT 2017b)

7.4 Shrnutí, silné a slabé stránky ČR

Shrnutí

Ve výsledcích projektů podpořených v programech účelové podpory bylo vytvořeno přibližně šest tisíc publikačních výsledků a téměř pět set aplikačních výsledků. V publikačních výsledcích převažují články v konferenčních sbornících, počty publikací v mezinárodních periodikách jsou výrazně nižší. V aplikačních výsledcích převládá software a technicky realizované výsledky, což souvisí s charakterem VaV v oblasti AI.

Počet publikací zaměřených na AI v ČR výrazně roste a od roku 2005 do současnosti se roční publikační výstup v AI přibližně ztrojnásobil, což svědčí o tom, že v ČR výrazně roste i intenzita VaV v tomto oboru. Počet publikací v AI roste přibližně stejně jako celkový publikační výstup ČR. V některých cizích zemích, jako je například USA, Japonsko a některé členské státy EU, počet publikací v AI roste rychleji než celkový publikační výstup země, a výzkum se tedy v těchto zemích stále více soustředí na oblast AI.

Kvalita publikací zaměřených na problematiku AI je ve světovém srovnání nadprůměrná a je i podstatně lepší, než je celková kvalita publikací v ČR. Srovnání s výzkumně intenzivními zeměmi (například USA, Singapur, Izrael) s průměrem EU-15 však ukazuje, že ČR za světovou špičkou stále poněkud zaostává.

Podíl publikací zaměřených na AI vytvořených v spolupráci se zahraničními pracovišti je nižší, než je zastoupení publikací vytvořených v mezinárodní spolupráci v celkovém publikačním výstupu ČR. Počet i podíl publikací v AI s mezinárodní účastí však trvale roste a přibližuje se průměru v ČR. Relativně nízká je spolupráce se SRN, kde působí několik významných pracovišť zabývajících se problematikou AI.

Podíl publikací vytvořených ve spolupráci VO a podniků je v ČR mezinárodním srovnání nízký. Stejná je situace v publikacích zaměřených na problematiku AI, kde je pouze 1 % z nich vytvořeno ve spolupráci VO se subjekty z průmyslu. Vzhledem k velkému aplikačnímu potenciálu AI (ve srovnání s jinými obory) by bylo možné očekávat míru spolupráce s průmyslem daleko vyšší.

ČR patří mezi země s nízkou patentovou aktivitou a oblast AI není výjimkou. Počet patentových přihlášek chránících řešení využívající AI je se zohledněním velikosti země v mezinárodním srovnání velmi nízký. Přihlašovatelé patentů jsou zejména VŠ, čímž se ČR výrazně liší od zahraničních zemí. Také se ukazuje, že značné procento patentových přihlášek, na jejichž vzniku se jako původci podíleli pracovníci z ČR, je vlastněno podniky se sídlem v zahraničí, zejména v USA. Znalosti v oblasti AI, na jejichž vzniku se podíleli (výzkumní) pracovníci z ČR, tak do značné míry „unikají“ do zahraničí.

Silné stránky	Slabé stránky
- V projektech VaV financovaných z veřejných zdrojů vzniká vysoký počet výsledků VaV, a to zejména publikací - Počet publikací zaměřených na AI v ČR výrazně roste, což svědčí o vzrůstající intenzitě VaV v této oblasti - V domácím srovnání nadprůměrná kvalita vědeckých publikací zaměřených na problematiku AI, a tedy i realizovaného VaV - Vědecké publikace (tj. převážně výsledky základního výzkumu) jsou kvalitní i v mezinárodním srovnání - Publikace v AI mají systematicky o několik procentních bodů vyšší zastoupení v horním decilu citovanosti ve srovnání s celkovým národním publikačním výstupem. To svědčí o tom, že v ČR v oblasti AI existují špičková pracoviště, kde vznikají výsledky, které vzbuzují mezinárodní ohlas - Vysoký podíl patentových přihlášek chránících řešení využívající AI vlastněných VO (zejména VŠ), což vytváří potenciál pro realizaci programů VaV podporujících spolupráci VO s aplikační sférou a využívání vytvořených znalostí v aplikacích.	- V projektech podpořených z účelové podpory bylo vytvořeno poměrně méně aplikačních výsledků ve srovnání s publikačními výsledky - Výzkum v oblasti AI je poněkud uzavřen mezinárodní spolupráci, o čemž svědčí v národním srovnání nižší zastoupení publikací vytvořených v mezinárodní spolupráci - Relativně nízká výzkumná spolupráce (podle počtu publikací vytvořených v mezinárodní spolupráci) s evropskými zeměmi, které hrají významnou roli ve VaV v oblasti AI (Německo) - I když je kvalita publikací zaměřených na AI v národním srovnání velmi vysoká, stále poněkud zaostává za světovou špičkou - Současný aplikovaný VaV se spíše orientuje na jiné oblasti, než je AI, o čemž svědčí v mezinárodním srovnání nízký počet patentových přihlášek chránících nová řešení využívající AI - V mezinárodním srovnání nízká patentová aktivita domácích podniků - Na univerzitách existuje velké množství patentů, které nejsou uplatněny v praxi - Výsledky VaV domácích výzkumných pracovníků do jisté míry unikají do zahraničí, VaV v AI je realizován v zahraničních společnostech
Příležitosti	

- Vyšší otevření výzkumného systému ČR mezinárodní spolupráci, které přispěje k rozvoji vazeb domácích výzkumných pracovišť se špičkovými zahraničními pracovišti a ke zvýšení kvality a prestiže domácího VaV v oblasti AI. Vytvoření programů, kterými bude cíleně podporován VaV zaměřený na AI, a to zejména aplikovaný VaV, jehož výsledky budou využívány v konkrétních aplikacích.
- Vytvoření programu, který bude stimulovat realizaci náročného VaV, včetně VaV realizovaného ve spolupráci podniků s VO, jehož výsledky najdou uplatnění v disruptivních inovacích a napomohou podnikům k získání trhů v zahraničí.

8 Současný stav rozvoje AI v ČR

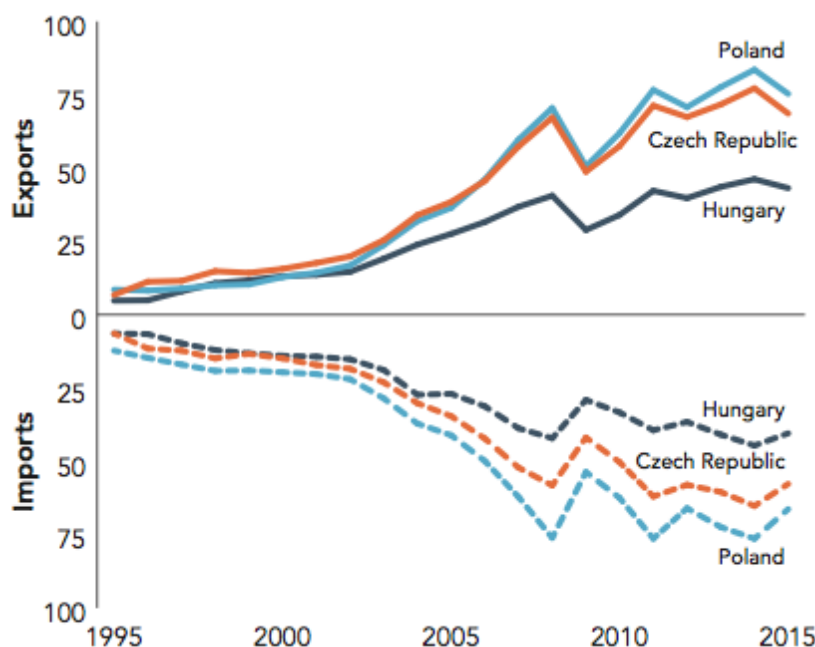
8.1 Postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích (GVC)

Postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích (Global Value Chains , GVC) významně ovlivňuje možnosti a charakter zavádění AI v ČR a také spolupráci s výzkumnými organizacemi a rozvoj startup scény. Lze prohlásit, že ČR nemá dobré výchozí podmínky. Většina firem je na konci hodnotových řetězců, ovládaná zahraničními matkami. Lze tedy předpokládat, že i kontrolu nad zaváděním inovací a jejich schvalováním budou mít zahraniční matky. Pro české výzkumné organizace a firmy dodávající AI řešení to znamená nutnost silné orientace na zahraničí, kam mohou tato řešení dodávat. Jak také vyplývá ze statistik veřejně podporovaných VaV projektů, české firmy jsou objemově menší a zavádění AI systémů nemají zatím jako prioritu. Tyto skutečnosti uvádíme v této kapitole v číslech. Dále je uvedeno postavení ČR v žebříčcích konkurenceschopnosti.

Podchycení nových trhů s AI technologiemi a to prostřednictvím nových malých a středních podniků je pro ekonomiku ČR klíčové a může zásadním způsobem zlepšit konkurenceschopnost ČR, která v současné době není dostatečná.

Země Visegrádské čtyřky (V4) jsou v rámci EU největšími hráči v oblasti vnitroregionálního obchodu v rámci dodávek do výrobních vstupů, viz [32]. Jinými slovy, země V4 jsou nejaktivnějším zdrojem výměny zboží, ale ne v rámci dodávek finálních produktů, ale v rámci výroby. Německo je nejsilnějším partnerem zemí V4, z celkového importu do Německa tvoří export zemí V4 okolo 60 %. Vývoj od roku 1995 je znázorněn na následujícím grafu.

Obr. 29 Vývoj exportu a importu v ČR, Polsku a Maďarsku v letech 1995-2015 s ostatními zeměmi EU.



Zdroj: Světové ekonomické fórum 2017, shrnuto v [33]

Podíl exportu ČR do Německa je mezi 32 % a 36 %, většinou v oblastech středně rozvinutých technologií, jako je chemický průmysl (bez farmaceutického), stroje a vybavení a automobilový průmysl. Nejde tedy zatím primárně o AI technologie. To znamená, že i zavádění AI technologií do firem ovládaných z Německa bude prováděno pomocí technologických firem mimo ČR.

ČR je tedy v rámci GVC silně orientována na Německo, což se za poslední období nezměnilo. Oproti tomu se rapidně změnila orientace v GVC ve světě, viz [32]. Dramatická změna nastala mezi lety 2000 a 2011, kdy došlo k významnému posílení role Číny. Hlavními uzly jsou tedy Německo, Čína a USA, detailní uspořádání a vazby viz [32].

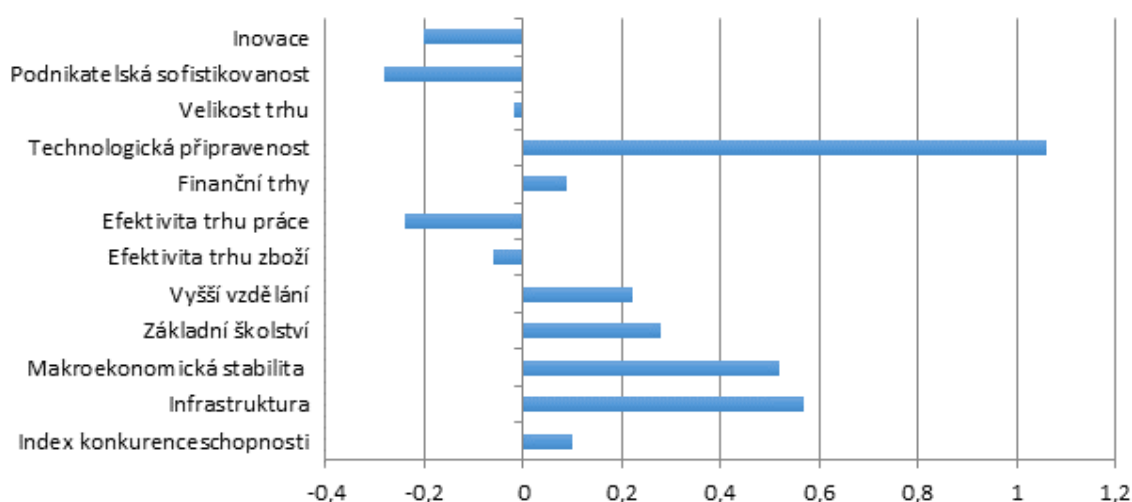
Světové ekonomické fórum (WEF) vydává od roku 1979 zprávu (Global Competitiveness Report; GCR), ve které porovnává makroekonomickou konkurenceschopnost států na základě multikriteriálního indexu, zpracovaného na základě vlastní metodiky [33]. Česká republika je zahrnuta mezi ekonomiky tažené inovacemi, tedy do skupiny pomyslně nejvyspělejších ekonomik. Není však nutně pravidlem, že všechny inovacemi tažené ekonomiky lze označit za nejkonkurenceschopnější.

Zahraniční obchod ČR je z více než ze šedesáti procent tvořen zapojením právě do GVC, přičemž v sektorech, jako je elektronika či dopravní zařízení, dosahují hodnoty až téměř 90 procent. Tyto výsledky naznačují, že přidaná hodnota se realizuje v té části hodnotového řetězce, kde jsou marže nejnížší, tedy zejména v montáži zařízení.

Absolutní hodnota indexu konkurenceschopnosti pro ČR dle WEF je 4,72 (maximální hodnota je 7, vedoucí Švýcarsko má 5,81). Dle metodiky WEF je tak ČR 33. nejkonkurenceschopnější ekonomikou EU. Nejlepšího umístění v mezinárodním srovnání dosáhla Česká republika v pilířích makroekonomické prostředí (19. místo na světě), základní školství (25. místo), vyšší vzdělání (27. místo) a finanční trhy (27. místo). Relativně nejslabší je naopak ČR v kategoriích instituce (54. místo), velikost trhu (46. místo) a efektivita trhu práce (44. místo) [33].

Z hlediska technologického rozvoje a schopnosti implementovat AI technologie je zásadní pilíř technologické připravenosti, který se kontinuálně zlepšuje (viz obr. 30). Z pohledu schopnosti konkurence na zahraničních trzích je důležitý index konkurenceschopnosti, který se sice zlepšuje, ale stále dosahuje nízkých hodnot. Špatná je ovšem situace v oblasti inovací, která naznačuje, že firmy působící v ČR zatím nejsou strategicky orientovány na inovace, což při nástupu AI bude jedna z hlavních podmínek rozvoje digitální společnosti, včetně soukromé sféry. Tomu ani nepřispívá velikost trhu, který je samozřejmě vzhledem k možnostem ČR malý. Pozice v oblasti základního školství je lepší než v oblasti vyššího vzdělání, ale stále není uspokojivá. Pokud situaci shrneme, pak ČR je vzhledem k ostatním zemím celkem dobře připravena po stránce technologií, ale v ostatních oblastech a zejména v oblasti inovací, tedy zavádění technologií do praxe, stále zaostává.

Obr. 30 Změna hodnoty jednotlivých pilířů ČR mezi lety 2008-2009 a 2016-2017



Zdroj: Světové ekonomické fórum 2017, shrnuto v [33]

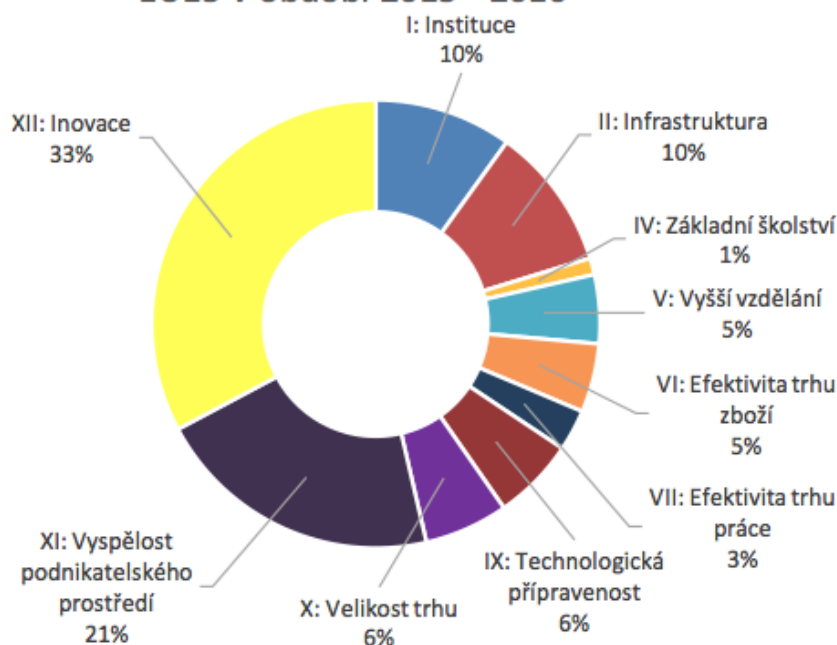
Největší vliv na zlepšení konkurenceschopnosti ČR v dlouhodobém období měl pilíř technologická připravenost, následovaný infrastrukturou a makroekonomickým prostředím. Technologická připravenost zahrnuje subpilíře, zkoumající např. dostupnost moderních technologií, přímé zahraniční investice a transfer technologií do domácí ekonomiky nebo kvalitu a dostupnost internetu, jak se uvádí v [33].

V dlouhodobém horizontu ČR nejvíce ztrácí v inovacích a vyspělosti podnikatelského prostředí. Tyto pilíře však mají pro ČR, jakožto zemi zařazenou do kategorie nejvyspělejších ekonomik tažených inovacemi, nejvyšší váhu. Nejvýznamnějšími subpilíři vysvětlujícími zhoršení kvality podnikatelského prostředí české ekonomiky jsou šíře hodnotového řetězce, kvalita místních dodavatelů a množství místních dodavatelů. Relevantním vysvětlením nemusí být pouze zhoršení kvality místních dodavatelů v absolutní rovině, ale také fakt, že se kvalita zahraničních lokálních dodavatelů zlepšila více, než kvalita dodavatelů českých, jak se uvádí v [33].

U pilíře inovace vykazuje dominantní vliv na zhoršení dostupnost vědců a inženýrů, následovaná vládními nákupy hi-tech produktů a spoluprací průmyslu a univerzit na výzkumu a vývoji. Nedostatek vědců a inženýrů identifikuje jako slabinu české ekonomiky již loňská zpráva o globální konkurenceschopnosti, podle letošní zprávy se problém nedostatku kvalifikované pracovní síly dále prohlubuje.

Obr. 31 Negativní vliv jednotlivých pilířů na rozdíl skóre ČR

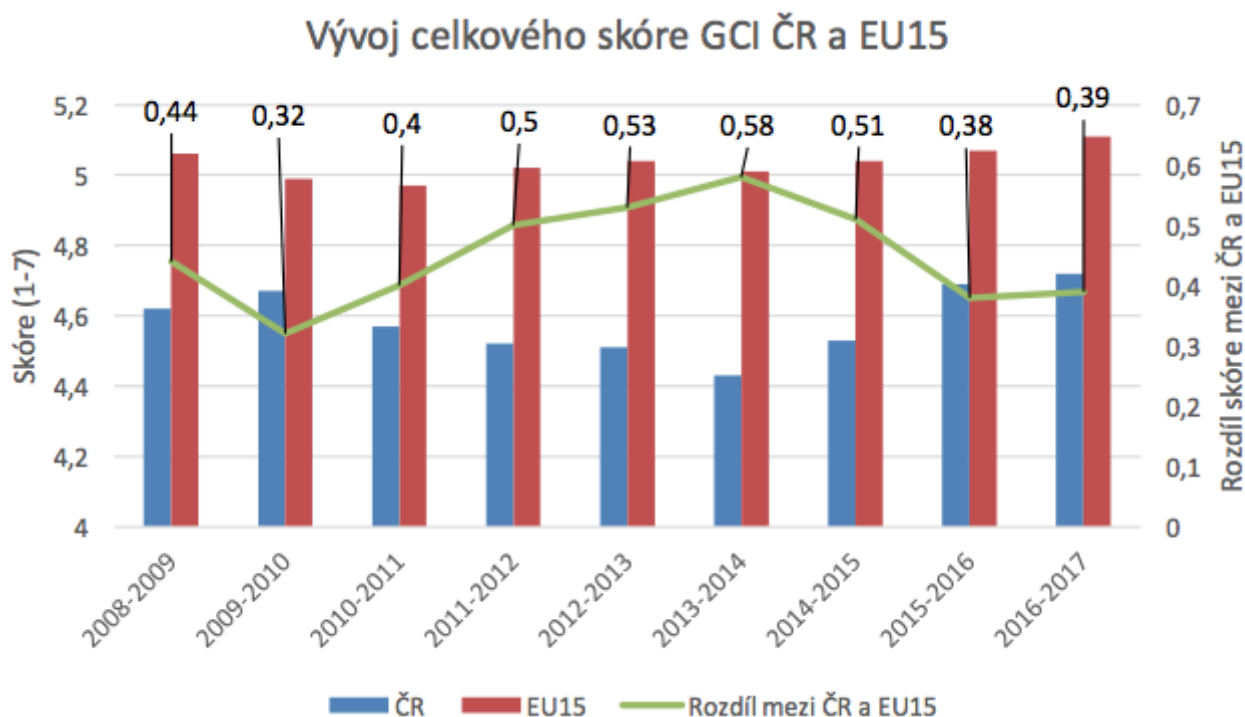
Negativní vliv jednotlivých pilířů na rozdíl skóre mezi ČR a EU15 v období 2015 - 2016



Zdroj: Světové ekonomické fórum 2017, shrnuto v [33]

ČR dlouhodobě zaostává za nejvyspělejšími ekonomikami v oblasti konkurenční výhody. Podstata toho, čím české podniky soutěží se zahraniční konkurencí, se nalézají přesně mezi levnou pracovní silou a unikátními produkty a procesy. Jako další slabá stránka je identifikována šíře hodnotového řetězce nebo míra rozvoje klastrů. Významného pozitivního posunu ČR dosáhla v oblasti kontroly mezinárodní distribuce, kde sice stále zaostává, ztráta za průměrem zemí EU-15 se nicméně ve srovnání s uplynulým rokem citelně snížila.

Obr. 32 Vývoj celkového skóre globální konkurenceschopnosti ČR a EU15



Zdroj: Světové ekonomické fórum 2017, shrnuto v [33]

V souvislosti s AI mluvíme většinou o automatizaci procesů. Některé případy použití jsou ve formě podpůrných nástrojů pro profesní a technické činnosti, ty jsou v dalších částech ve statistikách odděleny. Pokud tedy mluvíme o automatizaci, myslíme tím automatizaci pomocí metod AI.

V následujících částech je popsán dopad automatizace do průmyslových oborů v ČR a porovnání s realizovaným základním a aplikovaným výzkumem. Zkoumali jsme zejména, nakolik se shoduje realizovaný výzkum s oborovými oblastmi, které budou nejvíce dotčeny aplikací metod AI. Zjišťovali jsme, zda existují obory, které nejsou výzkumem dostatečně pokryty, i když se zde očekává vysoká míra automatizace a dopad na společnost a ekonomiku.

Při uvádění dopadů rozlišujeme dopad na míru automatizace dle odvětví a odděleně zaměstnanost dle oborů a riziko dopadu automatizace. U některých oborů nemusí automatizace vést k dopadu na zaměstnanost, dopad je na například na kvalitu, bezpečnost, objem produkce. Následně jsme tento stav v ČR zasadili do mezinárodního kontextu.

8.2 Pozice VaV v ČR z pohledu očekávaných dopadů AI na průmyslová odvětví

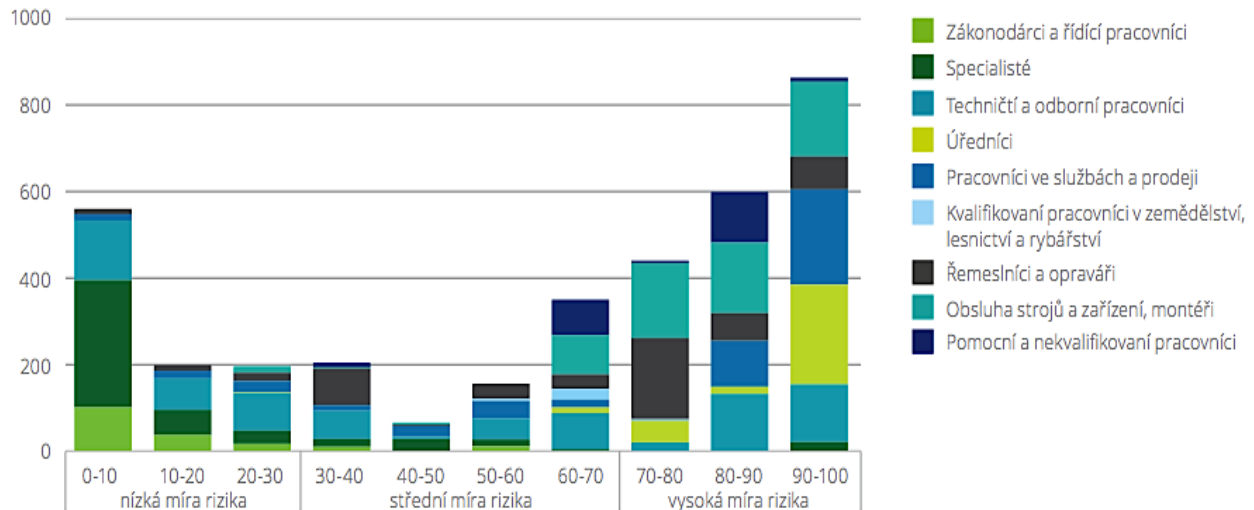
Pro srovnání dopadů automatizace na ČR (viz obr. 33 a obr. 34) jsme vycházeli z údajů zpracovaných společností Deloitte [28]. Studie Deloitte vychází z informací o zaměstnanosti přepočtené na počet zaměstnanců s plným úvazkem a propojuje je s pravděpodobností automatizace.

Na následujícím grafu (obr. 33) jsou znázorněny velikosti zaměstnanosti zasazené do intervalů pravděpodobnosti automatizace. Z grafu vyplývá, že nejvíce ovlivnění dopadem automatizace a AI v ČR budou **úředníci, pracovníci ve službách a prodeji, techničtí a odborní pracovníci, obsluha strojů a zařízení a montéři**.

Dopady se však netýkají pouze méně kvalifikovaných pracovních míst, neboť AI lze nasadit i na úkony spojené s kvalifikovanou a vysoce kvalifikovanou prací (lékařská diagnostika). **Dopad je do všech**

kvalifikačních oblastí, což je zásadní rozdíl oproti dopadu automatizace výroby a robotizace, která postihuje zejména méně kvalifikované zaměstnance.

Obr. 33 Velikost zaměstnanosti (tis. osob) v intervalech pravděpodobnosti automatizace (%)



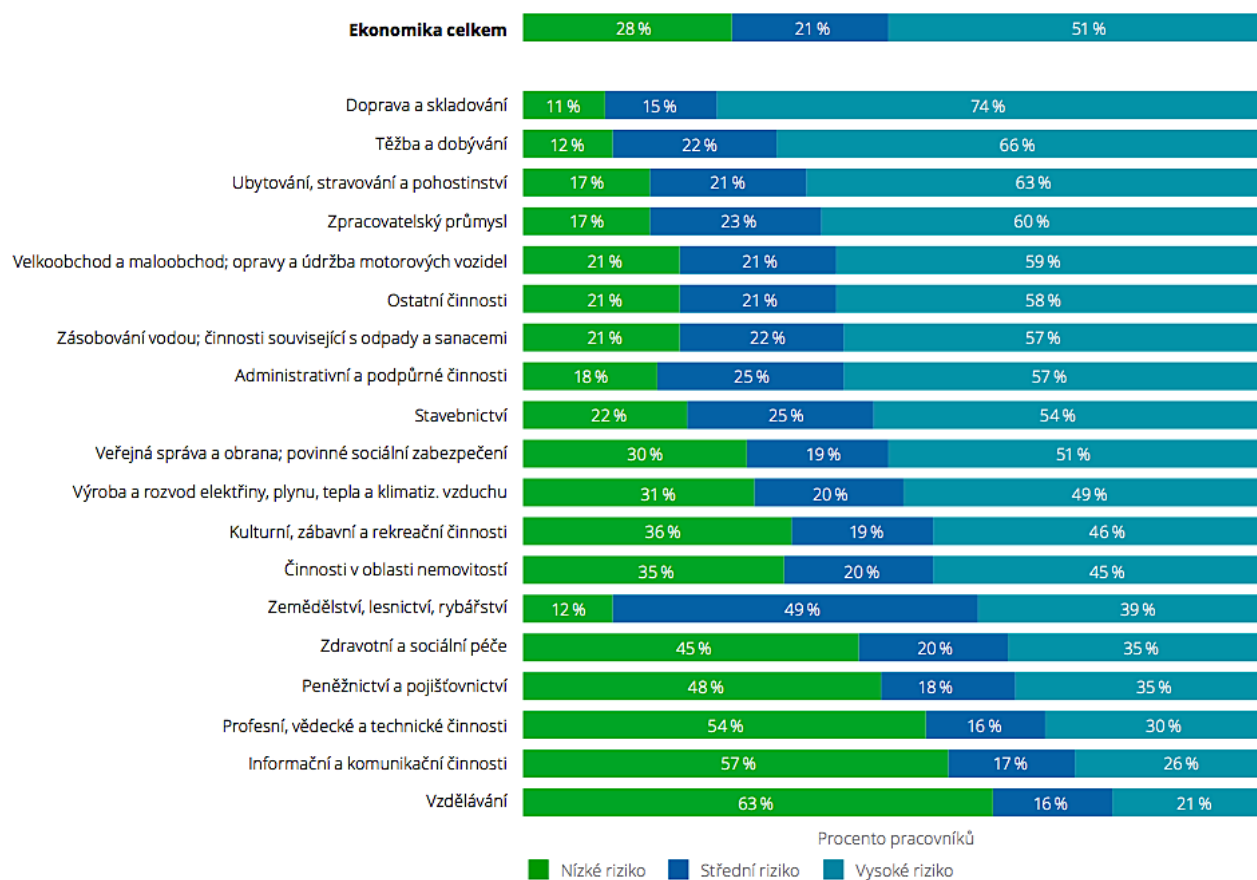
Zdroj: Deloitte [28]

Na obr. 34 jsou znázorněny dopady na průmyslová odvětví v ČR (jedná se o zpracování údajů z Eurostatu, viz Deloitte [28]). Výchozím je složení zaměstnanosti v rámci jednotlivých odvětví v členění NACE, doplněné s odhadem podílu pracovníků s různými mírami rizika automatizace. Jak je patrné z tohoto obrázku, v celé ekonomice je 51 % pracovních míst vystaveno vysoké míře dopadu automatizace, 21 % střední a 28 % nízké.

Data odpovídají očekávání, a to i v porovnání s celosvětovým měřítkem. Odvětvími s největším dopadem jsou **doprava a logistika, těžba a dobývání, hotelové a restaurační služby, zpracovatelský průmysl a obchod**. Mezi tyto oblasti lze zařadit také **zemědělství**, kde je velký potenciál napříč celým oborem pro další využití AI, a tedy automatizaci v tzv. smart farmingu a precizním zemědělství.

Naopak odvětvími s nejmenším dopadem jsou **vzdělávání (vyjma automatizovaných kurzů na dálku), IT činnosti, zdravotnictví (vyjma diagnostiky) a profesní, vědecké a technické činnosti**. Peněžnictví a pojišťovnictví se statisticky také umístilo mezi nejméně ovlivněné, netýká se to ale celého oboru, některé části finančnictví budou zasaženy extrémně, jako je bankovníctví, obchodování na finančních trzích a nastavování finančních služeb.

Obr. 34 Riziko automatizace podle odvětví.



Zdroj: Deloitte [28].

Dle metodiky uvedené v kap. 4 byly zpracovány informace o výzkumných projektech řešených v rozmezí let 2012 a 2017 (viz kap. 5.1), které byly přiřazeny k oborům tak, aby byly údaje srovnatelné s informacemi o míře dopadu automatizace na obory v ČR dle porovnání provedeného Deloitte. Výsledky jsou uvedeny v tab. 36 (obory jsou seřazeny sestupně podle počtu projektů, které těmto oborům podařilo přiřadit) a tab. 37 (obory jsou seřazeny sestupně podle celkových nákladů).

Z údajů vyplývá, že třetina projektů je čistě výzkumného charakteru a jejich dopad nelze přiřadit žádné průmyslové aplikační oblasti. Vzhledem k objemu prostředků jde o polovinu všech prostředků věnovaných na projekty pracující s výzkumem v AI.

Z projektů, které lze přiřadit ke konkrétní aplikační oblasti, nejvíce projektů je zaměřeno na **profesní, vědecké a technické činnosti**, kde se většinou jedná o využití metod AI jako podpůrného nástroje pro vyřešení úlohy v některém z technických oborů (nejedná se o přímý dopad na automatizaci lidské činnosti). Dále v pořadí je **zpracovatelský průmysl, peněžnictví a pojišťovnictví a zdravotnictví a sociální péče**. Až na zpracovatelský průmysl se tedy jedná o obory, které mají nejnižší míru rizika dopadu AI do ekonomiky. U zdravotnictví se implementace AI týká zejména zkvalitnění péče.

Nejméně projektů je v oblasti **administrativní a podpůrné činnosti, těžby a dobývání, obchodu**, což jsou naopak obory s největší mírou rizika dopadu AI. **Doprava, skladování a logistika** jsou na průměrných hodnotách co do počtu, ale z hlediska objemu čerpaných projektů se jedná společně se **zpracovatelským průmyslem** o největší objemy.



Tab. 36 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 podle oborového třídění NACE. Seřazeno sestupně podle počtu projektů.

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
Výzkum bez aplikační oblasti	56	34,8%	1 249 910	57,6%	785 603	52,7%
Výzkum s aplikační oblastí	105	65,2%	921 118	42,4%	704 299	47,3%
<i>Z toho</i>						
Profesní, vědecké a technické činnosti	18	17,1%	87 306	9,5%	84 896	12,1%
Zpracovatelský průmysl	15	14,3%	128 817	14,0%	90 724	12,9%
Peněžnictví a pojišťovnictví	11	10,5%	51 507	5,6%	41 635	5,9%
Zdravotní a sociální péče	10	9,5%	76 797	8,3%	54 655	7,8%
Doprava a skladování	8	7,6%	114 019	12,4%	73 184	10,4%
Informační a komunikační činnosti	8	7,6%	104 516	11,3%	89 787	12,7%
Průřezové	6	5,7%	40 751	4,4%	31 385	4,5%
Zemědělství, lesnictví, rybářství	6	5,7%	66 343	7,2%	44 132	6,3%
Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	4	3,8%	52 554	5,7%	45 973	6,5%
Ostatní činnosti	4	3,8%	62 966	6,8%	53 321	7,6%
Veřejná správa a obrana; povinné sociální zabezp	4	3,8%	17 787	1,9%	16 899	2,4%
Administrativní a podpůrné činnosti	2	1,9%	34 443	3,7%	22 200	3,2%
Stavebnictví	2	1,9%	8 922	1,0%	8 922	1,3%
Velkoobchod a maloobchod; opravy a údržba mot	2	1,9%	23 440	2,5%	11 569	1,6%
Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klim. vzd	2	1,9%	19 226	2,1%	9 258	1,3%
Vzdělávání	2	1,9%	19 582	2,1%	18 478	2,6%
Těžba a dobývání	1	1,0%	12 142	1,3%	7 281	1,0%

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

Tab. 37 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 podle oborového třídění NACE. Seřazeno sestupně podle celkových nákladů. Zdroj: viz metodika kap. 4

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
Výzkum bez aplikační oblasti	56	34,8%	1 249 910	57,6%	785 603	52,7%
Výzkum s aplikační oblastí	105	65,2%	921 118	42,4%	704 299	47,3%
<i>Z toho</i>						
Zpracovatelský průmysl	15	14,3%	128 817	14,0%	90 724	12,9%
Doprava a skladování	8	7,6%	114 019	12,4%	73 184	10,4%
Informační a komunikační činnosti	8	7,6%	104 516	11,3%	89 787	12,7%
Profesní, vědecké a technické činnosti	18	17,1%	87 306	9,5%	84 896	12,1%
Zdravotní a sociální péče	10	9,5%	76 797	8,3%	54 655	7,8%
Zemědělství, lesnictví, rybářství	6	5,7%	66 343	7,2%	44 132	6,3%
Ostatní činnosti	4	3,8%	62 966	6,8%	53 321	7,6%
Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	4	3,8%	52 554	5,7%	45 973	6,5%
Peněžnictví a pojišťovnictví	11	10,5%	51 507	5,6%	41 635	5,9%
Průřezové	6	5,7%	40 751	4,4%	31 385	4,5%
Administrativní a podpůrné činnosti	2	1,9%	34 443	3,7%	22 200	3,2%
Velkoobchod a maloobchod; opravy a údržba mot	2	1,9%	23 440	2,5%	11 569	1,6%
Vzdělávání	2	1,9%	19 582	2,1%	18 478	2,6%
Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klim. vzd	2	1,9%	19 226	2,1%	9 258	1,3%
Veřejná správa a obrana; povinné sociální zabezp	4	3,8%	17 787	1,9%	16 899	2,4%
Těžba a dobývání	1	1,0%	12 142	1,3%	7 281	1,0%
Stavebnictví	2	1,9%	8 922	1,0%	8 922	1,3%

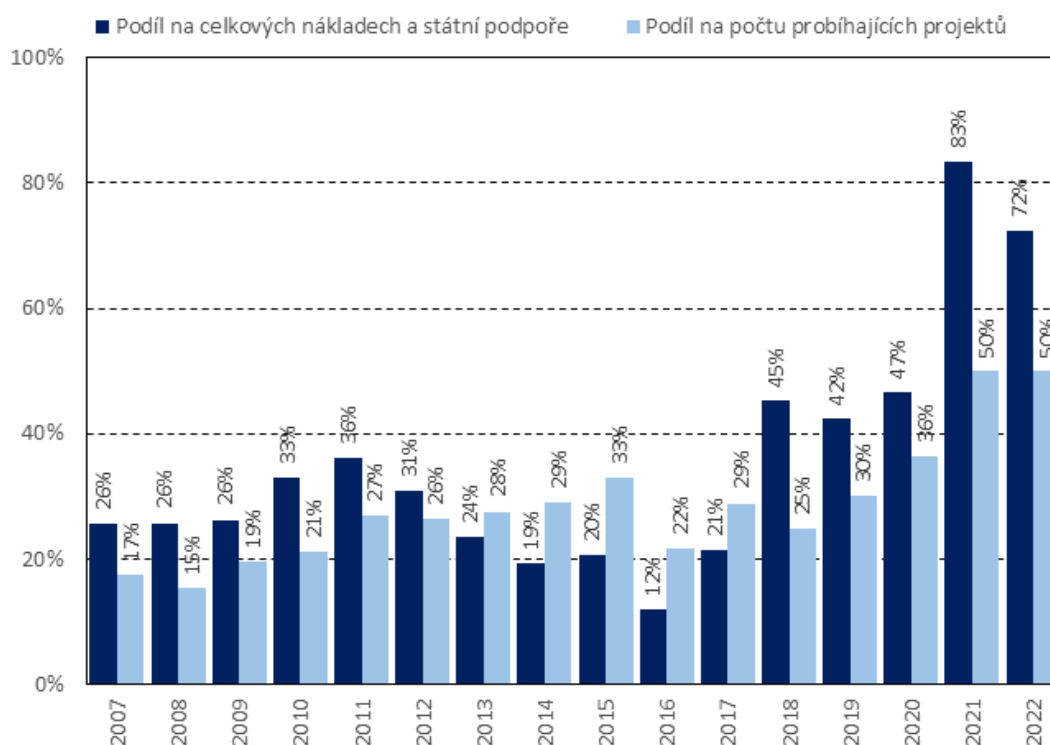
Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

8.3 VaV projekty s dopadem na automatizaci lidské práce

V předchozí části byl porovnán dopad AI na jednotlivá průmyslová odvětví v ČR. Dopad na automatizaci a dopad na zaměstnanost však nemusí být v přímém vztahu. Kromě přímého dopadu na zaměstnanost se může se jednat o dopad na zvyšování efektivity, objemu, kvality a například bezpečnosti produkce.

Řada projektů zaměřených na AI realizovaných v ČR v letech 2012 – 2017, které byly nalezeny v IS VaVal (viz kap. 5.1), má svým charakterem, přínosem a výstupy přímý vliv na automatizaci lidské práce. To jsou tedy projekty, které při implementaci zredukuje potřebu lidské práce. Ta pak bude částečně nebo plně nahrazena. Zaměstnanci pak mohou být rekvalifikováni v daném oboru, nebo obor opustí. Vývoj podílu výzkumných projektů s automatizací lidské práce v čase je znázorněn na obr. 35. Přesah až do roku 2022 vychází z období realizace projektů a z právě startujících projektů.

Obr. 35 Podíl celkových nákladů a státní podpory projektů v oblasti AI řešících témata automatizace lidské práce

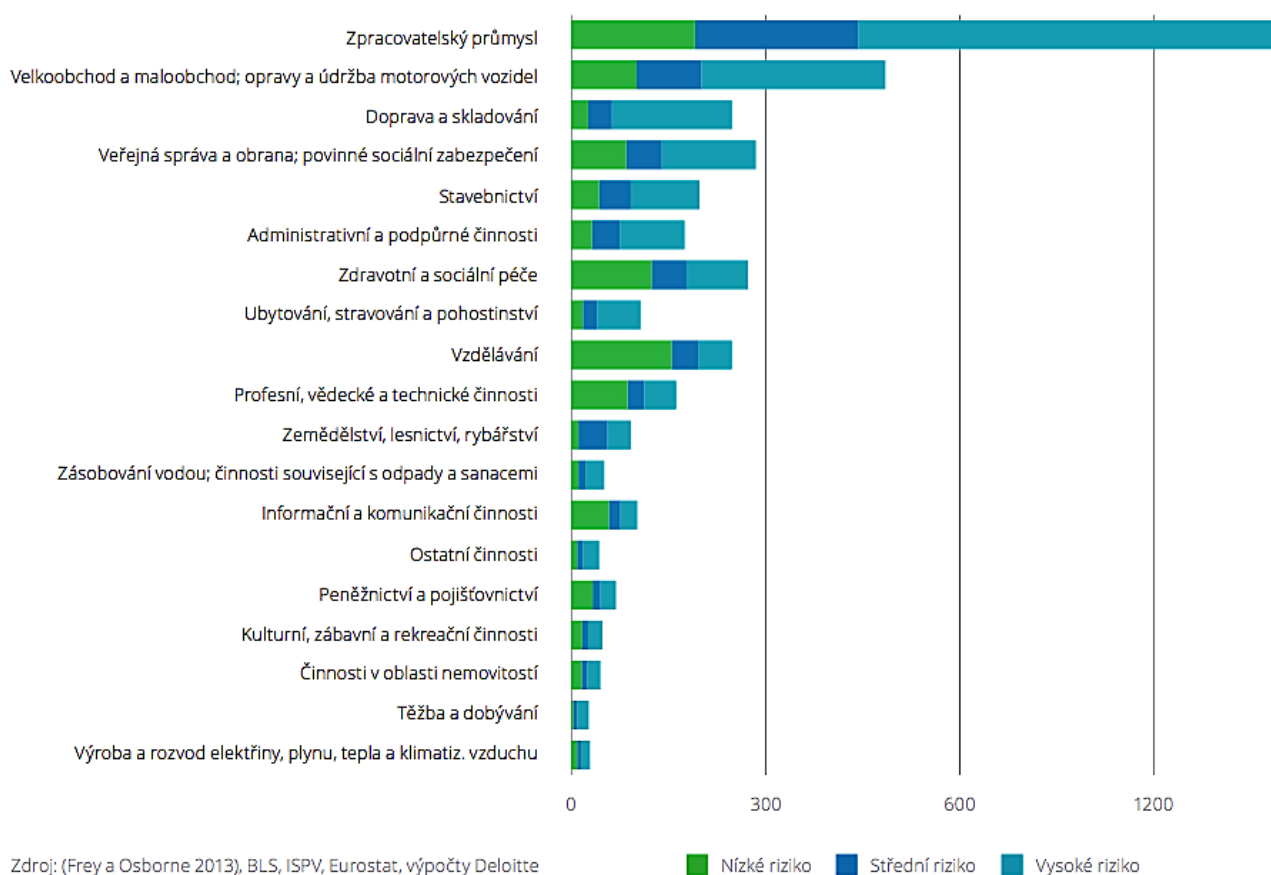


Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

Na obr. 36 je znázorněn vztah mezi odvětvími a ohrožením zaměstnanosti v závislosti na automatizaci a AI. Zde je například u odvětví těžby a dobývání riziko pro zaměstnanost minimální, ale možnosti automatizace jsou druhé nejvyšší. Stále platí, že zpracovatelský průmysl, obchod, doprava a logistika, administrativa a státní správa, mají jak vysokou míru automatizace, tak největší dopad na zaměstnanost. Stavebnictví má poměrně velkou míru rizika dopadu do zaměstnanosti, možnosti automatizace jsou zde průměrné. Znamená to, že zde přetrvává velké množství manuální činnosti, kterou lze automatizovat, její automatizace však není triviální.

Zajímavé je zemědělství, které má stále vysoký potenciál pro automatizaci a implementaci AI, dopad na zaměstnanost ale nebude nijak veliký. Lze předpokládat, že je to dáno již velkou současnou mírou používání strojů v zemědělství a snížení počtu zaměstnanců v této oblasti, které již proběhlo v minulém období.

Obr. 36 Oborové ohrožení pracovních míst v ČR automatizací práce vlivem zavádění AI technologií v tis. osob.



Zdroj: [28]

Projety řešící problematiku automatizace lidské práce jsou zaměřeny na různé aplikační oblasti (viz tab. 38). Z celkem 105 projektů VaV, které jsou zaměřeny na aplikační oblast, je jich necelá polovina (44 projektů) zaměřena přímo na automatizaci lidské činnosti. Polovina aplikačních projektů již ovlivňuje možnou zaměstnanost či produktivitu práce v některém z cílových oborů. Je zajímavé, že v těchto cílových oborech nejsou zařazeny informační a komunikační technologie, a naopak se na přední místa posunulo peněžnictví a pojišťovnictví. Startupová scéna se však ve srovnání s VaV v oblasti automatizace lidské práce zaměřuje většinou na jiné oblasti (viz kap. 6.2.2).

Oproti vysokým předpokládaným dopadům AI na automatizaci lidské práce v oblasti velkoobchodu a maloobchodu je tato oblast v rámci aplikačních VaV projektů na nízké prioritě, stejně jako veřejná správa a administrativní a podpůrné činnosti. Zavádění AI v oblasti stavebnictví považujeme spíše za otázku následných vln, proto její nulové pokrytí VaV projekty není problematické.

Tab. 38 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 podle oborového třídění NACE, které mají dopad na automatizaci lidské práce. Seřazeno sestupně podle počtu projektů.

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
Výzkum bez aplikační oblasti	3	1,9%	5 374	0,2%	5 374	0,4%
Výzkum s aplikační oblastí	44	93,6%	432 629	98,8%	310 343	98,3%
<i>Z toho</i>						
Zpracovatelský průmysl	13	29,5%	103 750	24,0%	74 866	24,1%
Doprava a skladování	7	15,9%	112 811	26,1%	71 976	23,2%
Peněžnictví a pojištnictví	5	11,4%	29 001	6,7%	20 333	6,6%
Ostatní činnosti	4	9,1%	62 966	14,6%	53 321	17,2%
Průřezové	3	6,8%	30 584	7,1%	23 010	7,4%
Zemědělství, lesnictví, rybářství	3	6,8%	25 627	5,9%	21 202	6,8%
Administrativní a podpůrné činnosti	2	4,5%	34 443	8,0%	22 200	7,2%
Profesní, vědecké a technické činnosti	2	4,5%	3 999	0,9%	3 699	1,2%
Veřejná správa a obrana; povinné sociální zabezpečení	2	4,5%	4 202	1,0%	3 560	1,1%
Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	1	2,3%	17 460	4,0%	11 070	3,6%
Velkoobchod a maloobchod; opravy a údržba mot. vozidel	1	2,3%	4 798	1,1%	2 716	0,9%
Vzdělávání	1	2,3%	2 988	0,7%	2 390	0,8%

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

8.4 Pokrytí AI technologií aplikačně orientovaným výzkumem v ČR

Technologie umělé inteligence, které budou mít dopady na zaměstnanost v jednotlivých odvětvích, jsou v současné době na různých úrovních. Jak vyplývá ze studie McKinsey [35] využívající data získaná z US Bureau of Labor Statistics a O*Net, některé AI technologie sice ještě zaostávají za výkonem člověka, avšak jiné technologie se již výkonu člověka vyrovnávají. K rozvoji schopností těchto technologií významným způsobem přispívá VaV a ve studii McKinsey [35] je zároveň časový odhad, kdy je možno očekávat zlepšení, a jak toto zlepšení bude velké.

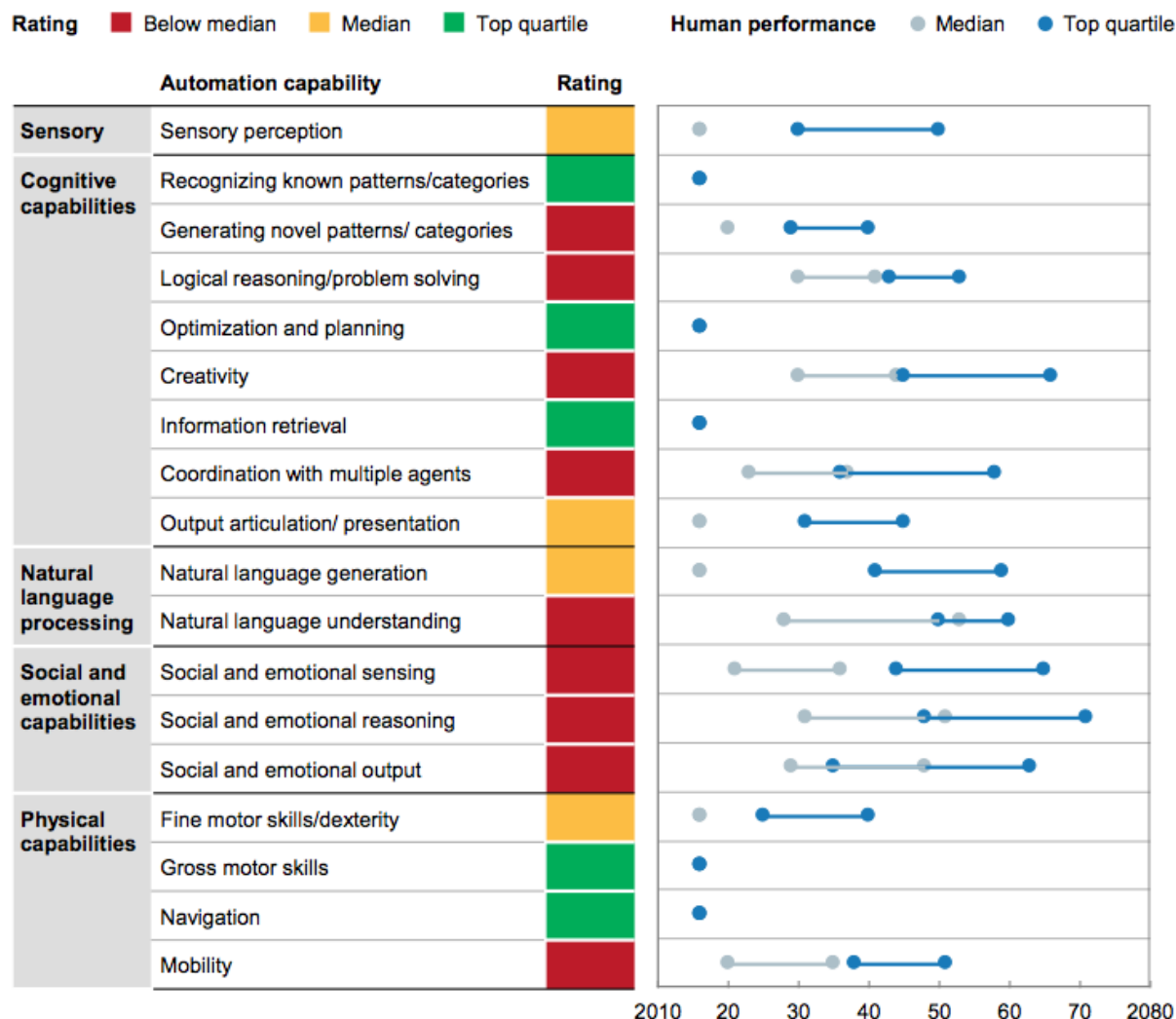
Přehled pokročilosti současného stavu AI technologií v jednotlivých oblastech podle studie McKinsey [35] je uveden na obr. 37. Zeleně jsou na tomto obrázku vyznačeny schopnosti, kde se již AI technologie zcela vyrovnávají člověku. Žlutě jsou vyznačeny schopnosti, kde se technologie využívající AI vyrovnávají mediánu schopností a červeně schopnosti, kde ještě technologie AI značně zaostávají³⁰.

S těmito údaji lze porovnat zaměření výzkumných projektů podpořených v programech účelové podpory VaV v ČR a posoudit, nakolik je prováděný výzkum zde relevantní s ohledem potřeby rozvoje těchto AI technologií v daných oblastech. V tab. 39 jsou uvedeny údaje o VaV projektech zahájených v letech 2012 – 2017, které jsou přiřazeny kategoriím (oblastem) podle studie McKinsey (viz obr. 37). V tabulce jsou uvedeny pouze projekty, které lze zařadit do některé z aplikačních oblastí výzkumu AI.

Jak je patrné z této tabulky, nejvíce podpořených projektů bylo zaměřeno na oblast kognitivních schopností (zejména získávání informací, kreativní schopnosti a logické rozhodování). Projekty zaměřené na problematiku získávání informací a kreativitu měly také nejvyšší celkové náklady a získaly výrazně nejvyšší část veřejné podpory. Poměrně vysoký počet projektů se také zabýval zpracováním řeči (NLP), jejich veřejná podpora však byla s projekty zaměřenými na kognitivní schopnosti výrazně nižší (viz tab. 39).

³⁰ Blíže je tato problematika popsána ve studii „Analýza očekávaných socioekonomických dopadů rozvoje AI v ČR“ zpracované v rámci tohoto projektu

Obr. 37 Pokročilost AI technologií ve srovnání s lidskou dovedností (Rating) a jejich předpokládaný další rozvoj v čase



Zdroj: McKinsey [35]

Z tab. 39 je patrné, že projekty jsou zaměřeny na aplikace, které jsou v různých stupních pokročilosti dle kategorií McKinsey [35] uvedených na obr. 37. Výsledek porovnání počtu projektů ve vazbě na stupně pokročilosti je ukázán v tab. 40. Projekty jsou seříděny dle jejich realizovaného počtu v letech 2012-2017 a zařazeny do kategorií tak, jak jsou vyhodnoceny dle studie McKinsey z hlediska jejich současného rozvoje. Zeleně jsou označeny ty kategorie VaV projektů, které aplikačně zkoumají technologie, jejichž současný výzkum je na úrovni srovnatelné s lidskou dovedností, žlutě ty, kde současný výzkum je na polovině lidské dovednosti (medián) a červeně, kde ještě této úrovni nedosáhl.

Z porovnání je vidět, že existují aplikační VaV projekty zaměřené do oblastí, které jsou z hlediska pokročilosti technologií pro aplikace považovány za srovnatelné s výkonem člověka (zelené). Nejvíce je projektů v oblasti získávání informací, kterou lze považovat za dobře prozkoumanou oblast vhodnou pro aplikace. Tyto kategorie a výzkumné projekty by měly být realizovány spíše podniky a jejich výzkumným a vývojovým oddělením.

Zároveň jsou v tabulce značně zastoupeny projekty v kategorii kreativity, logického uvažování, NLP a inteligentních systémů. V těchto oblastech současné systémy využívající AI ve srovnání s lidskou dovedností zatím nedosahují takového pokroku. To jsou typické projekty pro výzkumné organizace.

Tab. 39 Zařazení VaV projektů z aplikační oblasti započatých v letech 2012 – 2017 dle kategorií McKinsey (viz obr. 37)

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
Information retrieval - Cognitive	33	20%	564 728	26%	406 860	27,3%
Creativity - Cognitive	23	14%	830 569	38%	467 036	31,3%
Logical reasoning - Cognitive	21	13%	94 552	4%	84 177	5,6%
NLP - Understanding	16	10%	107 418	5%	98 457	6,6%
Agents - Cognitive	14	9%	61 754	3%	53 518	3,6%
Optimization and Planning - Cognitive	13	8%	70 635	3%	57 768	3,9%
Pattern recognition - Cognitive	13	8%	208 295	10%	148 440	10,0%
Mobility - Physical capabilities	7	4%	22 810	1%	19 103	1,3%
Sensors - Perceptions	7	4%	88 376	4%	63 929	4,3%
Actuators - Physical capabilities	5	3%	48 034	2%	34 550	2,3%
Navigation - Physical capabilities	5	3%	48 649	2%	34 906	2,3%
Social and emotional - Sensing	4	2%	25 208	1%	21 158	1,4%

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

Tab. 40 Zařazení VaV projektů z aplikační oblasti započatých v letech 2012 – 2017 dle kategorií McKinsey (viz obr. 37)

Oblast AI	Počet projektů v ČR	Podíl na celkovém počtu	Rating dle McKinsey
Information retrieval - Cognitive	33	20%	
Creativity - Cognitive	23	14%	
Logical reasoning - Cognitive	21	13%	
NLP - Understanding	16	10%	
Agents - Cognitive	14	9%	
Optimization and Planning - Cognitive	13	8%	
Pattern recognition - Cognitive	13	8%	
Mobility - Physical capabilities	7	4%	
Sensors - Perceptions	7	4%	
Actuators - Physical capabilities	5	3%	
Navigation - Physical capabilities	5	3%	
Social and emotional - Sensing	4	2%	

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4) a McKinsey [35]

Další porovnání je provedeno dle AI indexu, který každoročně vyhodnocuje Stanfordská univerzita [36] a který obsahuje výzkumné směry AI a jejich vývoj v posledních letech, včetně srovnání s výkonem člověka. Počty projektů, které spadají do jednotlivých kategorií sledovaných v AI indexu, jsou uvedeny v tabulce tab. 41 společně s údaji o celkových nákladech a získané veřejné podpoře.

V tab. 42 jsou potom porovnány počty VaV projektů s pokročilostí těchto technologií dle AI indexu. Tabulka potvrzuje závěry z porovnání dle studie McKinsey [35] – nejvyšší počet projektů je zaměřen do oblastí, kde se současné systémy využívající AI již vyrovnají schopnostem člověka nebo se jim značně blíží (rozpoznání a zpracování řeči, detekce objektů). Výzkumné projekty (řešené zejména VO) by měly být orientovány zejména do oblastí, ve kterých je zatím strojový výkon pod schopnostmi člověka.

Tab. 41 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 podle oborového třídění Stanford. Seřazeno sestupně podle počtu projektů

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
NLP Generic	14	8,7%	88 170	4,06%	85 899	5,8%
Vision - Object Detection	7	4,3%	71 069	3,27%	46 168	3,1%
SAT solvers	5	3,1%	21 281	0,98%	19 535	1,3%
Speech Recognition	4	2,5%	67 402	3,10%	55 007	3,7%
Machine - Translation	2	1,2%	3 199	0,15%	2 899	0,2%
Theorem Proving	1	0,6%	153	0,01%	153	0,01%

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

Tab. 42 Počet aplikačních VaV projektů započatých v letech 2012 – 2017, které lze zařadit do AI indexu, a stav technologie dle AI indexu vzhledem ke schopnostem člověka nebo množství úloh, které lze vyřešit

Oblast AI	Počet projektů	Stanford AI index
NLP Generic	14	Na úrovni 90 % schopností člověka
Vision - Object Detection	7	Na úrovni schopností člověka
SAT solvers	5	Je možné řešit 70-80 % problémů
Speech Recognition	4	Na úrovni schopností člověka
Machine - Translation	2	Stále nedostatečná úroveň
Theorem Proving	1	Je možné řešit 80 % problémů

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4) a Stanford AI index [36]

V tab. 43 je uváděno množství aplikačních projektů řešených ve VaV v ČR v letech 2012-2017, zařazených dle AI metod, které aplikují. Nejvíce projektů se zabývá AI metodami, které jsou zároveň nejvíce aplikačně využívány, tedy statistickými metodami učení a strojovým učním jako takovým, včetně neuronových sítí.

Tab. 43 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 podle oborového třídění tříděné dle AI technologií. Seřazeno sestupně podle počtu projektů.

Oblast AI	Počet projektů	Podíl na celkovém počtu	Celkové náklady, tis. Kč	Podíl na celkových nákladech	Veřejná podpora, tis. Kč	Podíl na veřejné podpoře
Statistical, stochastic methods	31	19%	197 526	9%	162 009	10,9%
Machine Learning	30	19%	902 516	42%	529 314	35,5%
Statistical - Neural networks, genetic alg.	22	14%	112 441	5%	87 970	5,9%
Multiagent systems	17	11%	72 749	3%	62 770	4,2%
NLP	16	10%	126 264	6%	111 450	7,5%
Subsymbolic - Robotics	15	9%	102 180	5%	78 698	5,3%
Subsymbolic - Vision	7	4%	65 193	3%	41 772	2,8%
Subsymbolic	4	2%	395 606	18%	272 202	18,3%
Game theory	3	2%	10 742	0%	10 742	0,7%
Pattern recognition	3	2%	97 822	5%	60 135	4,0%
Subsymbolic - Evolutionary alg.	3	2%	19 038	1%	15 754	1,1%
Symbolic methods	3	2%	7 677	0%	7 677	0,5%
Simulation	2	1%	2 509	0%	2 491	0,2%
Speech Recognition	2	1%	20 517	1%	20 365	1,4%
Subsymbolic - Information retrieval	2	1%	21 931	1%	15 945	1,1%
Subsymbolic - Control systems	1	1%	16 317	1%	10 608	0,7%

Zdroj: IS VaVal (viz metodika v kap. 4)

Počty projektů zaměřených do oblastí, které jsou v současnosti považovány za jedny z neaktuálnějších, jsou uvedeny v tab. 44. Kromě celkového počtu projektů přiřazených do jednotlivých oblastí jsou uvedeny i jejich podíly z celkového počtu projektů zaměřených na AI, které byly zahájeny v období 2012 – 2017, a počty projektů s dopadem na automatizaci lidské práce. Nejvíce projektů bylo v oblasti robotizace (16%). Přibližně 5 % projektů z celkového počtu projektů zahájených v období 2012 – 2017 bylo zaměřeno na problematiku kybernetické bezpečnosti a autonomních dopravních technologií.

S výjimkou kybernetické bezpečnosti bude mít převážná část těchto projektů i dopad na automatizaci lidské práce (viz tab. 44). V oblasti kybernetické bezpečnosti nelze očekávat, že projekty budou mít dopad na automatizaci lidské práce, neboť tato činnost je plně automatizována.

Tab. 44 Projekty započaté v letech 2012 - 2017 ve vybraných AI technologiích. Seřazeno sestupně podle počtu projektů

Obor	Celkem projektů	Z toho s dopadem na automatizaci lidské práce
Robotizace	26 (16% všech projektů)	15
Kybernetická bezpečnost	8 (5% všech projektů)	0
Autonomní dopravní technologie	7 (4,4% všech projektů)	6

Zdroj: IS VaVal, vlastní výpočty (viz metodika v kap. 4)

V tab. 45 jsou uvedeny počty aplikačních výsledků dle jejich druhů a institucí, které je generovaly. Z tabulky patrné, že nejčastějším aplikačním výsledkem je software. Patenty se v této oblasti příliš neuplatňují, jelikož výstupem výzkumu v oblasti AI bývají technologie, která mají daleko k produktu, a jako takové jsou tedy obtížně patentovatelné. To odpovídá i skladbě výstupů generovaných v jiných zemích.

V oblasti AI jsou jako aplikační výsledky také často vytvářeny technicky realizované výsledky (viz tab. 45). Mezi technicky realizované výsledky a funkční vzorky spadá v AI také často software, což může souviset s tím, že požadavkem RIV je provozní nasazení software.

Tab. 45 Počty aplikačních výsledků s rokem uplatnění 2011 - 2016 vzniklých v projektech přiřazených AI podle institucí (pouze instituce se třemi a více výsledky)

Instituce	Celkem	Patent (P)	Poloprovoz, ověřená technologie (Z)	Výsledky s právní ochranou (F)	Technicky realizované výsledky (G)	Certifikované metodiky (N)	Software (R)
Univerzita Karlova v Praze	56		2		0,5		53,5
Vysoké učení technické v Brně	49	1		0,5	19		28
České vysoké učení technické v Praze	37				15		22
Západočeská univerzita v Plzni	22		3		3,5		15,5
VŠB - TUO	20	2	2	3	5		8
SpeechTech, s.r.o.	18				2		16
Masarykova univerzita	16						16
Technická univerzita v Liberci	12		4				8
Ústav informatiky AV ČR, v. v. i.	7			1	1		5
Princip a.s.	6			1	4	1	
Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.	4					1	3
Webnode CZ s.r.o.	4				2		2
CAMEA, spol. s r.o.	4				3		1
Vysoká škola ekonomická v Praze	3						3
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze	3					3	
Univerzita Palackého v Olomouci	3					1	2

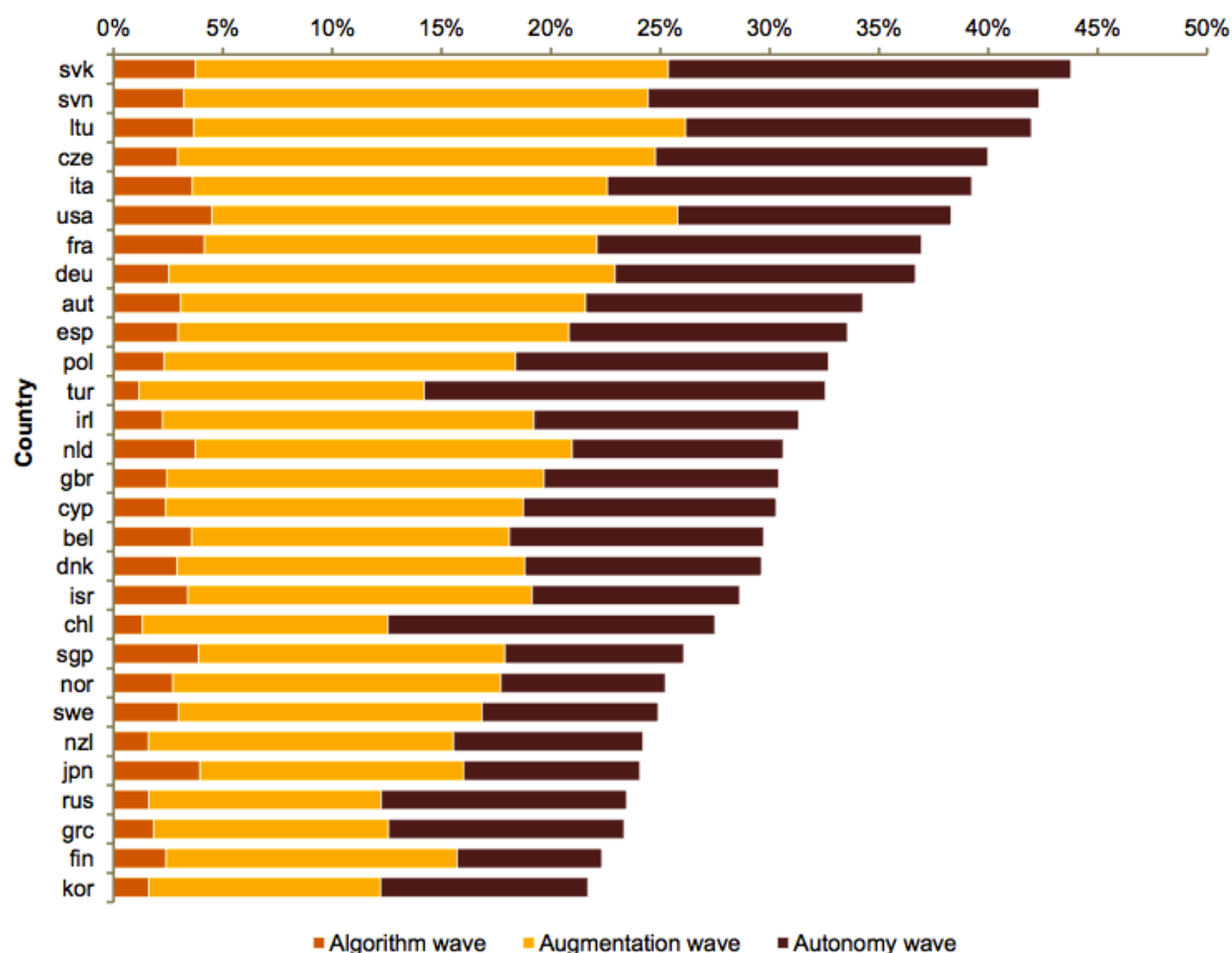
Zdroj: IS VaVal

8.5 Porovnání dopadů AI v ČR se zeměmi OECD

Data o výzkumu v oblasti AI a jeho vlivu na aplikační prostředí v ČR, která byla získána v rámci této studie (viz metodický postup kap. 4), jsou v této kapitole zasazena do celosvětového kontextu. Pro tento účel byla využita data OECD z roku 2016 [27], následně analyzovaná v roce 2018 společností PwC [5] spolu se závěry z [34]. Studie, ze kterých je čerpáno, jsou založeny také na rozsáhlém předchozím výzkumu Oxford University z roku 2013 [34].

Na obr. 38 je porovnán očekávaný dopad automatizace na zaměstnanost v postupných vlnách zavádění AI (algoritmická, augmentační a autonomní) [5] v zemích OECD a v Singapuru a Rusku. Jak je patrné z tohoto obrázku, Česká republika se nachází na čtvrtém místě mezi zeměmi s největším dopadem AI na pracovní místa. Stejně jako ve většině ostatních zemí se největší změna očekává ve druhé, augmentační vlně. To souvisí také s pozicí ČR v GVC, kde ČR generuje hodně míst s opakující se a dobře automatizovatelnou prací.

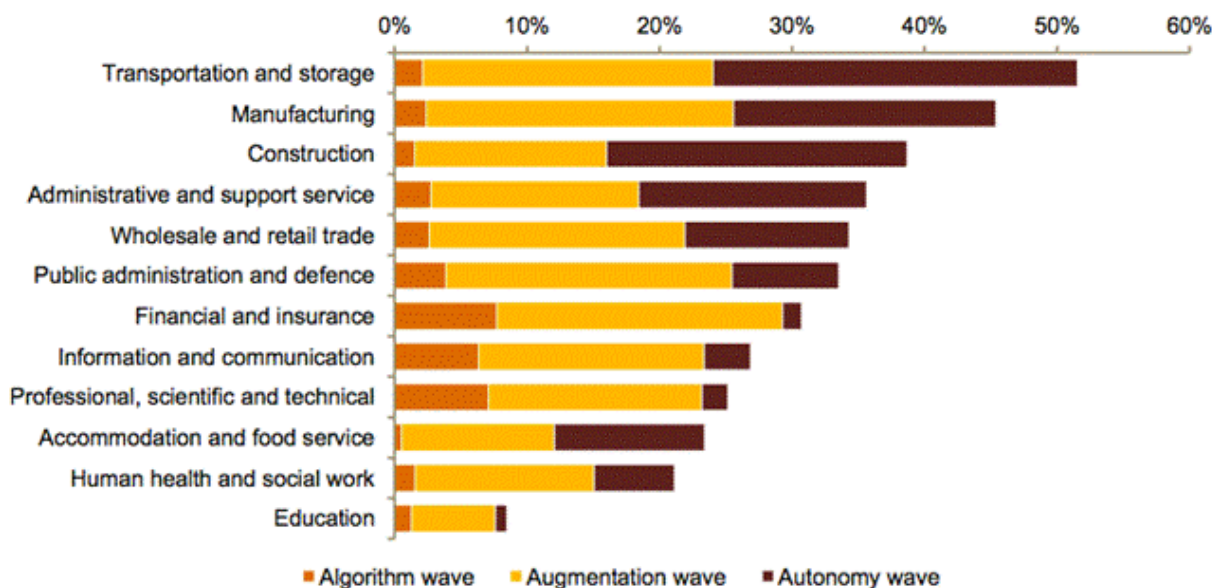
Obr. 38 Podíl práce (procenta na ose x) s potenciálem na automatizaci a tím s rizikem na zaměstnanost, rozděleno dle vln nasazování AI



Zdroj: PwC [5]

Na následujícím grafu (obr. 39) je shrnutí odvětví s největším dopadem AI v zemích OECD, Singapuru a Rusku (PwC [5]). Stejně tak jako ve studii dopadů na odvětví ČR (Deloitte [28]), je jako odvětví s největším dopadem hodnocena **logistika, doprava a skladování**. Na rozdíl od ČR je na úrovni těchto zemí jako další odvětví s největším dopadem vyhodnocena **výroba, stavebnictví, administrativa, obchod a maloobchod**.

Obr. 39 Podíl automatizace v jednotlivých odvětvích (osa x) v příslušných vlnách zavádění AI



Zdroj: PwC [5]

V následující tabulce uvádíme porovnání předpokládaného dopadu AI na odvětví v ČR s dopadem AI na odvětví v zemích OECD. Je vidět, že zde jsou odchylky v hodnocení možných dopadů v průměru mezi zeměmi OECD a ČR, zejména v oblasti těžby a dobývání, která není hodnocena jako kritická v zemích OECD. Naopak stavebnictví má v OECD větší dopady než v ČR.

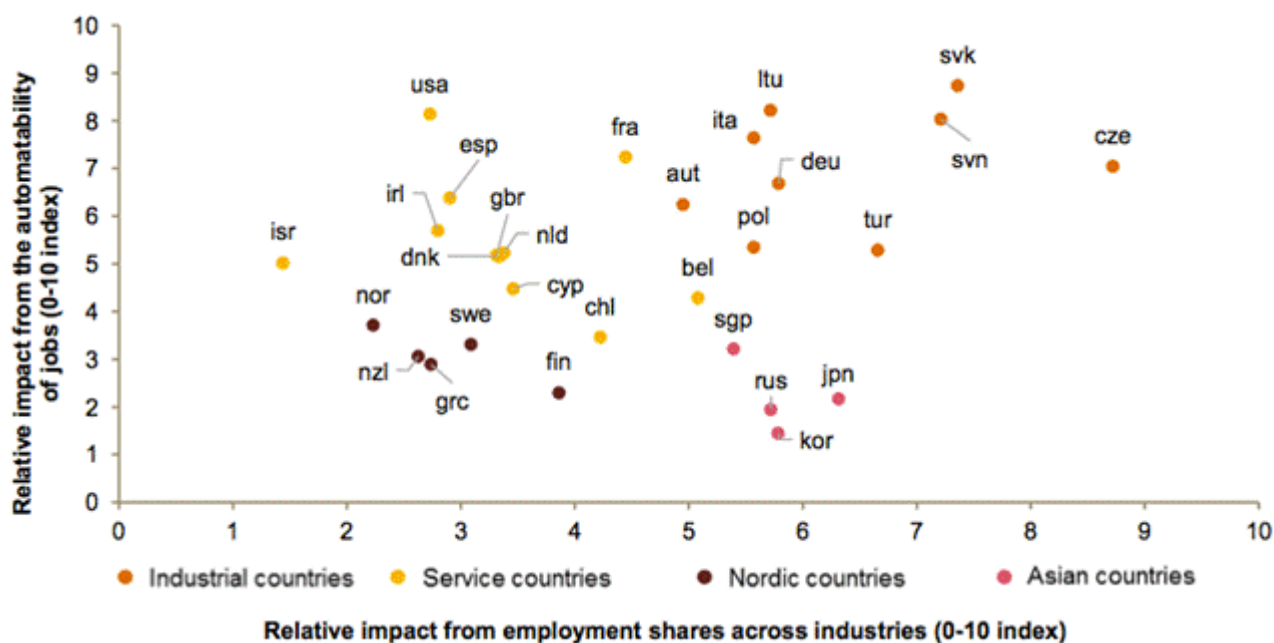
Tab. 46 Srovnání pořadí dopadu AI na průmyslová odvětví mezi zeměmi OECD, včetně Ruska a Singapuru s dopady na odvětví v ČR

Dopad zavádění AI na průmyslová odvětví v zemích OECD + Rusko + Singapur, seřazeno od odvětví s největším dopadem	Dopad zavádění AI na průmyslová odvětví v ČR, seřazeno od odvětví s největším dopadem
Logistika, doprava a skladování	Logistika, doprava a skladování
Výroba	Těžba a dobývání
Stavebnictví	Ubytování, stravování a pohostinství
Administrativní a podpůrné služby	Zpracovatelský průmysl
Velkoobchod a maloobchod	Velkoobchod a maloobchod
Administrativa ve veřejném sektoru a obrana	Ostatní činnosti
Finance a pojišťovnictví	Zásobování vodou, zpracování odpadu
Informační a komunikační sektor	Administrativní a podpůrné činnosti
Profesní, vědecké a technické činnosti	Stavebnictví
Ubytování a stravování	Veřejná správa a sociální zabezpečení
Zdraví a sociální oblast	Výroba a rozvod elektřiny
Vzdělávání	Kulturní, zábavní a rekreační činnosti

Zdroj: PwC [5] a Deloitte [28].

Následující graf (obr. 40) je zajímavý z pohledu porovnání možnosti automatizace a jejího očekávaného dopadu na zaměstnanost. Možnost automatizovat činnost může vést ke zvýšení produktivity, kvality a bezpečnosti práce, nebo k redukci pracovních míst. Následující graf ukazuje právě tento rozdíl mezi zeměmi. ČR nemá největší možný podíl prací zasažených automatizací, ale v tomto množství prací má největší dopad na zaměstnanost. Automatizace a zavádění AI v ČR tedy dle tohoto srovnání znamená zároveň významnou redukci pracovních míst.

Obr. 40 Potenciální dopad automatizace práce na zaměstnanost dle zemí



Zdroj: PwC [5]

V další tabulce (tab. 42) je tento dopad na zaměstnanost rozdělen v čase mezi jednotlivé vlny. ČR zaujímá jedno z předních míst zemí s největším dopadem, a to ve druhé a třetí vlně.

Tab. 47 Odhadovaný podíl zaměstnání s velkým rizikem automatizace v jednotlivých vlnách zavádění AI

Country	Algorithm wave (%)	Augmentation wave (%)	Autonomy wave (%)
Slovakia	4	25	44
Slovenia	3	24	42
Lithuania	4	26	42
Czech Republic	3	25	40
Italy	4	23	39
USA	5	26	38
France	4	22	37
Germany	3	23	37
Austria	3	22	34
Spain	3	21	34
Poland	2	18	33
Turkey	1	14	33
Ireland	2	19	31
Netherlands	4	21	31
UK	2	20	30
Cyprus	2	19	30
Belgium	4	18	30
Denmark	3	19	30
Israel	3	19	29
Chile	1	13	27
Singapore	4	18	26
Norway	3	18	25
Sweden	3	17	25
New Zealand	2	16	24
Japan	4	16	24
Russia	2	12	23
Greece	2	13	23
Finland	2	16	22
South Korea	2	12	22

Zdroj: PwC [5]

V následující tabulce je dopad na zaměstnanost porovnán v odvětvích s největším dopadem ve výrobě, maloobchodu a velkoobchodu, zdravotnictví a sociálních službách, výuce a stavebnictví. ČR je mezi nejvíce zasaženými zeměmi, a to v oblasti výroby, stavebnictví a maloobchodu a velkoobchodu.

Tab. 48 Odhadovaný podíl zaměstnání s velkým rizikem automatizace v jednotlivých vlnách zavádění AI v 5 nejrizikovějších průmyslových odvětvích

Country	Manufacturing (%)	Wholesale and retail trade (%)	Human health and social work (%)	Education (%)	Construction (%)
Slovakia	58	43	34	14	42
Slovenia	57	35	31	13	53
Lithuania	55	39	27	26	58
Czech Republic	55	33	38	10	36
Italy	55	35	29	17	44
USA	53	51	28	12	34
France	53	41	29	17	41
Germany	49	43	24	9	39
Austria	48	37	26	9	51
Spain	45	35	26	8	42
Poland	50	31	21	9	48
Turkey	45	26	36	8	40
Ireland	50	39	17	7	33
Netherlands	46	35	24	8	36
UK	45	42	18	8	23
Cyprus	38	35	14	6	42
Belgium	45	28	19	10	43
Denmark	46	33	17	9	44
Israel	42	34	14	8	42
Chile	32	27	23	13	29
Singapore	33	38	19	9	26
Norway	33	34	16	6	35
Sweden	45	26	22	4	28
New Zealand	36	32	16	6	23
Japan	32	27	10	6	29
Russia	33	21	8	5	45
Greece	35	23	20	3	25
Finland	41	22	9	4	35
South Korea	31	24	12	6	31
Employment share (median)	14.4	13.7	10.7	8.7	7.6

Zdroj: PwC [5]

8.6 Národní RIS3 strategie a Národní inovační strategie ve vztahu k AI

V národní výzkumné a inovační strategii pro inteligentní specializaci ČR (národní RIS3 strategie nebo jen RIS3) jsou v sekci podnikání a inovace vyjmenovány problémové okruhy. Lze prohlásit, že vyjmenované okruhy jsou v přímém vztahu také k zavádění technologií AI, a to následovně.

Problémový okruh 1: Nedostatečně silný endogenní podnikatelský sektor a podnikatelství

Pouze malá část endogenních firem v ČR (firmy s většinovým podílem českých majitelů) je natolik velkých, aby byly schopny se podílet na zavádění AI technologií, a to buď ve spolupráci s VO nebo díky vlastnímu výzkumu a vývoji. Z našich vlastních zkušeností i relativně velké firmy, působící například v oblasti logistiky, majoritně vlastněné subjekty z ČR, nemají ve své firemní strategii vyčleněné pravidelné prostředky na investice do inovací. Inovace nechápou jako pravidelný systém zvyšování konkurenceschopnosti firmy a cenu za vývoj nových inovačních postupů vidí jako příliš vysokou. Většinou v případě nutnosti zavedení zásadně nové inovace hledají cestu skrze dotační titul, což je většinou cesta zdoluhavá a neřeší problém udržitelnosti inovačního cyklu.

Na druhou stranu, naše zkušenost s nadnárodními zahraničními firmami je naprosto opačná. Matky tyto firmy u nás nutí do spolupráce s VO a snaží se pomocí inovací držet krok před konkurencí a zejména zvyšovat vlastní produktivitu. Tyto zkušenosti máme z firem z oblasti gumárenství, bílé techniky, výroby IT systémů a dalších. Tyto firmy mají relativně vysoké rozpočty na inovace a výzkum a cíleně je věnují na digitalizaci a zvyšování produktivity a konkurenceschopnosti.

Tento RIS3 problémový okruh má pro AI zásadní význam a v podstatě popisuje problém, který zavádění AI zcela jistě významně prohloubí. K tomuto prohloubení dojde navíc implementací AI technologií prostřednictvím matek nadnárodních firem. Nově rozvíjející se technologické AI firmy budou mít tím více ztížený přístup na tento trh a kontrola inovací a produktivity bude pocházet ze zahraničí.

Problémový okruh 2: Vysoká závislost hospodářského vývoje ČR na aktivitách zahraničních firem

I v tomto problémovém okruhu vidíme další významné prohloubení nedostatků vývoje v ČR při zavádění AI. Jak jsme uvedli, implementace nových metod a postupů AI bude u nadnárodních firem pocházet z jejich matek, tím bude dále oslabena pozice ČR ve vlivu na digitální ekonomiku a bude oslaben růst českých technologických firem, dodávajících komplexní AI řešení. Popřípadě budou tyto firmy dodávat do zahraničí, odkud se bude implementovat skrze centrály do ČR, ale také do ostatních zemí, kde má firma pobočky. Díky zavádění AI očekáváme zvýšení produktivity a snížení počtu pracovních míst. Díky zvýšení produktivity bude zvýšena ziskovost nadnárodních firem, která ovšem nebude v ČR zůstat. Naopak, současný pozitivní efekt zaměstnanosti bude utlumen. Musíme konstatovat, že tento vývoj bude mít zásadním způsobem negativní dopad na ekonomiku v ČR.

Konkurenceschopnost endogenních firem v ČR, které nemají inovace ve svém průběžném firemním programu, zaznamená silný propad. Implementaci AI technik, s výjimkou robotizace, je možné provést rychle a bez velkých nároků na infrastrukturní hardware. Jde o nehmotné know-how, které je možno šířit rychle a náklady na šíření jsou malé, oproti nákladům na pořízení a vývoj.

Problémový okruh 3: Složitost, nestabilita a z toho pramenící administrativní náročnost regulatorního rámce podnikání, omezená účinnost strategií a nástrojů podpory podnikání

V této části jsou popsány problémy s přímým vztahem na IT, a tedy také na zavádění technologií AI a inovací, a s celým popisem této problémové oblasti lze souhlasit. Můžeme zdůraznit zejména:

- Přebujelá regulatorní role státu, která zejména brání zakládání nových firem a rozvoji malých a středních podniků, které hrají hlavní roli v rozvoji AI prostřednictvím startupů. Jelikož v ČR zásadně

chybí velké endogenní firmy srovnatelné s kapacitou velkých nadnárodních firem, jako je IBM, Oracle a další, je rozvoj AI technologií v ČR nutné hledat v nových technologických firmách, tedy startupech.

- V ČR je velké množství podpůrných dotačních a finančních nástrojů na podporu inovací a podnikání. Chybí jejich vyhodnocování dopadů, evaluace jsou často pouze formální.
- Nízká míra digitalizace endogenních firem v ČR.

Další okruhy a problémové oblasti popisované v RIS3 také úzce souvisí s problémy zavádění AI v ČR. Zde lze poukázat zejména na vzdělávací systém, který kromě vysokých škol není zásadním způsobem připraven na příchod technologií AI a tím ani na způsobený dopad. Ve výzkumu a vývoji jde zejména o nedostatečnou mezinárodní otevřenost.

Pokud shrneme vztah RIS3 k AI, pak RIS3 popisuje všechny klíčové oblasti, kterých se AI dotýká. Popisované problematické oblasti budou implementací AI technologií prohloubeny. RIS3 má ten problém, že neodkazuje přímo na AI technologie. Drží se běžných metod digitalizace a automatizace, které umožňují postupnou evoluci. Dokument tedy nezachycuje disruptivní momenty dopadu AI, které nebudou podporovat jen evoluci v rámci možného, ale místo toho podstatně změní status quo. Dopady budou zásadnější a nepřipravenost ČR bude mít o to větší vliv. Bylo by žádoucí doplnit RIS3 a zabudovat do těchto strategií i vliv AI.

Národní inovační strategie České republiky (NIS) také řeší témata relevantní pro zavádění AI a také, stejně jako RIS3, opomíjí disruptivní účinek AI technologií. Zejména posílení vlivu zahraničních firem, snížení pozitivního dopadu na zaměstnanost v ČR, snížení nákladů na lidské zdroje, a tedy další odliv kapitálu do zahraničí. Hlavní faktor, který je opomíjen kompletně, je ovšem zvětšení propasti ve vlastnictví inovačního know-how mezi firmami v ČR a nadnárodními společnostmi s vlastníky mimo ČR. Tím i snížení možnosti ovlivňování dění v ekonomice a potřeby lidského kapitálu s přidanou hodnotou, tedy takzvaných chytrých českých pracovníků.

Strategiemi v oblasti digitalizace v ČR se zabývá strategie Digitální Česko [44], která je definována svými pilíři Česko v digitální Evropě, Informační koncepce České republiky a Digitální ekonomika a společnost.

V okamžiku, kdy budou technologie AI běžně využívány, bude mít významný vliv, kdo je vlastní a kým jsou rozvíjeny. Pokud to nebudou endogenní podniky v ČR, bude těžké tento rozdíl vyrovnat a zůstat zároveň vyspělou ekonomikou.

8.7 Rozvoj spolupráce mezi aktéry národního inovačního systému

V kapitole 6.4 je shrnuta stávající spolupráce mezi aktéry národního inovačního systému (NIS). Z analýzy vyplynulo, že existují aplikační oblasti, u kterých je očekáván vysoký dopad při implementaci AI technologií, které však nejsou v dostatečné míře pokryty aplikačním výzkumem. Jedná se zejména o veřejnou správu a administrativu, velkoobchod a maloobchod, těžba a dobývání a stavebnictví. Zejména výroba bude v ČR ve velké míře automatizována, dopad zde bude až 55 % dle PwC [5], stejně jako velkoobchod a maloobchod (33 %), zdravotnictví a sociální péče (38 %) a výstavba (36 %). V ČR je naopak silný VaV ve spolupráci VO a podniků v oblasti kybernetické bezpečnosti, zpracovatelském průmyslu, peněžnictví a pojišťovnictví, zdravotní a sociální péči a logistice, dopravě a skladování.

Ve všech těchto oblastech je velký potenciál pro budoucí rozvoj spolupráce mezi podniky a VO, a zejména pak také mezi AI startupy a podniky, které budou implementovat AI technologie. Proto lze očekávat nastartování nových spoluprací v sektorech, na které bude mít AI velký dopad a ve kterých zatím není spolupráce na očekávané úrovni.

Například AI startupy podnikající v oblasti zdravotnictví v ČR chybí, zatímco ve světě patří do prvních AI 100 s největším podílem investic (viz kap. 6.2.3). Stejně tak chybí startupy v robotice a automotive. Zde je tedy také velký prostor pro rozvoj a spolupráci.

Pro další rozvoj aplikace AI v ČR je také zásadní uskutečnění kvalitativního posunu spolupráce mezi aktéry NIS. Zatímco nadnárodní firmy, které také v ČR působí, hledají globální zlepšení a disruptivní inovace, české firmy v uvedených spolupracích hledají zejména lokální řešení a evoluční drobné inovace. Obáváme se, že pokud se tento vzor chování nezmění, dojde k velké kvalitativní změně ve fungování firem, které vyhledávají AI technologie pro druhou a třetí vlnu AI, a firem, které hledají pouze řešení pro situace, ve kterých se nacházejí právě teď. Můžeme vyjmenovat například autonomní mobilitu, automatizaci administrativy, řízení projektů, zdravotnictví, poradenství. Například dopady v oblasti zdravotnictví se odrazí i na kvalitě poskytované péče. Příkladem může být problematické zavádění systémů pro evidenci léků pacienta. Současná implementace zdaleka neobsahuje funkcionality pro automatické vyhledávání nadbytečně předepsaných léků, léků v kolizi atd. (což zdaleka nejsou metody AI). Obdobný stav vývoje je v dalších oblastech státní správy.

Na nízkém stupni rozvoje je také výzkumná spolupráce a získávání výzkumníků firmami s českými majiteli. Z vlastní zkušenosti víme, že zahraniční společnosti hledají zejména talentované výzkumníky k posílení jejich IT divizí a vývoje metod AI a robotizace. Jde jim často o vývoj vlastních metod a produktů nezávisle na VO. Například korejské firmy jsou ochotné vypisovat programy pro výzkumníky z ČR, kteří se realokují a posílí jejich týmy. Hledají tedy vyspělé a zkušené výzkumníky, aby jim pomohli realizovat skokovou kvalitativní změnu v digitální ekonomice. Toto u českých větších a inovativních firem nevidíme. Pokud se tak děje, jedná se o několik málo firem, zcela jistě nejde o trend. Trendem naopak je, že například zahraniční konzultantské firmy s pobočkami v ČR dramaticky rychle rozvíjejí a budují AI týmy. Stejná situace je ve farmacii (MERCK), IT (IBM), spotřebním zboží (Electrolux) a dalších oblastech.

Za klíčový moment dalšího možného rozvoje spolupráce a vůbec rozvoje zavádění AI technologií lze spatřovat zejména sdílení velkých dat. Velká data jsou nutná pro trénování AI systémů. Přístup k vybraným datům z veřejné správy a legislativní pomoc při využívání těchto dat musí být zásadním tématem, které podpoří další rozvoj spolupráce aktérů NIS v oblasti AI. Současná situace, kdy se například z nepochopení stavu přehání reakce na GDPR zásadním způsobem, nenapomáhá rozvoji AI technologií v ČR. Přitom je situace například v severských zemích odlišná a sdílení dat mezi aktéry je zde daleko otevřenější při současném zachování ochrany osobních údajů.

8.8 Zapojení do mezinárodního výzkumu

Výzkumné organizace v ČR jsou zapojeny do mezinárodního výzkumu, jak je shrnuto v kap. 6.5. Zapojení firem s majoritou českých vlastníků je nízké, jedná se o jednotky firem. Většina těchto spoluprací se odehrává se Německem, UK, Itálií, Francií, Španělskem a Nizozemskem. Nízké množství spoluprací je se severskými zeměmi, které jsou naopak v oblasti AI velice aktivní. Kvalita mezinárodního výzkumu je na vysoké úrovni, zde ČR příliš nezaostává. Samozřejmě rozsahem a dopadem existují v oblasti AI větší významné světové univerzity a pracoviště. V porovnání například se severskými zeměmi si však stojíme velmi dobře.

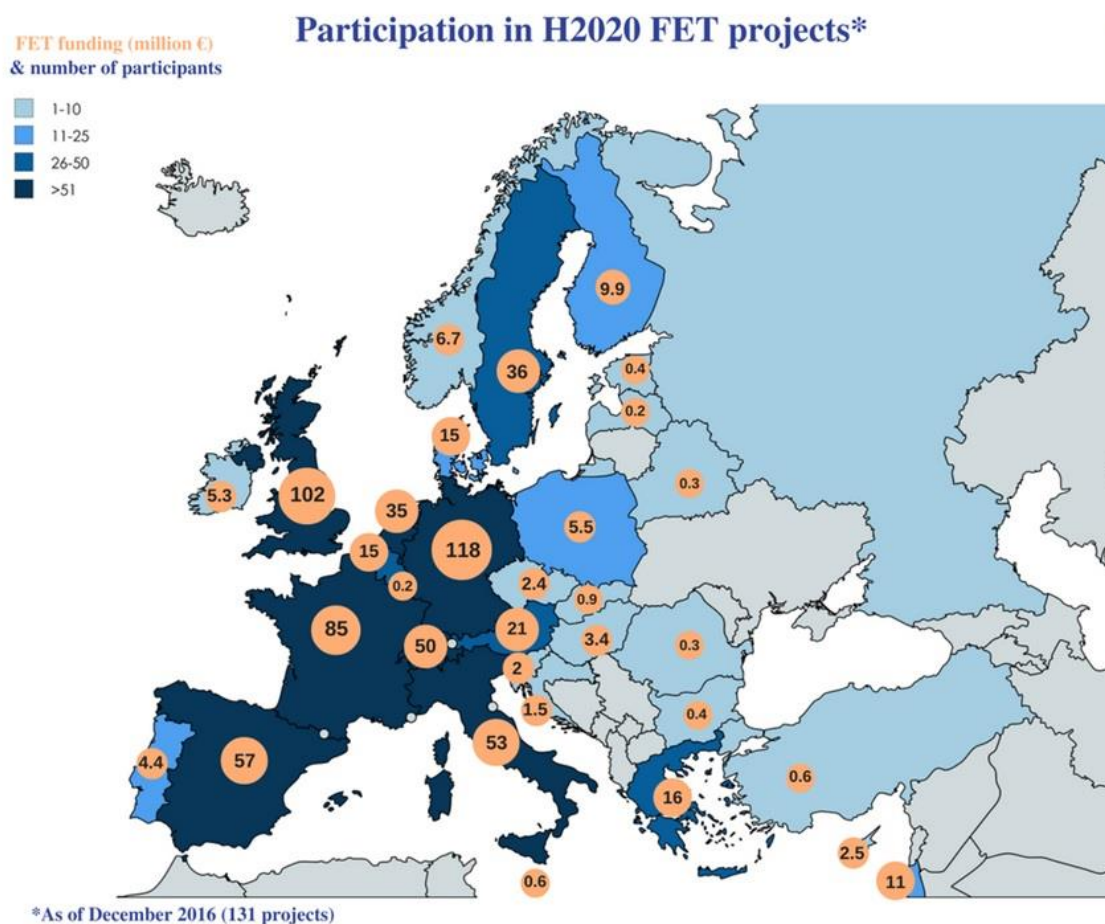
V programu Horizont 2020, který běží od roku 2014, byly české VO zapojeny v 36 projektech (celkem 43 účastí). V tomto programu jsou projekty zaměřeny zejména na aplikační výstupy výzkumu. Pokud provedeme srovnání, pak bylo v letech 2012 - 2017 podpořeno z národních zdrojů 44 projektů s aplikačním dopadem. Znamená to, že čistě objemově je zapojení do mezinárodních výzkumných projektů srovnatelné se zapojením do národních výzkumných projektů v oblasti AI.

Výzkumníci z ČR jsou také zapojeni do některých výzkumných center a asociací působících v Evropě v oblasti AI (viz kap. 6.1.4). V ČR však chybí silná větev některé z uznávaných asociací v oblasti AI, případně vlastní podobná silná zájmová skupina. Jak jsme uvedli v kap. 6.3, stávající sdružení jsou úzce orientovaná, nemají

zatím žádnou historii a nejsou primárně orientovaná na výzkum. V oblasti digitálních hubů jsme identifikovali možné příležitosti, ale zatím nelze hovořit o silném zázemí v ČR. To jsou oblasti, které je nutné podpořit pro další rozvoj mezinárodní spolupráce.

Na obr. 41 ilustrujeme nutnost většího zapojení ČR do programů H2020, které směřují na inovativní a emerging technologie. Dosavadní zapojení je v těchto projektech nízké, účast ČR je téměř řádově nižší, než je účast velikostně srovnatelných zemí (jako je například Rakousko a Nizozemsko).

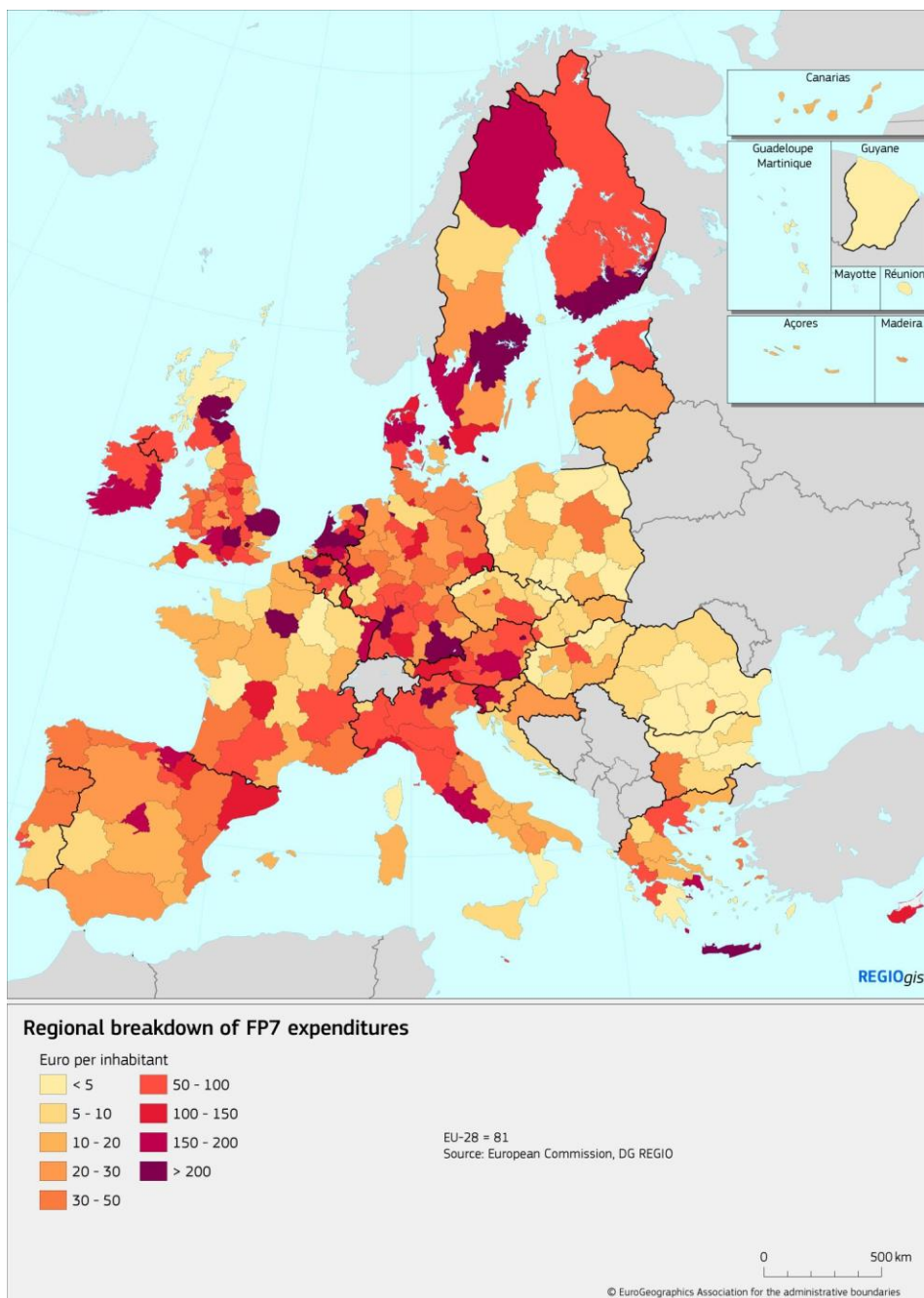
Obr. 41 Zapojení zemí EU do H2020 projektů v oblasti budoucích inovativních a emerging technologií



Zdroj: ec.europa.eu

Na obr. 42 je pak uvedeno regionální rozložení prostředků EK čerpaných ze 7. rámcového programu v € na jednoho obyvatele. Na obrázku je vidět, že podpora EK získaná výzkumnými týmy z téměř všech regionů ČR je v evropském srovnání nízká. Výjimkami je Praha a Jihomoravský kraj, kde působí významné VO, včetně VO aktivních v oblasti AI (viz kap. 6.1). Na obrázku je v těchto souvislostech zajímavá zejména oblast v okolí Mnichova, která je perspektivní rozvoj přeshraniční spolupráce VO z ČR s německými VO. Vysoká účast v 7. RP byla také v okolí Alp v Rakousku, Itálii a Francii, a tedy i tyto regiony jsou perspektivní pro rozvoj mezinárodní výzkumné spolupráce (včetně VaV v oblasti AI).

Obr. 42 Regionální rozložení prostředků čerpaných v FP7. přepočteno jako počet Eur na obyvatele regionu



Zdroj: EK DG Regio

Vyšší zapojení ČR do evropských výzkumných programů (zejména do připravovaného 9. RP s názvem Horizon Europe³¹) je příležitostí pro další rozvoj VaV v oblasti AI, neboť prioritami EU pro období 2021 – 2027 mj. jsou:

- Chytřejší Evropa (inovativní a inteligentní hospodářská transformace)
- Ekologičtější, nízkouhlíková Evropa (včetně přenosu energií, cyklické ekonomiky, přizpůsobení se změně klimatu a řízení rizik)

³¹ Například <https://www.evropskyvyzkum.cz/cs/nastroje-spoluprace/ramcove-programy/9-rp>

- Evropa s větší propojeností (mobilita a propojení s ICT)
- Sociální Evropa (Evropský pilíř sociálních práv)
- Evropa bližší občanům (udržitelný rozvoj městské, venkovské a pobřežní oblasti a místní iniciativy)

8.9 Shrnutí, silné a slabé stránky ČR

Shrnutí

ČR patří mezi země s největším očekávaným dopadem automatizace a technologií využívajících AI, a to zejména v oblastech, jako je výroba, maloobchod, velkoobchod, zdravotnictví a sociální služby, výuka a stavebnictví. V ČR lze navíc očekávat, že automatizace a technologie využívající AI budou mít největší dopad na zaměstnanost a pracovní místa (což souvisí s vysokým podílem manuální automatizovatelné práce), zatímco v jiných zemích bude tento dopad například na produktivitu práce, bezpečnost a kvalitu.

ČR nemá příliš dobré výchozí podmínky zavádění technologií AI, což se týká i využití spolupráce podniků s VO při vývoji technologií AI a rozvoje startup scény v této oblasti. Většina domácích firem se nachází na konci hodnotových řetězců (GVC), ovládaná zahraničními matkami, a lze tedy předpokládat, že kontrolu nad zaváděním inovací budou mít zahraniční matky. Pro domácí VO a zejména firmy dodávající AI řešení to znamená nutnost silné orientace na zahraničí, kam mohou tato řešení dodávat.

K zavádění technologií by měly přispívat projekty realizované v programech účelové podpory VaV. Jak vyplynulo z analýzy, relativně vysoký počet dosud podpořených projektů se však zabýval pouze využitím metod AI jako podpůrného nástroje pro vyřešení úlohy v některém z technických oborů. Značná část projektů byla zaměřena na zpracovatelský průmysl, peněžnictví a pojišťovnictví a zdravotnictví a sociální péči, které, s výjimkou zpracovatelského průmyslu, mají nejnížší míru rizika dopadu AI. Nejméně projektů bylo v oblasti administrativních a podpůrných činností, těžby a dobývání, obchodu, což jsou naopak obory s největší mírou rizika dopadu AI. Některé obory, které budou výrazně ovlivněny nasazením AI a automatizací, nejsou zatím v ČR dostatečně pokryty aplikačním VaV.

Projekty VaV byly zaměřeny zejména na oblast kognitivních schopností, jako je například získávání informací a logické rozhodování. Poměrně vysoký počet projektů se také zabýval zpracováním řeči. V těchto oblastech jsou však současné technologie již natolik pokročilé, že jsou srovnatelné s výkonem člověka, a tedy vhodné pro aplikace. VaV v těchto oblastech by měly být realizován především podniky.

Některé projekty byly zaměřeny také na oblast kreativity, logického uvažování a inteligentních systémů. V těchto oblastech současné systémy využívající AI ve srovnání s lidskou dovedností zatím nedosahují takového pokroku, což je příležitostí zejména pro projekty realizované VO. Příznivé je, že podpořené projekty také řeší některé vysoce aktuální problémy současnosti, jako je robotizace, kybernetická bezpečnost a autonomní dopravní technologie.

Důležitým předpokladem pro realizaci VaV ve vazbě na aktuální potřeby ČR v souvislosti s očekávanými dopady automatizace a technologií využívajících AI je zapracování této problematiky do všech relevantních strategicko-koncepčních dokumentů. Problematika AI však zatím není ve strategicko-koncepčních dokumentech dostatečně řešena, a to zejména v souvislosti s disruptivním charakterem technologií využívajících AI. Současná národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR (RIS3) stanovuje pouze problémové okruhy, které mají vztah k zavádění technologií AI a kde existují příležitosti pro domácí podniky k posílení mezinárodní konkurenceschopnosti využitím těchto technologií. Nedostatečné zohlednění AI ve strategicko-koncepčních dokumentech a nedostatečná reakce domácích podniků se může odrazit na zvětšení propasti ve vlastnictví inovačního know-how mezi domácími firmami a nadnárodními společnostmi a v dalším oslabování pozice domácích podniků, které nebudou včas reagovat na hrozby a příležitosti v souvislosti s nasazováním AI technologií.

Silné stránky	Slabé stránky
- V ČR jsou realizovány VaV projekty podporované z veřejných zdrojů, jejichž výsledky mohou přispět k implementaci technologií AI v řadě odvětví - Počet projektů zaměřených na oblasti AI řešících témata automatizace lidské práce v posledních letech roste - Některé podpořené projekty VaV s aplikačním dopadem míří do oblastí výroby, financí a pojišťovnictví, zdravotní a sociální péče, dopravy a skladování, kde lze očekávat největší dopady AI. - VaV v ČR řeší některé oblasti, kde současně technologie využívající AI zaostávají za schopnostmi člověka, a kde tedy existuje potenciál pro další rozvoj VaV aktivit - Pro podniky v ČR existuje řada příležitostí pro nasazení systémů AI v řadě odvětví, kde lze očekávat vysoký dopad technologií AI a automatizace	- V ČR lze ze všech zemí OECD očekávat největší dopad technologií AI a automatizace na zaměstnanost - Domácí firmy, které se dosud nacházejí na nízkých úrovních v globálních hodnotových řetězcích, vyžadují řešení využívající AI zatím jen v omezené míře - Neuspokojivé podmínky pro zavádění technologií AI, neboť většina domácích firem se nachází na konci hodnotových řetězců nebo je pod zahraniční kontrolou - Nedostatečná vyspělost podnikatelského prostředí - Nedostatek výzkumných pracovníků v relevantních oborech a odborníků (inženýrů) pro náročné pozice v souvislosti se zaváděním technologií využívajících AI - Nevhodné zaměření VaV v řadě projektů podporovaných z veřejných zdrojů s ohledem na aktuální potřeby ČR v souvislosti s dopady AI technologií - Nedostatečné zohlednění AI ve strategicko-koncepčních dokumentech ČR pro oblast VaV, národní strategie rozvoje AI v ČR neexistuje - Nedostatečná spolupráce mezi podniky a VO (resp. aktéry NIS) v některých oblastech - Nedostatečná snaha domácích firem získávat kvalitní výzkumníky ve srovnání se zahraničními firmami - Realokace domácích výzkumníků v souvislosti s tím, jak zahraniční firmy zabývající se VaV v oblasti AI „stahují“ domácí výzkumné pracovníky do svých týmů - V ČR zatím neexistují startupy v některých technologických oblastech, které se v zahraničí rychle rozvíjejí a přitahují investory

Příležitosti

- Systematické zapracování problematiky AI do RIS3 a dalších relevantních strategicko-koncepčních dokumentů (včetně souvislostí s jejím disruptivním charakterem), což umožní vytvořit vhodné a účinné nástroje, které budou odpovídat potřebám podniků a napomohou jim včas reagovat na očekávané dopady zavádění AI technologií a příležitosti, které AI technologie poskytují
- Vytvoření programů cíleně zaměřených na využití AI v konkrétních technologických oblastech, které jsou klíčové v hospodářské struktuře ČR a které umožní včas reagovat na potenciální hrozby či využít

příležitosti, které poskytují technologie AI

- Vytvoření nástrojů napomáhajících ke změně orientace domácích firem z realizace evolučních a nepříliš významných inovací k realizaci disruptivních inovací, které umožní podnikům získat nové trhy a přispějí k socioekonomickému rozvoji ČR
- Vytvoření vhodného systému rekvalifikace, který umožní řešit otázky dlouhodobého nedostatku zaměstnanců a který bude včas reagovat na dopady zavádění AI technologií na zaměstnanost (příležitostí je zejména posunout zaměstnance do oblastí s vyšší přidanou hodnotou).
- Rozvoj spolupráce v NIS, včetně sdílení velkých dat a jejich využívání.

9 Srovnání s iniciativami vybraných zemí

Umělá inteligence je významné téma na národních úrovních a na mezinárodní scéně. Důvodem významný očekávaný dopad nových automatických a autonomních systémů na ekonomiku a společnost. V ekonomických ukazatelích je očekávaný dopad automatizace do roku 2025 v oblasti znalostní ekonomiky, robotiky a autonomní mobility očekáván mezi 6,5 až 12 bilionů € ročně celosvětově. Evropa je přitom v soukromých investicích do AI stále pozadu oproti ostatním vedoucím zemím, jako je USA a Čína. V roce 2016 činily v Evropě tyto investice 2,4-3,2 miliard € ročně, ve srovnání s Asií, kde to bylo 6,5-9,7 miliard € a USA 12,1-18,6 miliard € [37].

AI je významným tématem na úrovni Evropské komise, viz také [38], [37], [39], [45]. Shrnutí uvádíme v následující kapitole.

9.1 AI iniciativy na úrovni EU

Nastávající změna, která bude způsobena nástupem AI systémů, je přirozeně významné téma na úrovni celé Evropské unie. Evropská komise (EK) již investovala značné prostředky do AI kognitivních systémů, robotiky, velkých dat a budoucích vznikajících technologií pro zvýšení evropské konkurenceschopnosti.

INVESTICE EK DO OBLASTÍ UMĚLÉ INTELIGENCE V LETECH 2014 - 2020

AI oblasti	Robotika	Dovednosti
Přibližně 2.6 miliard € v programu Horizon 2020 v oblastech souvisejících s AI jako robotika, big data, zdravotnictví, doprava, nové technologie.	700 milionů € v rámci programu Horizon 2020 + 2.1 miliardy € ze soukromých investic do jednoho z největších civilních výzkumných programů v oblasti inteligentní robotiky na světě.	27 miliard € prostřednictvím evropských strukturálních a investičních fondů na téma Rozvoj dovedností, z nichž Evropský sociální fond investuje, 2.3 miliardy € speciálně do digitálních dovedností.

V dubnu 2018 EK zveřejnila strategický plán pojetí rozvoje AI. Plán zahrnuje průzkum témat a získávání odpovědí na otázky z třech hlavních tematických okruhů AI, které jsou v tuto chvíli považovány za zásadní pro EU [9]. Jedná se o následující okruhy:

1. POSÍLENÍ TECHNOLOGICKÝCH A PRŮMYSLÝCH KAPACIT EU A ZAVEDENÍ AI DO CELÉ EKONOMIKY

Komise podpoří základní výzkum a rovněž přispěje k dalšímu rozšíření inovací na trhu prostřednictvím pilotního projektu Evropské inovační rady. Komise navíc podpoří úsilí členských států vedoucí ke společnému zřízení center excelence v oblasti výzkumu AI v celé Evropě. Cílem je podporovat vytváření sítí a podpořit spolupráci mezi centry, včetně výměny výzkumných pracovníků a spolupráce na společných výzkumných projektech.

Komise rovněž podpoří zavádění AI v celé Evropě a vytvoří soubor nástrojů pro potenciální uživatele se zaměřením na malé a střední podniky, netechnologické podniky a veřejnou správu.

Evropský fond pro strategické investice podpoří rozvoj a zavádění AI v rámci širšího úsilí o podporu digitalizace. Komise společně se svým strategickým partnerem, Evropskou investiční bankou, usiluje o alokaci více než 500 milionů € z celkových investic v období 2018-2020 v celé řadě klíčových odvětví, ve kterých dojde k uplatnění AI systémů.

Kromě toho Evropská komise a Evropský investiční fond právě spustili program VentureEU, který je programem celoevropských fondů rizikového kapitálu ve výši 2,1 miliardy €. Cílem je podpořit investice do inovativních startupů a rychle rostoucích inovativních společností v celé Evropě.

Cílem je podporovat Digitální inovační huby. Digitální inovační huby jsou lokální ekosystémy, které pomáhají zapojeným podnikům v jejich okolí (zejména malým a středním podnikům) využívat digitálních příležitostí. Huby poskytují odborné znalosti v oblasti technologií, testování, dovedností, obchodních modelů, financí, tržní inteligence a vytváření sítí.

2. PŘÍPRAVA NA SOCIOEKONOMICKÉ ZMĚNY

AI přináší velké příležitosti ke zvýšení kvalifikace zaměstnanců a vytvoření nového znalostního potenciálu v ekonomice. Je proto nezbytné budovat podporu v oblasti školení a zvyšování kvalifikace a rekvalifikace, a to na národních úrovních. Zde je možné získat podporu ze strany evropských strukturálních a investičních fondů (podpora rozvoje dovedností s 27 miliardami € v období 2014-2020, z nichž Evropský sociální fond investuje do digitálních dovedností 2,3 miliardy €). Zároveň by mělo dojít k podpoře ze strany soukromého sektoru, který bude potřebovat zapojit více expertů a pracovníků kvalifikovaných pro práci s novými systémy, včetně integrace s výzkumnou sférou.

V roce 2017 bylo vybráno pět průmyslových odvětví pro pilotní projekty, a to automobilový průmysl, námořní technologie, získávání informací o vesmíru/Země, výroba textilu, kůže, oděvů, obuvnictví a cestovní ruch. Nedávno byla doplněna další odvětví (výroba aditiv, obnovitelné energie a zelené technologie a ocelářský průmysl). Plánovaná finanční podpora ze strany EU je ve výši téměř 50 milionů €.

Iniciativa pro digitální příležitosti v odborné přípravě poskytla v létě 2018 přeshraniční stáže pro téměř 6 000 studentů a čerstvých absolventů škol. Studenti všech oborů získali příležitost osvojit si praktické digitální dovednosti v rámci EU v oblastech informačních a komunikačních technologií a AI.

Evropský inovační a technologický institut navrhuje konkrétní programy na magisterském a doktorském stupni, které řeší potřeby vyplývající z digitálního sektoru a digitální transformace. Jedná se o dovednosti potřebné v oblastech AI aplikací, jako je autonomní mobilita, robotika a zpracování obrazu/video s aplikace v oblasti bezpečnosti a ochrany.

3. ZAJIŠTĚNÍ ETICKÝCH A PRÁVNÍCH ASPEKTŮ

Algoritmická transparentnost bude tématem, které bude řešeno v okruhu etických aspektů umělé inteligence, které budou vypracovány do konce roku 2018. Doporučení pro etické aspekty AI budou vycházet z práce relevantních iniciativ, jako je Algorithmic Awareness Building Project, který se bude zabývat otázkami souvisejícími s algoritmickou transparentností, odpovědností a poctivostí.

Události, které vedou k poškozením nebo nehodám způsobeným systémy s AI, vyvolávají otázky související s odpovědností a případnou náhradou škody. Komise má v úmyslu vydat vysvětlující pokyny s ohledem na tyto nové technologie. Vychází přitom z prvotního vyhodnocení odpovědnosti v rámci vznikajících digitálních technologií, které již bylo uveřejněno.

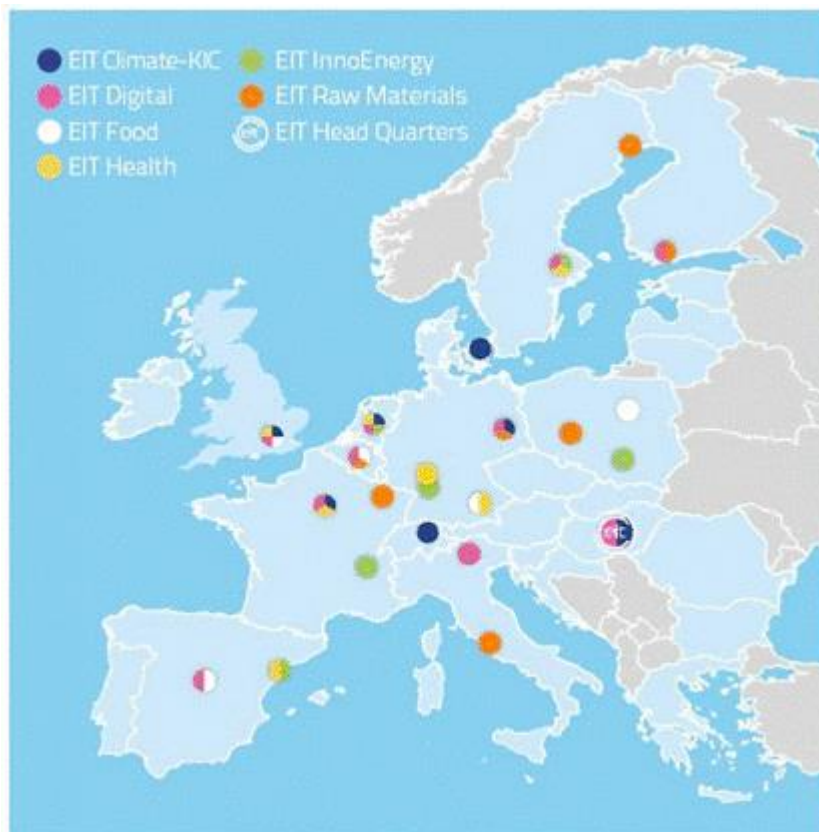
Obecné nařízení o ochraně údajů (GDPR) zajišťuje vysoký standard ochrany osobních údajů. Obsahuje ustanovení o rozhodování založeném výlučně na automatizovaném zpracování, včetně profilování (systémy založené na AI).

Návrhy pokynů k etice týkající se AI budou vypracovány na základě Charty základních práv EU, které bude předcházet rozsáhlá konzultace se zúčastněnými subjekty v rámci AI aliance.

EUROPEAN INSTITUTE OF INNOVATION & TECHNOLOGY

Pokud hovoříme o zapojení ČR do nadnárodních iniciativ, pak nemůžeme zapomínat i na European Institute of Innovation & Technology (EIT), iniciativu inovátorů a podnikatelů, která působí jako nezávislé seskupení na úrovni EU. Na následujícím obrázku je mapa zapojení jednotlivých zemí a oblastí do EIT, která ukazuje slabé zapojení ČR do této iniciativy. ČR je obecně slabší v zapojování se do podobných aktivit na mezinárodní scéně a v této oblasti je velká příležitost pro zlepšení.

Obr. 43 European Institute of Innovation and Technology (EIT), působení v EU



Zdroj: eit.europa.eu

9.2 Národní iniciativy podporující AI v zahraničí

Souhrnný přehled významných subjektů působících v národních iniciativách pro umělou inteligenci v rámci EU je uveden v kap. 6.1.4. V zemích, které strategicky vnímají význam nástupu AI technologií spojených s automatizací, ekonomickými a sociálními změnami, je problematika AI zapracována do strategicko-koncepčních dokumentů. Příkladem jsou strategie Německa a jeho AI platforma, strategie Francie, Velké Británie, severských zemí v oblasti AI a dalších. Jedná se o strategické a ucelené přístupy, které jsou zastřešeny na úrovni EU. Z dalších zemí mají dobře propracovanou strategii zejména USA [40] [41], Čínská lidová republika (více strategických iniciativ centralizovaných na státní úrovni), Kanada a Japonsko [42].

Kanada

V březnu 2017 Kanada spustila Pan-kanadskou strategii umělé inteligence vedenou kanadským neziskovým institutem pro pokročilé výzkumy (CIFAR). S jednorázovou podporou ve výši 98,7 mil. USD má tato strategie čtyři cíle:

- zvýšit počet vynikajících výzkumníků umělé inteligence a kvalifikovaných absolventů v Kanadě;
- vytvořit propojené uzly vědecké excelence v třech hlavních kanadských centrech pro umělou inteligenci v Edmontonu, Montrealu a Torontu;
- rozvíjet globální znalostní směřování v oblasti ekonomických, etických, politických a právních důsledků rozvoje umělé inteligence;
- a podporovat národní vědeckou komunitu v oblasti umělé inteligence.

CIFAR bude v příštích pěti letech dohlížet na několik programů a bude realizovat strategie, které se zaměřují na rozšiřování lidského kapitálu Kanady, zvyšování kanadského mezinárodního profilu v oblasti výzkumu AI a převedení výzkumu AI na aplikace ve veřejném a soukromém sektoru.

Francie: Cílem Francie je vést diskusi o AI a podpořit aktivitu francouzské komunity odborníků na AI, a to na domácí i mezinárodní úrovni, a dohodnout se na nezbytných národních opatřeních. V této iniciativě se Francie zaměřuje na tři hlavní oblasti: 1) výzkum a vzdělávání (odpovědnost ministra pro vysokoškolské vzdělávání, výzkum a inovace), 2) inovace (odpovědnost ministra průmyslu, digitalizace a inovace) a 3) sociální a ekonomické dopady.

Německo: V rámci vědecké a inovační politiky založilo Německo organizaci specializovanou na umělou inteligenci, Německé výzkumné centrum pro umělou inteligenci (DFKI). Toto vedoucí německé centrum vyvíjí aplikace v oblasti AI a je financováno ze soukromých a veřejných (federálních a zemských) příspěvků.

Německo v listopadu 2018 prezentovalo vytvoření vlastní strategie rozvoje AI s ambiciózním plánem, jak se vyrovnat a předstihnout země jako je USA, Čína. Tato strategie bude k dispozici ke konci roku 2018.

USA: Pro USA jsou charakteristické velké investice vedoucích firem, jako je Google, Apple, IBM, Facebook a další, do výzkumu AI a jejích aplikací. Například pouze Google investice spojené s AI byly v roce 2016 odhadnuty na 10-20 miliard USD, včetně dokončených firemních akvizic. Zároveň existuje v USA řada velkých a ekonomicky významných technologických hubů, jako je Silicon Valley a další. Na druhou stranu USA nemají implementovanou aktivní strategii na státní úrovni, kterou by se veřejná správa zapojila do změn, které AI přinese. Implementace změn a formulace strategií je tedy téměř na straně podniků. Tento firemní potenciál v ČR chybí a v dohledné době nelze očekávat jeho významný nárůst.

Čínská lidová republika (ČLR): ČLR má centrálně vypracovaný přístup k zavádění AI a realizuje ho na vládní úrovni. V roce 2016 čínská vláda oznámila, že do roku 2018 vytvoří trh s umělou inteligencí ve výši 15 miliard dolarů. Investice z toho vyplývající jsou patrné například ve statistikách počtu nových patentů a startupů. V červenci 2017 zveřejnila čínská vláda svůj plán rozvoje zavádění AI systémů nové generace. Cílem tohoto plánu je posunout ČLR na pozici světového lídra ve vývoji umělé inteligence a do roku 2030 vytvořit v zemi přední inovační centrum umělé inteligence.

Pro zajímavost uvádíme fáze, ve kterých ČLR tento plán hodlá realizovat:

- Do roku 2020 bude ČLR světovou špičkou v obecném vývoji AI a aplikací. Současně bude průmysl, který zapojuje umělou inteligenci, významnou oblastí ekonomického růstu.
- Do roku 2025 bude umělá inteligence klíčovým hnacím motorem průmyslových a ekonomických změn. ČLR bude vedoucí zemí v oblasti výzkumu a vývoje umělé inteligence a bude široce využívat umělou inteligenci v průmyslu, medicíně, stejně jako v obranném průmyslu.
- Do roku 2030 bude ČLR největším světovým inovačním centrem pro umělou inteligenci. ČLR již dosáhla významného průlomů v oblasti umělé inteligence a do roku 2030 plánuje dosáhnout vedoucí pozice ve využívání umělé inteligence.

Japonsko: Japonský přístup k umělé inteligenci je kombinací amerického a čínského modelu. Je založen na 5. plánu vědy a technologií (2016-2020) japonské Rady pro vědu, technologii a inovace (CSTI). Cílem plánu je profilovat Japonsko jako super inteligentní společnost (Super Smart Society, tj. Společnost 5.0). Program je veden předsedou vlády a jeho specifické podprogramy jsou realizovány vybranými firemními představiteli.

Vize společnosti 5.0 je stav, ve kterém budou všechny potřebné produkty a služby poskytovány v souladu s potřebami lidí harmonicky. V praxi je cílem vytvořit národní program změn, ve kterém společnost působí jako pilotní platforma pro služby občanů, obchodní řešení a sociální změny. Oblasti změn zahrnují:

- odstraňování překážek mezi vládou a ministerstvy,
- odstranění legislativních překážek,
- odstranění technologických překážek,
- zvyšování vzdělání a získávání více odborníků,
- vytvoření etického kodexu.

V Evropské unii existuje představa o budoucí strategii, hlavní kroky pak realizují jednotlivé členské státy. Řada členských zemí má již vybudované národní strategie, jiné zatím v této oblasti nepodnikly žádné hmatatelné kroky. Do této skupiny patří ČR. Nejvýznamněji podpora umělé inteligence na úrovni EU je v současnosti promítnuta do programu Horizon 2020.

9.3 Finský příklad dobré praxe a možnosti iniciativ v ČR

V ČR zatím národní strategie pro podchycení změn souvisejících s nástupem systémů umělé inteligence, chybí. Nejblíže tomuto tématu jsou strategie RIS3 a Národní inovační strategie. Tyto strategie jsou ale založeny na obecné úrovni a nevěnují se specificky disruptivním změnám, které přicházejí s automatizací pomocí AI metod a jejich následným dopadům na ekonomiku a společnost. Tyto dvě národní strategie jsme stručně shrnuli v kap. 8.6. V případě ČR tedy nejde ani tak o srovnání české národní strategie s ostatními, ale spíše o ukázání na nejlepší praktiky ze zemí, které jsou svým ekonomickým a sociálním postavením blízké ČR.

Vzhledem k postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích jsou pro ČR nejbližší země V4. Ani zde však neexistuje žádná ucelená strategie na národní úrovni. Za této situace je nejvhodnější shrnutí praktik a strategií severských zemí, zejména Finska, které je agilním účastníkem na poli změn přicházejících s rozvojem AI [43]. Zde řešená témata jsou relevantní i pro strategii ČR. Pokud se pak podíváme na strategie ostatních zemí, zjistíme, že jsou v klíčových bodech shodné. Odlišnosti národních strategií jsou dány právě zejména stavem ekonomiky a postavením příslušné země v GVC. USA tak například jako

významný problém řeší vliv outsourcovaných pracovních příležitostí a s tím souvisejících změn v globálních vazbách. To je sice také pro ČR relevantní téma, ale v opačném směru, tedy jako země, která stojí na druhém konci těchto vazeb.

Z tohoto důvodu budou v následující části diskutovány možnosti směřování ČR s přihlédnutím k dobrým praktikám, které vyplývají z Finské strategie.

Jako hlavní otázky k řešení na národní úrovni vybíráme:

- (1) Jak může nejlépe veřejný a soukromý sektor zajistit, že podniky dostanou adekvátní podporu při vývoji a zavádění inovací založených na umělé inteligenci?
- (2) Jak může datově orientované podnikání získávat prospěch ze sekundárního využívání informačních zdrojů veřejného sektoru?
- (3) Jak nás umělá inteligence ovlivní jako jednotlivce a jaký dopad bude mít na trh práce? Jaký bude širší dopad na společnost a jak se na něj připravit?
- (4) Jaká opatření se od veřejného sektoru očekávají a vyžadují tak, jak se postupně dostáváme do věku umělé inteligence?

Pro odpovědi na tyto a podobné otázky je ve Finsku vždy sestavena skupina odborníků na národní úrovni, případně je využíváno odborností již existujícího sdružení. Za nejdůležitější je přitom považován okruh otázek souvisejících s dopady zavádění AI na trh práce, na jednotlivce a společnost, a jak se na tuto skutečnost připravit. V tomto kontextu jsou přípravou myšleny nejen rekvalifikace, ale i změny na úrovni školství, a to směrem od základního dále. Důvodem, proč je toto téma řešeno takto komplexně, je očekávaný disruptivní dopad AI technologií. Tedy dopad nejen do práce s nízkou kvalifikací, ale průřezově přes všechny typy zaměstnání a všechny obory, včetně prací vyžadující vysokou kvalifikaci, které jsou dobře platově ohodnoceny. Příkladem je očekávaný dopad do profesí, jako jsou lékaři, manažeři, účetní a další.

Finsko očekává, že schopnost růstu ekonomiky v následujícím období je až ze dvou třetin založena na využívání nových technologií. IT technologie a AI mají v tomto směru vedoucí postavení. Finská analýza ekonomického růstu do roku 2030 předpokládá, že pokud se nepodchytí změny a možnosti přicházející s implementací AI, pokud Finsko zaostane za ostatními zeměmi v této oblasti a zaměří se pouze na zlepšování efektivity současných aktivit, pak HDP vzroste meziročně o 0,8 % a zaměstnanost ročně klesne o 0,5 %. Pokud se ovšem aktivně přistoupí k využívání AI technologií a podpoří se růst v nových oblastech, pak HDP meziročně poroste o 3 % a zaměstnanost stoupne o 5 %. Jde tedy o vysoký potenciál. Zároveň se očekává, že AI zcela jednoznačně rozdělí firmy na ty, které benefitují z AI, a na ty, co výrazně ztrácejí a díky ignorování nástupu AI zůstávají pozadu.

Veřejný sektor bude mít ze zavádění systému s podporou AI významný prospěch, bude vytvořena výjimečná příležitost k urychlení vývoje v oblasti poskytování služeb veřejnosti. Bude možné realizovat služby, které předpovídají potřeby a poskytují cílená řešení. Zároveň budou schopny efektivněji a účinněji reagovat na potřeby a životní situace každého jednotlivého občana ve své různorodosti.

Občané budou moci využívat nové pracovní příležitosti, přinášející zvyšování kvalifikace a lepší pracovní ohodnocení. To samozřejmě zahrnuje i přechodné fáze, které zákonitě přinesou specifické problémy a nejistotu spojenou se zánikem některých pracovních pozic.

AI potřebuje k plnému využití svého potenciálu další podpůrné technologie, zejména datové zdroje. Je tedy významné a zásadní řešit následující otázky spojené s přípravou na zavádění AI:

- (1) Jak můžeme zajistit, aby potenciál, který nabízí umělá inteligence, byl v plném rozsahu využit pro zajištění konkurenceschopnosti a hospodářského růstu v podnikání?

- (2) Jak můžeme zajistit, aby veřejný sektor mohl ve svých vlastních činnostech využít možnosti, které poskytuje umělá inteligence, a byl tak schopen efektivně vytvářet vysoce kvalitní veřejné služby?
- (3) Jak můžeme zajistit, aby se naše sociální struktury přizpůsobily změnám, které přináší umělá inteligence, a abychom byli i nadále dobře fungující a prosperující společností?

Stejně jako ve Finsku, i v ČR je omezený vnitřní trh a nejvýznamnějším faktorem ekonomického růstu je budoucí technologický rozvoj, a to jak v soukromém, tak ve veřejném sektoru. Situace v ČR se od Finska liší v existujících možnostech zavádění AI technologií a jejich pozitivním přímém dopadu na ekonomiku. Díky postavení ČR v GVC je u nás situace horší. Implementace nových technologií v nadnárodních firmách, které své zisky realizují mimo ČR, nebude mít pozitivní dopad na ekonomiku ČR. Toto je téma, které je závažné pro ČR a mělo by být řešeno s vysokou prioritou.

Obavy ze ztráty zaměstnání v ČR mohou být založeny na dvou relevantních změnách přicházejících se zavádění AI:

- Automatizace lidské práce v oborech s vysokým potenciálem automatizace. V ČR se jedná o téměř polovinu pracovních pozic (viz kap. 8.5), a jde tedy o jeden z největších objemů v zemích OECD (ČR je na 4 místě).
- Automatizace lidské práce v zahraničních centrálních nadnárodních firem, které mají pobočky v ČR. Zajištění zaměstnanosti v centrálních bude způsobovat odliv pracovních míst ze zemí, do kterých se v předchozích fázích přemísťovala výroba. Dopad zavádění AI systémů na země jako je ČR, bude tedy urychlen zvýšením produktivity ve vyspělejších zemích a snahou zachovat zde odpovídající zaměstnanost.

To jsou pro ČR další možné vážné dopady zavádění AI vedle těch, kterým čelí vyspělejší ekonomiky s lepším postavením v GVC.

Zavádění technologií AI přinese potřebu po vyšší odbornosti pracovníků a s tím související nutnost zajišťování nových expertních znalostí. To spolu s nutností vyšší kvalifikace pro zaměstnance přinese i jejich vyšší platové ohodnocení. Pro ČR to ale může znamenat nezvykle velký skok ve vnímání krátkodobých potřeb ekonomiky. Nyní jsme silně přesvědčováni, že je nutné reagovat zejména na nedostatek profesí s nižší kvalifikací, posilovat učňovské školství a zásobovat podniky pracovníky s nízkou kvalifikací. Změna, přicházející s nasazením AI systémů nebude tomuto „intuitivnímu“ vývoji nakloněna. Ve vyspělejších zemích přitom není situace tak vyostřená a neočekává se, že nástup AI způsobí takový propad zaměstnanosti. ČR je, pokud vezmeme v úvahu krátkodobý vývoj a současné směřování, v opačné situaci. Do ČR zatím ještě plně nedospěly změny, které již podniky postavené výše v GVC implementují.

Změny a nové vazby, které přinese zavádění metod AI, bude mít globální charakter. Takové budou i požadavky na nové pracovní příležitosti a orientaci firem v mezinárodním měřítku. I vzhledem k údajům o nízké orientaci českých startupů na mezinárodní trh, které jsme uvedli v kap. 6.2.2, bude tato situace vyžadovat zásadní změnu v přístupu českých firem k mezinárodní spolupráci a k mezinárodním trhům. Tato změna bude náročná. Obtížné výchozí postavení lze vidět i ve spolupráci českých podniků s univerzitami v oblasti VaV, která je stále zaměřena na lokální produktové zlepšování a zatím nepočítá s potřebou disruptivních inovací.

Je zřejmé, že hlavní vývoj a zavádění AI proběhne mimo ČR. ČR se musí chopit stávajících příležitostí rychle a těžit z výhod změn. To lze pouze okamžitou přípravou. Hlavním momentem je zapojení do mezinárodních kooperací, podniky jsou hlavními iniciátory a příjemci AI řešení, výzkum tuto změnu posiluje a vzdělávání je zásadní podporou.

Jaké jsou tedy příležitosti k podpoře ekonomiky založené na digitálních technologiích nové generace? V následujícím výčtu uvádíme ty, které jsou klíčové a zároveň se již projevují v současnosti.

PŘÍLEŽITOSTI ROZVOJE STARTUPOVÉHO EKOSYSTÉMU

Rozvoj startup ekosystému je klíčový pro zapojení ČR do mezinárodní digitální ekonomiky. V ČR nelze očekávat vznik nových nadnárodních korporací oblasti AI s většinovým podílem českých subjektů. Zaměření na budování malých a středních inovačních podniků je realistické a podpora mezinárodního přesahu těchto podniků je klíčová. Strategické oblasti pro rozvoj jsou následující:

- **Nová vlna robotizace:** s nástupem nových, flexibilnějších, cenově dostupnějších robotů s otevřeným operačním systémem bude i pro startupy dostupné pořízení malé výrobní linky, testovacího pracoviště, nebo biolaboratoře. Rozvoj robotických systémů je pro startup firmy zásadní inovací, která umožní inovativním technologickým firmám malosériovou výrobu s nízkými náklady. Budoucí příležitost leží v malých provozech, flexibilní výrobě a řízení v přímé vazbě/koooperaci s člověkem.
- **Rizikový kapitál má podporovat testování nových možností:** současné startupy v ČR jsou ze 78 % nastaveny na samofinancování. Venture kapitál je určen k ověřování a testování nových nápadů a vstupu na zahraniční trhy. Má být rizikový, nemá to být jistota po několika letech firemního živení. Mentalita současných startupů v ČR takto zatím není plně nastavena. Je žádoucí změnit prostředí směrem k testování nových možností s kalkulovaným a nestigmatizovaným rizikem neúspěchu, podpořit tím rychlý produkční cyklus a usnadnit přístup na zahraniční trhy.
- **Sdílení dat a přeměna dat v produkt,** a to nejen zpřístupněním dat z veřejné sféry, ale také odstraněním bariér při sdílení dat mezi startupy, například pro ověřování a trénování AI systémů. Prioritou je vyjasnění role státní regulace, a obecná profesionalizace ve sdílení dat bez byrokratických obstrukcí. Data jsou v budoucí ekonomice významným produktem. AI systémy natrénované nad těmito daty jsou těžištěm produktového fungování AI startupů. Ve veřejném prostoru je sdílení dat v současnosti vnímáno negativně a je spojeno s úniky osobních dat a zneužíváním. Klíčová je potřeba oddělit zneužívání od smysluplného používání dat.
- **Snížení regulační bariéry pro vznik a provoz nových firem:** ČR nemá dobré podmínky pro rychlý vznik firem a jejich vstup na trh, zejména na mezinárodní. Existence řady státních regulací, kontrol, daňové regulace, to jsou věci, které startupům extrémně komplikují život. Zde je velký prostor pro zlepšení, které musí vyjít ze strany orgánů státní správy.
- **Podpora pilotování produktů, vytváření sdílené ekonomiky:** rychlé odzkoušení produktu na cílovém trhu, vytvoření produktu bez náročného budování firemních struktur a dosažení na větší zakázky je možné pouze prostřednictvím sdílení výrobních řetězců či integrace dílů do větších produktů. Tomu mohou napomáhat digitální inovační huby, které nebudou poskytovat pouze pronájem prostor, ale budou také nástrojem pro produktové integrace, a zejména pak pro sdílený přístup na zahraniční trhy.

PROPOJENÍ VEŘEJNÉHO A PRIVÁTNÍHO SEKTORU, ŘEŠENÍ VELKÝCH TÉMAT

Nebudeme hovořit o změně regulace ve veřejném sektoru, ani automatizaci jeho služeb, to je přirozený vývoj, a nástroje AI si sem naleznou cestu, pokud bude existovat rozumná vůle. Ve veřejném sektoru je řada zajímavých příležitostí pro strategické zaměření směrem k využití AI technologií:

- **Zpřístupnění a sdílení dat:** shromažďování a sdílení dat z veřejného sektoru by měla být prioritou číslo jedna, a to zejména vyhledávání vhodných dat k otevřenému sdílení, jejich údržba a



rozšiřování. Může se jednat o data z dopravních infrastruktur, anonymizovaná data z kamerových systémů, zdravotnická data a další. Pokud je problém i široké zpřístupnění dat jízdních řádů z veřejně podporované dopravy, pak systém vyžaduje razantní zlepšení a pozornost.

- **Zdravotnictví a sociální služby:** jedná se o velké téma, kdy automatizace umožní řádové zkvalitnění zdravotnické péče a diagnostiky. Jednoduchým příkladem současných problémů při zavádění obdobných systémů je implementace systému elektronických receptů. Obdobné koncepty musí od samého začátku obsahovat integraci nadstavbového vyhodnocovacího systému, jako je například kontradikce léčiv a další. Realita současné praxe je taková, že je s obtížemi zaveden základní systém a nadstavbové vyhodnocování existujících dat se zavádí s velkým zpožděním a s nedostatečným nárůstem přidané hodnoty. V tomto případě není například rok od zavedení systému do používání připravena ani indikace obdobných léčiv s jinými názvy a není zřejmé, kdy taková funkcionalita bude přístupná.
- **Školství a rekvalifikace:** při nasazování metod AI hovoříme o měkkých znalostech, virtuálních konceptech, simulacích událostí, které se odehrávají v abstraktních prostředích. To vše je velká výzva pro vzdělávání, školství a rekvalifikace. S výjimkou univerzit na to vzdělávací systém v současnosti není zásadním způsobem připraven. Výuka informatiky jako takové, tedy informatického myšlení, na základním stupni neexistuje (neplést s výukou používání aplikací, jako jsou MS Office).
- **Spolupráce veřejného a privátního sektoru:** ČR by mohla přispívat v celosvětových výzvách při spolupráci veřejného a privátního sektoru. Lze vytvořit prostředí, ve kterém stát poskytne možnost sestavit AI systémy a otestovat nad typickými anonymizovanými daty, a následně, po autorizaci, zapojit tyto systémy do své správy a poskytovat tak uživatelům rozšíření svých služeb, a to bez narušení práv a soukromí uživatelů. Jde o možnost inkrementálního dodávání různých služeb různými dodavateli. Současná praxe dodávání rozsáhlých systémů v dlouhém vývojovém cyklu je v privátním sektoru dávno překonána. Velkou výzvou je zavedení agilních metod práce do veřejné správy.
- **Energetika:** ČR je centrálním uzlem rozvodné elektrické sítě EU s tranzitními toky. Lze navrhnout a prosadit projekty jdoucí napříč sektory s významným mezinárodním dopadem, které by řešily nové výzvy v prodeji a distribuci elektrické energie. Stačí k tomu propojení státní sféry s výzkumnými projekty a firmami, které jsou schopny takové realizace.
- **Inteligentní transportní veřejné systémy:** sběr a využívání dat z dopravních systémů pro efektivní logistiku, autonomní mobilitu a elektrifikaci dopravních systémů. To vyžaduje podporu státní správy k datům a případnou úpravu regulace.

KYBERNETICKÁ BEZPEČNOST A BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY

ČR se vyprofilovala jako země s významnými řešeními na poli kybernetické bezpečnosti. Působí zde firmy jako Avast, startupy v oblasti internetové bezpečnosti a také startupy ve fyzické bezpečnosti a biometrickém zabezpečení. S širším nástupem AI by se tato oblast mohla vyprofilovat jako další klíčový ekonomický směr ČR. Kapacita pro kreativní řešení již v ČR existuje. Zatím nevyužitý potenciál je například v oblastech jako autonomní mobilita a její zabezpečení, hybridní hrozby a nové výzvy v žurnalistice a šíření zpráv, zabezpečení kritických infrastruktur a domácností.

PŘÍSTUP NA ZAHRANIČNÍ TRHY

Státní organizace jako CzechInvest se soustřeďují na podporu začínajících firem, a rovněž jejich zapojování v zahraničních inkubátorech. Tato podpora však dle průzkumu ve startupech není dostatečná. Vstup na

zahraniční trhy je stále většinově vnímán jako lukrativní a privilegovaná záležitost. Chybí přirozená a prioritní orientace nových firem na zahraniční trh. V digitální ekonomice toho lze dosáhnout i bez fyzického působení v daném teritoriu, podmínkou k tomu je správné portfolio služeb a produktů. Podpora směřování do kategorií služeb a produktů, které uspějí na zahraničním trhu, je klíčová a měla by vycházet z podstaty startup ekosystému, tedy inkubátorů, VC a programů veřejné podpory. Programy zaměřené na přístup startupů na mezinárodní scénu by měly být běžně a rychle dostupné a neměly by nést příznak exkluzivity a výjimečnosti.

V digitální ekonomice je přístup na zahraniční trhy snazší, zároveň ale vyžaduje jednoduchou státní regulaci a průhledné systémy jak daňové, tak i normativní, právní a bankovní. Harmonizace trhu EU a práce s autorským právem v EU probíhá a ČR má možnost zlepšovat prostředí, které bude příznivé pro nové služby digitální ekonomiky. Velice často je harmonizace v této oblasti brána jako nadbytečná regulace, nikoli jako prostor pro zlepšení fungování ekonomiky. Například harmonizace v oblasti fungování elektronických obchodů, včetně odstranění bariér v přeshraničním elektronickém obchodování, a participace ČR na těchto procesech v rámci EK by měla být pro politiku ČR prioritou, jelikož její digitální ekonomika bude na těchto procesech závislá.

VÝZKUM A VÝVOJ

Výzkum a vývoj je rozsáhlé téma a obsahuje velký potenciál pro další rozvoj v oblasti technologií umělé inteligence. Velkou příležitostí je široký záběr, který AI technologie vyžadují pro svoji realizaci. Ten je od základní teoretické matematiky až po softwarové trénování učících se systémů, které může být rutinní technickou činností.

Rádi bychom akcentovali zejména zásadní nutnost zapojení do mezinárodního výzkumu v oblasti AI, především do asociací, které již existují a jsou zásadní pro další formování AI scény v EU. Zdůrazňujeme nutnost působení v mezinárodním měřítku a přizpůsobení a nastavené regionálních inovačních strategií. V době digitální ekonomiky jsou mezinárodní vazby výchozím nezbytným minimem.

Druhou stranou mince je následná poptávka po komercializaci výzkumných výsledků. Ta u významných výsledků s mezinárodním přesahem většinou začíná a končí u zahraničních firem, včetně lidských zdrojů, a to právě díky nízkému zastoupení silných inovačních firem s českým vlastnictvím. Promítá se nedostatek velkých odběratelů výzkumných výsledků, kteří by měli v ČR i své zakladatele a centrály. A spolu s bariérami v transferu duševního vlastnictví z výzkumu do aplikací se znovu dostáváme k potřebám rozvoje startupové scény v ČR.

10 Workshop AI a hlavní postřehy z technologické části

K dopadům zavádění AI technologií v ČR byla věnována jedna ze tří částí workshopu, který byl uspořádán v rámci tohoto projektu a kterého se účastnili experti z veřejného, privátního a akademického sektoru. V části věnované tématům, která jsou rozebírána v této studii, byly diskutovány otázky spojené s pozicí ČR v AI, zejména pak:

- Je v ČR dostatečný trh a poptávka po implementaci AI řešení? Vnímají firmy v ČR potřebu zavádět takováto řešení, a to i jako přípravu na budoucí vývoj?
- Jsou české společnosti schopny dodávat AI řešení na zahraniční trh a pokud ne, co jim v tom případně brání? Jak se střetávají s konkurencí?
- Jaká podpora na národní úrovni by dle vás byla smysluplná pro rozvoj AI v ČR? Včetně školství, průmyslu, výzkumu, podnikání, investic?
- Jaké AI technologie vnímáte jako klíčové pro nasazování v nejbližší době a jaké v delším horizontu a v jakých odvětvích?

V následujícím textu uvádíme hlavní postřehy a příspěvky panelistů a publika k těmto otázkám a k tomuto tématu, rozdělené dle sektorů, tedy výzkum, veřejná správa a firemní sektor:

Výzkumné organizace

- Na trhu práce není dostatek kvalifikované síly, je málo AI pracovních míst, není velká tradice v efektivní spolupráci mezi výzkumem a podniky, ve využívání sponzorovaného výzkumu velkými firmami.
- ČR musí být nezávislá v AI, musí rychle implementovat a vstřebávat. Klíčem úspěchu je kvalifikovaná pracovní síla.
- Lze podporovat prostředí, financování startupů, alespoň v prvotních fázích. Je nutné podporovat výzkum v AI, přitahovat zahraniční vědce, doktorandy. Pak tu mohou vyrůst kvalitnější učitelé, kteří jsou klíčoví pro celý systém. Tlačit vzdělávání v AI i v základním školství.
- Platy v zahraničí v AI jsou významně vyšší než v ČR, ČR v tomto nemůže konkurovat. Navíc existují velké byrokratické překážky pro zahraniční příchozí pracovníky, nejsme schopni získávat kvalitní zahraniční experty. Zlepšení v této oblasti je zásadní nutností.
- Stát a podniky by se měly společně podílet na financování platů učitelů.
- Pokud se budou AI technologie zavádět pouze přístupem odspodu, nedojde k požadovanému rychlému zlepšení. Je nutné realizovat strategie, prohlášení a iniciativy na vládní úrovni. V současnosti chybí politický lídr, který by měl tuto agendu za vlastní. Toto téma je zapotřebí prosazovat.
- V ČR je nízká valuace startup technologických firem, chybí vládní fondy pro startupy. Stát může přispět ke snižování rizika přenosu AI do praxe, zlepšit práci s intelektuálním vlastnictvím ve veřejných organizacích a podporovat jeho transfer do aplikační sféry.

Veřejná správa

- Rozvoj AI není národní záležitost. Je nutné maximalizovat získávání expertů a zapojit se do vyspělých sítí, izolace je špatná cesta.
- Využití AI není pouze otázkou technologickou, jedná se o komplexní téma, zasahující do veřejné správy, sociální oblasti a společenského života. Příkladem je využití AI technologií k ovlivňování mínění lidí a například i volebního chování, což bylo v nedávné době patrné například v USA či Velké Británii. Země, které dopady AI nezachytí, budou mít výrazně zhoršenou pozici v dalším vývoji.

- Dříve bylo zřízeno ministerstvo pro informatiku, zřejmě byla chyba ho zrušit. Vláda má představu digitálního koordinátora pro ČR, struktury s kapacitou obdobnou ministerstvu, což je i ve vládním prohlášení. Musí se získat obecná politická podpora prostřednictvím zastupitelských orgánů, senátu, sněmovny. Je zapotřebí se zapojit do společných projektů ostatních EU států.
- Možnosti vlády jsou omezené, legislativní proces trvá cca dva roky, s čímž je nutné počítat. Zajištění politické podpory je důležité. Plánují se konference na téma digitální ČR.
- Důležitá je osvěta, představení situace lidem. Lze realizovat konkrétní dílčí aktivity.

Firemní sféra

- Existuje plošná poptávka po AI, firmy si to uvědomují, ale ne všechny realizují.
- AI nebude nahrazovat lidi v práci, ale bude přidávat novou hodnotu, například ve zdravotnictví, zpracování obrazu a videa, prediktivní údržbě a logistice.
- Chybí strategie ČR na národní úrovni. Chybí podpora hubů pro AI.
- Je nutné ukončit regulační vakuum. Musí být upravena legislativa tak, aby fungovaly projekty pro společnost, veřejnost.
- Zapojení do EU projektů v AI je nízké.
- Existuje velký zájem o výuku v AI ze strany studentů. Je důležité využít potenciál studentů a stimulovat zakládání startupů. Zároveň je zapotřebí odstranit (administrativní) překážky, které mají tyto subjekty s navázáním formální spolupráce s univerzitami (ukazuje se, že snazší neformální spolupráce).
- V ČR je špatná situace ve firemní sféře, firmy nemají zájem o inovace. Velké zahraniční firmy mají otevřené dveře pro inovace, chtějí je a jsou v tom agilní, v ČR tento přístup chybí. Podpora poskytovaná TA ČR situaci nelepší, stejně jako nákup nových strojů a výrobních linek. Veřejný sektor neimplementuje inovace.
- Výzkum je otevřená komunita, vznikají špičkové články, zapotřebí je také podporovat aplikovaný výzkum. V zahraničí je větší důraz na podporu výzkumu.
- Je nutné podpořit vytváření datových souborů a expertů, kteří pracují se soubory dat. Je potřebné realizovat kurzy na vyzkoušení práce se soubory dat tak, aby si zájemci mohli osvojit tyto činnosti a získat novou kvalifikaci.
- V ČR chybí pozitivní příklady. Chybí šíření dobrých praktik a individuálních přístupů.

11 Příležitosti k rozvoji výzkumného a aplikačního prostředí pro AI a doporučení

11.1 Příležitosti k rozvoji výzkumného a aplikačního prostředí pro AI

Postavení ČR v globálních hodnotových řetězcích významně ovlivňuje možnosti a charakter zavádění AI v ČR a také spolupráci průmyslu s výzkumnými organizacemi a rozvoj startup scény. Lze konstatovat, že ČR nemá v tomto směru dobré výchozí podmínky. Většina firem je na konci hodnotových řetězců, ovládaná zahraničními matkami. Kontrolu nad zaváděním inovací a jejich schvalováním budou mít zahraniční matky. Pro české výzkumné organizace a firmy dodávající AI řešení to znamená nutnost silné orientace na zahraničí, kam mohou tato řešení dodávat. Jak také vyplývá ze statistik veřejně podporovaných VaV projektů, české firmy jsou objemově menší a zavádění AI systémů nemají zatím jako prioritu. Podchycení nových trhů s AI technologiemi novými malými a středními podniky je pro ekonomiku ČR zásadní a může výrazným způsobem zlepšit konkurenceschopnost ČR.

Pro rozvoj digitální ekonomiky je důležitá realizace kvalitativního posunu spolupráce mezi aktéry inovačního systému. Zatímco nadnárodní firmy, které v ČR působí, hledají globální zlepšení a disruptivní inovace, české firmy ve spolupracích hledají zatím zejména lokální řešení a drobnější evoluční inovace. Příležitostí je změna tohoto modelu chování českých firem a dosažení kvalitativního skoku v produktivitě. S tím souvisí i potřeba jednodušší a efektivnější spolupráce s výzkumnými organizacemi a zejména jednoduššího přístupu malých firem k využitelnému duševnímu vlastnictví vznikajícímu ve výzkumných organizacích.

Za klíčový moment dalšího možného rozvoje spolupráce a zavádění AI technologií lze považovat zejména sdílení velkých dat. Velká data jsou klíčová pro trénování AI systémů. Přístup k vybraným datům z veřejné správy a legislativní pomoc při využívání těchto dat je zásadním tématem, které podpoří další rozvoj spolupráce aktérů NIS v oblasti AI. Samostatnou kapitolu pak tvoří sdílení velkých dat v rámci soukromého sektoru a podpora takových kroků (např. iniciativa Data Trusts ve Spojeném království³²).

Výzkumné organizace v ČR jsou zapojeny do mezinárodního výzkumu. Většina těchto spoluprací se odehrává s Německem, UK, Itálií, Francií, Španělskem a Nizozemskem. Malé množství spoluprací je se severskými zeměmi, které jsou v oblasti AI velice aktivní. V rozvoji těchto spoluprací je příležitost k dalšímu posunu výzkumu AI v ČR. Zapojení firem s majoritou českých vlastníků do takovýchto projektů je nízké a představuje velkou příležitost k dalšímu rozvoji.

V Evropě působí řada organizací a asociací v oblasti AI. Výzkumníci s ČR jsou do některých asociací zapojeni. V ČR však chybí silná větev některé z uznávaných asociací v oblasti AI, případně vlastní podobná silná zájmová skupina. Příležitostí je rozvoj takové organizace v ČR.

Veřejný sektor zatím stále zaostává za podnikatelským, ale se zvyšující se mírou zavádění AI vznikají ve veřejném sektoru značné příležitosti pro čerpání výhod AI. Umělá inteligence pomůže veřejnému sektoru stát se účinným a personalizovaným poskytovatelem služeb. AI přinese také významné změny na společenské úrovni. Trh práce prožije revoluci, některé tradiční práce zmizí a na jejím místě vzniknou nové. Zajištění vzdělávání a růstu odborných znalostí bude hrát klíčovou roli a pomůže společnosti přizpůsobit se této změně.

FIRMY MAJÍ VEDOUCÍ POSTAVENÍ PŘI ZAVÁDĚNÍ TECHNOLOGIÍ AI DO PRAXE

Firmy přirozeně zavádějí metody AI do praxe a představují hlavní faktor při udávání budoucích směrů. Tento vliv je větší, než jaký mají národní iniciativy, které postupně následují nové trendy, snaží se je podchytit a dále rozvíjet. Přirozeně také mají firmy přístup k potřebným zdrojům a datům, na kterých je možné AI systémy stavět. Přitom i veřejná sféra disponuje značným zdrojem využitelných dat, a to jak pro automatizaci vlastních služeb a jejich vylepšení, tak jako zdroj pro firmy, které mohou rozšiřovat a propojovat své systémy pro poskytování služeb veřejnosti.

³² <https://theodi.org/article/what-is-a-data-trust/>

MEZINÁRODNÍ SPOLUPRÁCE JE KLÍČOVÁ

Mezinárodní spolupráce aktérů z ČR a prezentace ČR jako místa zajímavého pro zahraniční AI aktéry je klíčová pro zajištění konkurenceschopnosti ČR. Ekosystém podporující výzkum, vývoj a zavádění AI do praxe je v ČR zatím fragmentovaný. Centra, která by se blížila představě funkčních digitálních inovačních hubů, zatím chybí. Propojování jednotlivých aktérů na mezinárodní úrovni je vysoce potřebným krokem.

AI NAPOMŮŽE K VYTVOŘENÍ EFEKTIVNĚJŠÍHO VEŘEJNÉHO SEKTORU

Implementace automatizovaných a autonomních systémů ve státní správě a využití dat k učení těchto systémů pomůže významně zlepšit služby občanům a přinese nové typy služeb. Slabinou je nízká propojenost systémů mezi jednotlivými typy veřejných služeb. Hranice mezi poskytovateli veřejných služeb také definují hranice mezi datovými systémy. Implementace AI technologií tyto hranice naruší a odstraní. Bude daleko snazší získávat relevantní zpětnou vazbu o efektivitě služeb a zlepšovat je v přímé zpětné vazbě díky samoučícím mechanismům. Současný proces je v tomto směru velmi neflexibilní a zdlouhavý.

NÁSTUP AI ZMĚNÍ SPOLEČNOST

Dopad bude do všech sektorů

Potřeba nových metod vzdělávání, rekvalifikace, změna typu a kvality pracovních míst, změny ve veřejném sektoru a poskytování služeb, práce s daty, to vše jsou změny, které budou mít dopad na společnost, na každého jednotlivce a průmyslové sektory. Adaptace a změny ve společnosti jsou přirozeně pomalejší, nežli je vývoj nových technologií, a v blízké budoucnosti se technologický vývoj ještě více urychlí a společenský vývoj tuto změnu nebude schopen takto rychle absorbovat a pracovat s ní. Tento rozdíl, který způsobuje a bude způsobovat problémy, musí být řešen na úrovni veřejných institucí.

Rozvoj společnosti zaostává za možnostmi technologií

Nejvíce viditelný v současnosti je rozvoj technologií poskytovaných na internetu a limitace možností společnosti je vstřebávat. Například změna ve způsobech vytváření a šíření zpráv a možnosti ovlivňování širokých skupin obyvatelstva, které nejsou na tuto realitu připraveny a nevytvořili si k ní účinné mechanismy vyhodnocování priorit a osobních postojů. Zatím nevíme a nebudeme vědět, které z nových technologií a služeb jsou v delším časovém horizontu konstruktivní a přínosné a které naopak natolik předstihují adaptaci společnosti, že ji spíše rozkládají a atomizují, nežli pomáhají rozvoji nové pozitivní kvality.

Chybí celé řady filtrů, které by pomohly tyto změny zpracovávat na etické, sociální, institucionální a legislativní úrovni. Zatímco technologie již ovlivňují veškeré aspekty sociálního, pracovního a společenského života občanů, „lidská“ část zatím zaostává. Malé země a malé trhy nemají absolutně žádnou svobodu jak filtrovat a přizpůsobovat dopady nových technologií. Jsou jim vystaveny a silně ovlivněny. Mají malé možnosti k regulacím, ochraně pracovních míst a zaměstnanců.

Dojde ke změně práce v době AI, nedojde k jejímu zániku

Práce v době AI nezmizí, jen se bude transformovat a bude se transformovat rychle, což může zanechat ve vakuu řadu zaměstnanců, a jinde vytvoří poptávku, která nebude naplněna. To povede v určitém časovém horizontu k disturbancím, které budou vypadat jako ztráta pracovních míst bez náhrady, a budou o to vážnější, že bude postiženým zaměstnancům chybět rekvalifikační a vzdělávací zázemí, které je na tuto skutečnost mělo připravit.

Potřeba nových dovedností a vzdělávání

V době nástupu AI a při jejím nasazení jsou a budou potřeba dovednosti, které se zatím nejeví ve většinové společnosti jako zásadní. Především rozvoj nerutinních osobních dovedností, komunikace, kreativita. Vlastnosti, které zatím nemají nyní prioritu v celospolečenském dění a vzdělávání. Současné trendy jsou bohužel opačné, výhodnost rutiny, lpění na zavedených postupech bez jejich přehodnocování, vnímání

kreativity jako zpomalujícího a neefektivního faktoru. Školství se transformuje směrem k testování znalostí, místo k jejich praktickému ověřování, použitelnosti a aplikovatelnosti. V nedávné minulosti byl vyvinut celý systém testování znalostí ve školství, které jsou z hlediska dovednostních potřeb v digitálním věku nulově využitelné. Časem jistě nebudou potřeba noví zaměstnanci, kteří se přesně a rychle naučí faktické znalosti a budou je schopni kdykoliv poskytnout na vyžádání, jak jsou nyní v systému testování znalostí učeni. Takový postup a rozsah znalostí je vyžadován od AI systémů. Oproti tomu od lidí bude vyžadováno něco diametrálně odlišného. Schopnost zavést změnu, určit směr a vytvořit novou kvalitu.

S tím automaticky přicházejí další otázky, které budou muset být zodpovězeny:

- Jaká bude vhodná obecná úroveň vzdělání pro budoucí pracovní sílu? Bude například vhodnější upozadit profesní dovednosti a nahradit je dobrými základními dovednostmi s napojením na rekvalifikace a zdokonalování v rámci rekvalifikací?
- Jak ovlivní délka pracovní kariéry jednotlivce jeho potřebu dalšího vzdělávání? To se týká zejména stárnoucí pracovní síly.
- Jak budou náklady na celoživotní vzdělávání rozděleny mezi zaměstnance, zaměstnavatele a vládu?
- Jak bude v budoucnu změněno a ovlivněno odměňování a podniková produktivita?
- Jakým způsobem by měly být struktury sociálního zabezpečení reformovány ve věku umělé inteligence? Jaký typ zabezpečení příjmu by byl nejlepší? Jaké typy pobídek pro účast na práci by byly dostačující a jak by se mohla zlepšit zaměstnatelnost?

11.2 Strategické směry a obory rozvoje AI v ČR

V kap. 8.2, 8.3, 8.4 jsme uvedli hlavní výzkumné směry, kterým se věnují výzkumné projekty podporované z veřejných zdrojů, včetně jejich aplikačního zaměření a zaměření na automatizaci lidské práce. V kap. 6.1 jsou pak uvedeny hlavní oblasti výzkumu, kterými se zabývají jednotlivá výzkumná pracoviště. V ČR je silný jak základní, tak aplikovaný výzkum v AI, z hlediska objemu projektů je to přibližně v poměru 60:40 s převažujícím objemem financování základního výzkumu. Dále v kapitole 6.2 je popsána startupová scéna a její oborové začlenění. Zde shrnujeme základní informace a na detaily odkazujeme do příslušných kapitol této studie.

Z hlediska množství a objemů realizovaných aplikačních projektů jsou nejvíce zastoupeny následující oblasti výzkumných metod:

- Statistické a stochastické metody, predikce, optimalizace, strojové učení, neuronové sítě, prohledávání stavového prostoru - to je nejsilněji zastoupená skupina metod v aplikačním výstupu.
- Multiagentní systémy a jejich využití pro plánování, kolaborativní systémy, vyjednávání, distribuované systémy a simulace.
- Porozumění přirozenému jazyku (metody NLP).
- Metody výpočetní robotiky a počítačové vidění - obě skupiny zastoupeny přibližně obdobně.

Tato statistika koresponduje také s velikostí a množstvím pracovišť, zabývajících se aplikačním výzkumem. V aplikační oblasti jsou pak méně zastoupeny aplikační metody jako:

- Virtuální a rozšířená realita
- Herní teorie
- Simulace

- Rozpoznávání řeči

Tyto metody jsou málo aplikačně využívány, na druhou stranu mají v ČR silné výzkumné zázemí a lze očekávat, že jejich širší aplikační využití je spíše otázkou času.

V realizovaných aplikačních projektech jsou využívány výzkumné AI metody k realizaci aplikačních technologií, které se následně nasazují v různých oborech podnikání. Za zmínku stojí následující klíčové technologie, které jsou ve výzkumných aplikačních projektech v ČR úspěšně vyvíjeny:

- Technologie robotizace: Projekty se zabývají kolaborativní robotikou, roboty a řídicími systémy pro roboty, které lze nasadit ve startupovém prostředí, pro experimentální a flexibilní výrobní linky. Do této oblasti směřuje 16 % všech aplikačních výzkumných projektů.
- Kybernetická bezpečnost a bezpečnost, kam směřuje 5 % všech aplikačních výzkumných projektů.
- Autonomní dopravní technologie: Do této oblasti spadají i projekty zpracovávající data z dopravních toků, řízení městských dopravních infrastruktur a podobné. Tyto projekty představují 4,4 % všech aplikačních výzkumných projektů.
- Technologie autonomních a bezpilotních dopravních prostředků: Jde jednak o podpůrné technologie se zpracováním senzorických informací z okolního prostředí, včetně počítačového vidění. Dále se jedná o řídicí systémy těchto dopravních prostředků a systémy pro podporu rozhodování, kolaborativního jednání a plánování, včetně multiagentních systémů.
- Systémy pro zpracování dat a získávání znalostí: Jde o souhrn technologií pro získávání dat k využití v učících se systémech, dolování dat a zpracování velkých dat a získávání znalostí z dat, včetně zpracování dat pro sociální analýzy.

Tyto výzkumné metody a technologie jsou v projektech nasazovány v aplikačních oborech. V tab. 49 uvádíme shrnutí jejich nasazení v ČR. Ve sloupcích jsou uvedeny aplikační obory. V řádcích pak intenzita zastoupení těchto oborů v aplikačních programech podporovaných z veřejných prostředků a pro srovnání také intenzita očekávaného dopadu nasazení AI v ČR.

Tab. 49 Porovnání intenzity výzkumně aplikačních projektů AI technologií dle oborů v ČR a očekávaného dopadu

	Zpracovatelský průmysl	Logistika, doprava a skladování	Informační systémy, zpracování dat	Profesní, vědecké a technické činnosti	Zdravotní a sociální péče	Zemědělství, lesnictví a rybářství	Kulturní, zábavní a rekreační	Peněžnictví a pojištnictví	Administrativa a podpůrné činnosti	Velkoobchod a maloobchod	Vzdělávání	Energie	Veřejná správa	Těžba, dobývání a stavebnictví
Aplik. výzkum dle počtu projektů														
Aplik. výzkum dle nákladů na projekty														
Aplik. výzkum automatizace lidské práce														
Riziko autom. lidské práce v ČR														

Tmavě zelená – nejsilnější zastoupení; **zelená** – silné; **světle zelená** – slabší; **žlutá** – nízké, **bílá** - žádné

Zdroj: kap. 8

Z předchozího srovnání lze zdůraznit následující obory, ve kterých je soustředěna většina aplikovaného výzkumu v ČR, a to buď objemově, nebo počtem projektů:

- Zpracovatelský průmysl
- Logistika, doprava a skladování
- Fintech, zpracování dat a informační systémy (propojujeme tyto obory, jelikož spolu úzce souvisí)
- Profesní, vědecké a technické činnosti: použití a aplikace AI jako podpůrného nástroje ve specializovaných činnostech, například pro zpracování informací v astronomii, konstrukční činnosti atd.
- Zdravotnictví a sociální péče
- Zemědělství, lesnictví a rybářství
- Kulturní, zábavní a rekreační činnosti: sem patří také herní průmysl

V řádku rizika automatizace jsou zvýrazněny i obory, které nejsou aplikačním výzkumem pokryty, a to mohou být obory, kde jsou pro aplikační výzkum skryty příležitosti. Jedná se o velkoobchod a maloobchod, administrativní a podpůrné činnosti, energetiku, veřejnou správu a těžbu, dobývání a stavebnictví.

Oblast vzdělávání bude silně podpořena novými možnostmi, které přinesou AI technologie, a to jak v klasické výuce, tak v online vzdělávání a kurzech. Na lidskou práci bude však dopad minimální, protože činnost stávajících učitelů a lektorů nemůže být v dohledné době nahrazena. Online systémy vzdělávání rozšíří, ale nenahradí fyzické učitele.

V technologiích AI samozřejmě dochází k dalšímu rychlému rozvoji. Lze očekávat, že v blízké budoucnosti budou významnou roli hrát následující technologie a jejich aplikační nasazení. Z toho důvodu jsou tyto technologie strategicky důležité a výzkumná pracoviště v ČR na nich již pracují:

- **Vysvětlitelná AI:** AI metody založené na strojovém učení, neuronových sítích a genetických algoritmech zatím nedávají zpětně odpověď na otázku, jak je rozhodnutí zdůvodněno. Certifikace AI autonomních systémů pro reálný provoz, například v autonomních vozidlech, bude silně záviset na schopnosti zpětné vysvětlitelnosti jejich rozhodování.
- **Certifikace AI systémů:** souvisí s jejich vysvětlitelností. Pro reálný provoz AI systémů v každodenním použití bude vyžadována jejich certifikace pro dané úlohy.
- **Velké a přesné simulace:** významně zlevní a precizují se návrhy reálných systémů, jako jsou výrobní linky, skladová logistika a logistika, dopravní systému, urbanistická infrastruktura a další.
- **Systému interakce robotů / AI systémů / člověka:** spolupráce ve společném prostoru a to jak na úrovni fyzických robotických systémů, tak interakčních rozhraní.

V tab. 50 je toto srovnání provedeno u startupové scény. Zde je oborové členění menší a zahrnuje také technologie, které společnosti nasazují mezioborově. Z tohoto důvodu je u startupů zvoleno porovnání v kombinaci oborů a technologií.

Tab. 50 Porovnání intenzity oborového a technologického působení startupové scény v ČR

	Informační systémy, zpracování dat	Profesní, vědecké a technické činnosti	Kybernetická bezpečnost	Marketing	Firemní management	Peněžnictví a pojišťovnictví	Letecký průzkum Země	Logistika, doprava, plánování	Zpracovatelský průmysl
Zaměření startupů									

Tmavě zelená – nejsilnější zastoupení; **zelená** – silné; **světle zelená** – slabší; **žlutá** – nízké, **bílá** - žádné

Zdroj: kap. 6

Obory jako peněžnictví a pojišťovnictví úzce souvisí s informačními systémy a zpracováním dat, stejně jako firemní management souvisí s informačními systémy. Za silně zastoupené lze tedy považovat všechny uvedené obory až na obory vyznačené v tabulce žlutě.

V tab. 51 je pro porovnání uvedeno mapování AI metod na obory. Tedy informace, ve kterých oborech v ČR se v projektech veřejně financovaného aplikovaného výzkumu využívají jaké technologie AI.

Tab. 51 Porovnání používaných AI technologií s aplikačními obory ve výzkumně aplikačních projektech podpořených z veřejných zdrojů v ČR

	Průřezové	Administrativní a podpůrné činnosti	Činnosti v oblasti nemovitostí	Doprava a skladování	Informační a komunikační činnosti	Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	Ostatní činnosti	Peněžnictví a pojištnictví	Profesní, vědecké a technické činnosti	Stavebnictví	Těžba a dobývání	Ubytování, stravování a pohostinství	Velkoobchod a maloobchod	Veřejná správa a obrana; sociální zabezpečení	Energetika	Vzdělávání	Zásobování vodou, odpady a sanace	Zdravotní a sociální péče	Zemědělství, lesnictví, rybářství	Zpracovatelský průmysl
Herní teorie								1												
Strojové učení	1				8	1	2		14									10		3
Multiagentní systémy	3			5	1				1					1	1			1	1	4
NLP - rozpoznávání přirozeného jazyka, textu		3			1	2			6					1		2		1		
Rozpoznávání vzorů	1			1										2				1	1	
Simulace		1		1				2	2					2					1	5
Rozpoznávání řeči					1	3														
Statistické - Neuronové sítě, genetické algoritmy	1	2		3	6	1		3	38	3			1	4	1	1	1	9	3	7
Statistické, stochastické metody				3	2			19	9	7	1	1	1	4	1	2		7	2	6
Subsymbolické metody - nezařazeno	2	1			1		1		1					1				1		2
Subsymbolické - řídicí systémy									1								2	1		3
Subsymbolické - evoluční algoritmy				1	2				4											2
Subsymbolické - získávání informací						1							1	1		1		2		1
Subsymbolické - robotika				3					1							1				10
Subsymbolické - vidění	1	1		1			1	1	1									3	1	
Symbolické metody					4				1											

Tmavě zelená – třetí kvartil, nejsilnější zastoupení; **zelená** – druhý kvartil, silné; **žlutá** – první kvartil, nízké, **bílá** – žádné. Čísla odpovídají počtu projektů.

Zdroj: TC AV ČR

Porovnání dat o významnosti dopadu AI na jednotlivé aplikační oblasti v ČR (viz [28]) a výše uvedených zjištění o projektech aplikačního výzkumu (viz kap. 8.2) ukazují, že v ČR existují aplikační oblasti s vysokým očekávaným dopadem při zavádění technologií AI, z nichž řada není v dostatečné míře pokryta aplikovaným výzkumem. Jedná se zejména o veřejnou správu a administrativu, velkoobchod a maloobchod, těžbu a dobývání a stavebnictví. Zde se tedy otevírá prostor pro nové výzkumné projekty. Dává proto smysl podpořit projekty v těchto oblastech, které se budou ve velké míře automatizovat. Zároveň je logické, aby byly automatizovány ve spolupráci s českými výzkumnými organizacemi nebo startupy z ČR.

V tab. 52 jsou uvedeny kategorie oborů a technologií v ČR ve formě SWOT analýzy.

Tab. 52 Srovnání oborů, technologií a AI metod v ČR ve formě SWOT analýzy

Silné aplikační obory, technologie a metody AI	Slabé aplikační AI obory
Aplikační obory: - Zpracovatelský průmysl - Logistika, doprava a skladování - Kybernetická bezpečnost - Fintech, zpracování dat a informační systémy - Profesní, vědecké a technické činnosti - Zdravotnictví a sociální péče - Zemědělství, lesnictví a rybářství - Kulturní, zábavní a rekreační činnosti, herní průmysl Aplikační technologie: - Robotické systémy pro speciální nasazení, malé výrobní linky, kolaborativní systémy - Autonomní dopravní technologie, dopravní toky - Technologie autonomních a bezpilotních dopravních prostředků, multiagentní systémy - Systémy pro zpracování dat a získávání znalostí VaV AI metody v aplikačních výstupech: - Statistické a stochastické metody, predikce, optimalizace, strojové učení, neuronové sítě, prohledávání stavového prostoru - Multiagentní systémy – plánování a vyjednávání, kolaborativní a distribuované systémy, simulace, atd. - Porozumění přirozenému jazyku (metody NLP) - Metody výpočetní robotiky a počítačové vidění	Obory dle aplikačních projektů VaV v ČR, které jsou světově nejvíce aplikačně pokryty, ale v ČR pouze slabě ve VaV projektech: - Automotive - Obchodování - Hardware pro AI - Média a zpravodajství - Výuka - Zemědělství - Právní služby - Cestování, sport - Osobní asistenti Obory startupů, které jsou světově nejvíce aplikačně pokryty, ale pouze slabě v ČR startupech. Jedná se o všechny předchozí a navíc: - Zdravotnictví - Robotika - Internet věcí
Příležitosti	Hrozby
Obory slabě pokryté nebo vůbec nepokryté aplikačním výzkumem s vysokým podílem automatizace v ČR: - Velkoobchod a maloobchod - Administrativní a podpůrné činnosti, veřejná správa, Energetika - Těžba, dobývání a stavebnictví AI metody zatím slabě zastoupené v aplikacích, se silným potenciálem v blízké budoucnosti: - Virtuální a rozšířená realita - Herní teorie - Simulace - Rozpoznávání řeči AI metody se silným očekávaným potenciálem: - Vysvětlitelná AI: zdůvodnění rozhodnutí AI systémů. - Certifikace AI systémů: pro reálný provoz AI systémů v každodenním použití. - Velké a přesné simulace: pro návrh reálných systémů. - Spolupracující systémy: stroj – AI systém - člověk	Aplikační oblasti AI v ČR s vysokým očekávaným dopadem na automatizaci, které jsou v současnosti nedostatečně pokryté aplikovaným výzkumem: - Velkoobchod a maloobchod, - Veřejná správa - Administrativní a podpůrné činnosti - Energetika - Těžba a dobývání, stavebnictví Hrozí, že jejich automatizaci převzou zahraniční subjekty. Hrozbou jsou dále všechny oblasti uvedené v části slabých aplikačních oborů AI v ČR. Tyto oblasti jsou silně podporovány v zahraničí, zejména rizikovým kapitálem. Hrozí, že zde vznikne silná konkurence v AI technologiích, kterou nebudeme schopni dohnat. Silný negativní dopad by také měla případná ztráta současné silné pozice ČR v kybernetické bezpečnosti, kde patříme ke světové špičce v počítačové bezpečnosti / antivirových produktech.

Zdroj: Souhrn informací uvedených v této kapitole.

11.3 Doporučení

Doporučení na podporu vývoje nástrojů AI a jejich adopce ve firmách se týkají veřejné i podnikové sféry, jejich vzájemné spolupráce a zajištění potřebného množství vysoce kvalifikovaných expertů pro výzkum i aplikaci nových technologií AI. Souhrn všech doporučení za všechny části studie je uveden v souhrnné zprávě, zde jsou uvedena pouze doporučení za technologickou část.

11.3.1 Zvýšení konkurenceschopnosti ČR zaváděním disruptivních technologií

Výzkum, veřejná správa, podniky se nacházejí v různých fázích aplikace umělé inteligence, a proto vyžadují různá opatření. V jednom extrému podnik vyžaduje výzkum světové úrovně pro rozvoj vlastních AI technologií, zatímco v druhém extrému je jiný podnik teprve ve fázi získávání motivace a přesvědčování se o významu těchto inovací. Tato skutečnost musí být podchycena opatřeními, která reagují na potřeby podniků nacházejících se v různých fázích aplikace umělé inteligence, včetně obou extrémů.

- **Podpora rozvoje a vzniku nových (startup) firem s vysokou přidanou hodnotou v AI technologiích a s většinovým podílem českých subjektů.** ČR se musí zapojovat do mezinárodní digitální ekonomiky, jednou z cest je podpora rozvoje startupového ekosystému a malých a středních podniků. experimentujících s revolučními technologiemi.

Klíčové je využívání rizikových investic ve větší míře k testování a zavádění nových revolučních produktů. Programy veřejné podpory by měly být zacíleny na přelomové AI technologie a jejich aplikační pilotování. Klíčová je také podpora vstupu českých malých a středních firem na zahraniční trhy a zjednodušení legislativy pro vznik nových podniků. Důležitá je podpora inkubátorů a akceleratorů v rozvoji služeb na pomoc vstupu startupů na zahraniční trhy a napojování rizikových investorů na nově vznikající firmy.

Pro podporu ověřování a zavádění nových a disruptivních inovací na trh by bylo vhodné zavést granty jako podpůrné prostředky pro mladé inženýry a výzkumníky, kteří chtějí své výzkumné výsledky převést do začínajících firem. Taková forma podpory zatím chybí (přehled o stavu aplikační a startupové scény je uveden v kap. 6.2).

- **Podpora AI aplikačních ekosystémů.** Důležitá je podpora rozvoje AI center, digitálních inovačních hubů, inkubátorů a podnikatelských akceleratorů se zaměřením na AI. Tedy infrastruktur, které mezisektorově sdružují a propojují jednotlivé aktéry zavádějící AI technologie. Konkrétně výzkumné organizace, firmy, veřejnou sféru a různá zájmová uskupení. Díky synergickým efektům, pak tyto ekosystémy budou aktivně přispívat k technologickému rozvoji AI a jejímu praktickému nasazení, a to zejména v mezinárodním měřítku. Tyto ekosystémy nemohou být založeny shora, mělo by však být podporováno jejich vytvoření.
- **Podpora mezisektorové a mezioborové spolupráce, trénování AI systémů na sdílených datech.** Využívání dat k trénování AI technologií, nových typů automatizace a hospodářských činností musí být co nejvíce zpřístupněno firmám všech velikostí. Je nutné podpořit silné propojení univerzitního a podnikatelského sektoru, a to i na úrovni sdílení dat pro trénování AI systémů. V patrnost je nutné vzít mezioborový přesah AI systémů (zdravotnictví, peněžnictví, obchod, žurnalistika, atd.), včetně mezioborového využití trénovacích dat. Klíčový je rozvoj vlastních výzkumných a vývojových oddělení českých firem pro experimentování s AI technologiemi a podpora motivace k zavádění přelomových technologií ve spolupráci s výzkumnými organizacemi a mezi obory (viz také přehled perspektivních oborů a technologií, uvedený v kap. 11.2 a současný stav spoluprací ve VaV v kap. 6.4).

11.3.2 Využívání a propojování dat ze všech sektorů pro vývoj AI systémů

Data jsou „palivem“ pro vývoj a aplikaci umělé inteligence. Vedle kvantity má i kvalita a dostupnost dat významný vliv na přínosy, kterých lze dosáhnout aplikacemi umělé inteligence. Aktivním přístupem může ČR přispět k budování vlastních nových datových zdrojů a následně je využívat v soukromém a veřejném sektoru k poskytování nových produktů a služeb.

- **Akumulace a obohacení datových zdrojů.** V nastupujícím období zavádění AI technologií bude hrát klíčovou roli využívání a sdílení dat pro trénování AI systémů a následné vytváření nových služeb a automatizace stávajících. Podmínkou je revize stávajících regulací veřejných správců dat a zpřístupnění sdílení vybraných dat z veřejných zdrojů pro účely trénování a aplikace AI systémů. To samé platí pro sdílení dat mezi firmami, kterému je často zamezováno uměle vyvolávaným strachem z narušení stávajících regulací.
- **Poskytování nezávislých služeb nad veřejnými daty, pilotování služeb.** Je nutné vytvořit prostředí, ve kterém stát poskytne firmám možnost sestavovat AI systémy a testovat je nad dostupnými anonymizovanými daty. Následně bude moci veřejný sektor tyto systémy zapojit do své správy a poskytovat tak uživatelům rozšířené služby. To vše bez narušení práv a soukromí uživatelů. Současný vývojový cyklus velkých zakázek informačních systémů není dlouhodobě udržitelný pro nasazování menších, ale efektivních AI služeb jako nadstavby nad stávající velkou datovou infrastrukturou.

11.3.3 Rychlé aplikační ověřování výzkumných výsledků v AI a jejich transfer do praxe

Rychlost vývoje umělé inteligence a její adopce silně závisí na aplikačních experimentech. Proto je nesmírně důležité, aby měly firmy možnost zapojovat se do rozvoje umělé inteligence pomocí experimentování s nově zkoumanými a vyvíjenými technologiemi. Firmy potřebují pomoc a nástroje, které usnadní rozvoj a zrychlení inovačních aktivit ve spolupráci s výzkumnými organizacemi a povedou k vytváření vlastního silného firemního výzkumného a vývojového zázemí. Tím se zpětně zvýší požadavek na výzkumnou spolupráci s výzkumnými organizacemi.

Současné podporované modely spolupráce mezi sektory jsou poplatné klasickému přístupu, který zahrnuje zkoumání, vývoj, produkční nasazení a prodej. To je řetězec jednosměrný, nepružný a takto je i implementován v podpůrných programech.

- **Nutnost zvýšení počtu reálně nasazených výzkumných výsledků v praxi.** ČR je zemí s vysokým poměrem patentů, generovaných výzkumnými AI projekty, vůči malému množství reálně nasazených patentů v praxi. Typickým aplikačním výstupem výzkumu v AI přitom není patent, ale algoritmus, software, chráněný autorským právem, viz také kap. 7. Specifický charakter AI technologií a výzkumných výsledků by měl být reflektován v prioritách a cílech programů veřejné podpory, hodnocení předkládaných projektů aplikačního výzkumu a hodnocení přínosu výzkumných výsledků jako takových.
- **Aplikačně efektivní transfer výzkumných výsledků do praxe.** Významnou roli bude hrát efektivní přenos duševního vlastnictví z výzkumu do praxe a jejich rychlé ověřování v produkčním prostředí. Systémy technologických transferů ve výzkumných organizacích, které vznikaly v předchozích letech, jsou stále ve fázi svého rozvoje.

Je nutné realizovat model jednoduše dostupného intelektuálního vlastnictví (IP) výzkumných organizací pro experimentální aplikační nasazování a ověřování. S tím také souvisí revize regulací v rámci výzkumných organizací směrem k pružnému poskytování duševního vlastnictví, jejich ověřování v praxi a experimentování v rámci startupů. V případě komerčního úspěchu výzkumného výsledku bude také očekávána vyšší návratnost pro výzkumné organizace, a to díky nižší adopční

bariéře a vyššímu výstupnímu výkonu. Tedy opak současného přístupu s vysokou vstupní bariérou, nízkou návratností a ve výsledku malým množstvím v praxi testovaného IP.

- **Podpora projektů aplikačního experimentování s AI technologiemi.** Je nutné vytvořit podpůrné nástroje pro experimentování s AI, pro práci se sdílenými a veřejnými daty a pro jejich následnou aplikaci. Inkubátory, huby a akcelerátory toto experimentování podpoří.

Současná veřejná podpora na úrovni programů a poskytovatelů je zaměřena na vytvoření aplikačních výstupů typu produkt a jejich umístění a uplatnění na trhu. Doporučujeme zavedení podpory vytváření experimentálních platforem pro vytváření a obohacování trénovacích dat a vývoj experimentálních produktů a služeb. Doporučujeme zacílení programů veřejné podpory na podporu AI technologií a jejich experimentálního aplikačního nasazování.

Doporučujeme také revizi plánování tržní návratnosti, počtu prodaných produktů a průzkumů trhu a konkurence u projektů veřejné podpory, které mají aplikačně podpořit nasazování disruptivních technologií. To je poplatné konzervativním produktům a evolučním inovacím, vyhodnocení potenciálu technologie je směrodatnější.

Zavedení podpory pro mladé inženýry a výzkumníky, kteří chtějí své výzkumné výsledky převést do začínajících firem by pomohlo aplikačnímu uplatnění revolučních technologií. Taková forma podpory nyní chybí.

11.3.4 Udržení a získání nových AI expertů a výzkumníků

Kompetence a expertíza budou použity k budování konkurenceschopnosti. V budoucnu budou hrát klíčovou roli odborné znalosti. Výzkumníci, experti a technici vyškolení v AI na světové úrovni mají a budou mít zásadní význam při transformaci směrem k ekonomice využívající přínosů AI technologií. Vzdělávání a kompetence vytvářejí flexibilitu v zaměstnatelnosti a přispívají ke schopnosti nedestruktivního používání technologií společností.

- **Přilákání zahraničních špičkových výzkumníků do ČR, udržení špičkových domácích.** Rozvoj výzkumného prostředí je možné provádět pouze s excelentními výzkumnými týmy se zahraniční zkušeností, ve kterých se angažují špičkoví výzkumníci. Je velice obtížné, skoro nemožné, získávat relevantní finanční prostředky k oslovení špičkových zahraničních výzkumníků a k dlouhodobé motivaci domácích výzkumníků k rozvoji výzkumné kariéry ve veřejném sektoru. Podpora zaměřená na financování špičkových zahraničních výzkumníků působících v ČR by významně pomohla rozvoji českých výzkumného zázemí.
- **Rozvíjení mobilit expertů a výzkumníků.** V ČR jsou v gesci MŠMT implementovány programy podpory mobilit výzkumných pracovníků. U specifických výzev, jako je výzva mezisektorové spolupráce v rámci OP VVV, jsou také podporovány mobility expertů mezi výzkumnými organizacemi a aplikačním sektorem. Rozšíření podobných programů mobilit významně podpoří zvyšování expertní domény v ČR.
- **Multidisciplinární rozšíření vzdělávacích a studijních programů a kurzů AI dovedností.** Stejně jako v informatice a programování, pro aplikační nasazování AI budou nutné technické nové dovednosti a zvládnutí nových technologií. K jejich zvládnutí nebude nezbytně nutné inženýrské či doktorské vzdělání. Stejně jako u vývojářů software, technické vzdělání středoškolské či bakalářské nebo speciální kurzy budou dostačující. Tyto chybějící prvky vzdělávání je nutné připravit a zavést. Při zavádění je nutné vzít v potaz multidisciplinaritu AI technologií a zavádět příslušné vzdělání i do oborů, jako je lékařství, právo, žurnalistika a podobné.



11.3.5 Národní strategie, chytré investice

Pokud jsou naše zdroje omezené, musí se používat výjimečně dobře. České zdroje pro využití a aplikaci AI jsou v porovnání s mezinárodními programy marginální. Musíme proto investovat cíleně do určitých vybraných oblastí. Příspěvky musí být rozdělovány efektivně a s důrazem na dopad. Strategiemi v oblasti digitalizace v ČR se zabývá strategie Digitální Česko [44], která je definována svými pilíři Česko v digitální Evropě, Informační koncepce České republiky a Digitální ekonomika a společnost. Pro další rozvoj VaV v oblasti umělé inteligence, efektivní využívání věřených prostředků a včasnou reakci na očekávané dopady a příležitosti, které lze očekávat v souvislosti s rozvojem technologií využívajících AI, je proto nezbytné zapracovat problematiku AI do strategických dokumentů a nástrojů, jimiž budou tyto strategie realizovány.

- **Příprava národní strategie pro AI.** Vytvoření této strategie je klíčové a vyšle jasný signál o motivaci ČR využít všechny příležitosti, které AI poskytuje a jasně deklaruje směřování ČR ke konkurenceschopné ekonomice založené na inovacích.
- **Silnější podpora zavádění AI technologií do praxe.** Stávající programy veřejné podpory implementované MŠMT, TA ČR, MPO a další resortními poskytovateli obsahují zavádění inovačních technologií do praxe. Doporučujeme rozšíření těchto programů s vyčleněním specifické podpory pro AI technologie, a to buď jako oborové vyčlenění, nebo programové vyčlenění.
- **Rozšíření a zlepšení expertních dovedností, vzdělávání, školení, rekvalifikace.** První část tohoto doporučení představuje zavedení nových vzdělávacích programů na všech vzdělávacích úrovních. Druhou částí je účinná podpora pro udržení a přitažení expertů ve vzdělávání a výzkumu. Další detailní doporučení v této oblasti jsou uvedeny v části studie socioekonomických dopadů.
- **Budování klíčového mezinárodního přesahu, zapojení do EU iniciativ.** ČR se musí zapojit do nově vznikajících iniciativ a programů, jako je vznik center excellence v AI v následujícím období, která budou podporována na úrovni EU. To je ostatně také jedním z cílů v agendě Digitální Česko [44]. Dále je žádoucí zapojení do iniciativ uvedených například v Claire [45] a ve strategii EU [38]. Další příklady sdružení a center pro rozvoj AI v Evropě jsou uvedeny v kap. 6.1.4.



12 Nejdůležitější informační zdroje

- [1] Big Data: Seizing Opportunities, Preserving Values,” Executive Office of the President, May 2014, https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/big_data_privacy_report_may_1_2014.pdf.
- [2] The ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge provides a set of photographic images and asks for an accurate description of what is depicted in each image. Statistics in the text refer to the “classification error” metric in the “classification+localization with provided training data” task. See <http://image-net.org/challenges/LSVRC/>.
- [3] Peter Stone, Rodney Brooks, Erik Brynjolfsson, Ryan Calo, Oren Etzioni, Greg Hager, Julia Hirschberg, Shivaram Kalyanakrishnan, Ece Kamar, Sarit Kraus, Kevin Leyton-Brown, David Parkes, William Press, AnnaLee Saxenian, Julie Shah, Milind Tambe, and Astro Teller, "Artificial Intelligence and Life in 2030," One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel, Stanford University, Stanford, CA, September 2016, <http://ai100.stanford.edu/2016-report>.
- [4] Pedro Domingos, The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World (New York, New York: Basic Books, 2015).
- [5] PwC (2018), Economics in business: *Will robots really steal our jobs?* An international analysis of the potential long term impact of automation. Available here: http://pwc.blogs.com/economics_in_business/2018/02/will-robots-really-steal-our-jobs.html
- [6] Komise EU: Communication Artificial Intelligence for Europe. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe>
- [7] VOSviewer: Nees Jan van Eck, Ludo Waltman, CWTs, University Leiden <http://www.vosviewer.com/>
- [8] Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council concerning the seventh framework programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007 to 2013). Proposal for a Council decision concerning the seventh framework programme of the European Atomic Energy Community (Euratom) for nuclear research and training activities (2007 to 2011). Building the Europe of knowledge. Brussels, 6.4.2005. COM(2005) 119 final. http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm?pg=documents
- [9] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions - Horizon 2020 - the framework programme for research and innovation. COM(2011)0808 final. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>
- [10] EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT). <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab1>
- [11] Inaba, T. and M. Squicciarini (2017), “ICT: A new taxonomy based on the international patent classification”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2017/01, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/ab16c396-en>
- [12] Chun-Yao Tseng & Ping-Ho Ting (2013) Patent analysis for technology development of artificial intelligence: A country-level comparative study, *Innovation*, 15:4, 463-475.
- [13] Eight Great Technologies. A summary of the series of patent landscape reports. UK Intellectual Property Office Informatics Team, Intellectual Property Office 2014 (<https://www.gov.uk/government/publications/eight-great-technologies-the-patent-landscapes>)
- [14] Eight Great Technologies - Robotics and Autonomous Systems. A patent overview. UK Intellectual Property Office Informatics Team, Intellectual Property Office 2014



- (<https://www.gov.uk/government/publications/eight-great-technologies-robotics-and-autonomous-systems>)
- [15] C. Andrew Keisner, Julio Raffo, Sacha Wunsch-Vincent: Breakthrough technologies – Robotics, innovation and intellectual property. Economic Research Working Paper No. 30. World Intellectual Property Organization, WIPO
(http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_econstat_wp_30.pdf)
- [16] Aspen Institute Prague: Maria Staszkiwicz, Daniela Havlíková. České startupy 2016. Viz <https://www.aspeninstitutece.org/project/czech-startup-report/>
- [17] Invest Europe and Gide: 2017 Central and Eastern Europe: Private Equity statistics, June 2018.
- [18] Ministerstvo pro místní rozvoj, Národní orgán pro koordinaci. Seznam operací: realizované projekty/operace v období 2014-2020. <http://www.dotaceeu.cz/cs/Statistiky-a-analyzy/Seznamy-prijemcu>
- [19] Omar Mohout: European AI Landscape 2018. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-artificial-intelligence-landscape>
- [20] Commission in cooperation with the European Association for Artificial Intelligence, The European Artificial Intelligence landscape. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-artificial-intelligence-landscape>
- [21] Asgard VC: Global Artificial Intelligence Landscape 2018 | Database with 3,466 AI companies, <http://www.asgard.vc/>
- [22] 20 of Europe's super AI, SaaS and enterprise start-ups, <https://www.siliconrepublic.com/enterprise/saas-enterprise-ai-startups-europe-2018>
- [23] Asgard VC: The Global Artificial Intelligence Landscape – by Asgard and Roland Berger | 2018
- [24] Asgard VC: The European Artificial Intelligence Landscape | More than 400 AI companies built in Europe. <https://medium.com/cityai/the-european-artificial-intelligence-landscape-more-than-400-ai-companies-build-in-europe-bd17a3d499b>
- [25] Deloitte: Technology Fast 50 Central Europe 2017 Powerfull Connections.
- [26] Deloitte: Deloitte Global Announces 2017 Technology Fast 500TM EMEA Rankings.
- [27] Arntz, M. T. Gregory and U. Zierahn (2016), 'The risk of automation for jobs in OECD countries: a comparative analysis', OECD Social, Employment and Migration Working Papers No 189.
- [28] Deloitte (2018), *Automatizace práce v ČR: Proč se (ne)bát robotů*. K dispozici zde: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/strategy-operations/Automatizace-prace-v-CR.pdf>
- [29] CB Insights; AI 100: The Artificial Intelligence Startups Redefining Industries. For the complete list, go to cbinsights.com/research-ai-100
- [30] Kučera Z., Vondrák T.: Patentová aktivita podniků v ČR a její mezinárodní porovnání. Ergo 12 (1), 3 – 17 (2017). <https://www.tc.cz/cs/publikace/periodika/seznam-periodik/ergo>
- [31] Kučera Z., Vondrák T.: Patentová aktivita výzkumných organizací v ČR a její mezinárodní porovnání. Ergo 11 (2), 3 – 13 (2016). <http://www.tc.cz/cs/publikace/periodika/seznam-periodik/ergo>
- [32] International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank: Global Value Chain Development Report 2017, Measuring And Analyzing The Impact Of Gvcs On Economic Development

- [33] Ondřej Sankot: Zpráva o globální konkurenceschopnosti 2016-2017, Konference konkurenceschopnost 2017, Digitální společnost.
- [34] Frey, C.B. and M.A. Osborne (2013), 'The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?' University of Oxford.
- [35] McKinsey: McKinsey Global Institute, A Future That Works: Automation, Employment and Production, 2017.
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>
- [36] Stanford: AI Index, 2017. <https://aiindex.org/>
- [37] European Commission: Digital Single Market, Artificial Intelligence for Europe.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/robotics>
- [38] European Commission (2018): Artificial Intelligence for Europe. Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels, 25.4.2018, COM(2018) 237 final. EN: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe>, CZ: <https://www.psp.cz/sqw/text/eudoct.sqw?c=8507&r=18>
- [39] EPSC Strategic Notes: The Age of Artificial Intelligence, Towards a European Strategy for Human-Centric Machines, European Political Strategy Centre, March, 2018.
- [40] USA, National Science and Technology Council, The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan, October 2016.
- [41] USA, Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Committee on Technology, Preparing For the Future Preparing For The Future of Artificial Intelligence, October 2016.
- [42] Japan, Strategic Council for AI Technology, Artificial Intelligence Technology Strategy, March 2017.
- [43] Finland, Finland's Age of Artificial Intelligence; Turning Finland into a leading country in the application of artificial intelligence; Objective and recommendations for measures, Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment Ministry, 2017.
- [44] Digitální Česko: Vládní program digitalizace České republiky 2018+.
<https://www.mvcr.cz/soubor/vladni-program-digitalizace-ceske-republiky-2018-digitalni-cesko-uvodni-dokument.aspx>
- [45] Claire, Panel of European AI experts and academics, 2018. Initiative to establish a European Lab for Learning & Intelligent Systems.
- [46] European Commission (2018): Coordinated Plan on Artificial Intelligence. Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels, 7.12.2018 COM(2018) 795 final.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence>

13 Dodatky

13.1 Klíčová slova pro nalezení publikačních záznamů ve WoS

a* algorithm	forward chaining	self driving helicopter
action description language	fuzzy ant colony	self driving chopper
actionable intelligence	fuzzy classification	self driving marine
adaptive-network	fuzzy cognitive map	self driving motorcar
adaptive network	fuzzy expert system	self driving plane
adversarial machine	fuzzy inference	self driving ship
affective computing	fuzzy inferencing	self driving submarine
ai complete	fuzzy logic	self driving truck
ai hard	fuzzy object	self driving vehicle
ai planning	fuzzy set	self-driving aeroplane
ai-complete	fuzzy system	selfdriving aircraft
ai-hard	gender recognition	self-driving aircraft
ai-planning	genetic algorithm	selfdriving airplane
algorithmic learning	genetic programming	self-driving airplane
anthropomorphic machine	handwriting recognition	selfdriving boat
approximate inference	hidden markov	self-driving boat
artificial brain	hopfield like neural net	selfdriving car
artificial cognition	hopfield like neural network	self-driving car
artificial face	hopfield net	selfdriving drone
artificial general intelligence	hopfield network	self-driving drone
artificial intelligence	hopfield neural network	selfdriving helicopter
artificial intelligent	hopfield-like neural net	self-driving helicopter
artificial narrow intelligence	hopfield-like neural network	selfdriving chopper
artificial neural network	human computer cooperation	self-driving chopper
artificial neural unit	human-computer cooperation	selfdriving marine
artificial neuron	hybrid intelligent system	self-driving marine
artificial neuron model	ibm watson	selfdriving motorcar
artificial superintelligence	ibm-watson	self-driving motorcar
artificial weak intelligence	image classification	selfdriving plane
audiovisual affect recognition	image to speech	self-driving plane
augmented intelligence	inductive logic programming	selfdriving ship
automated personality prediction	inference engine	self-driving ship
automated planning	intelligent acting	selfdriving submarine
automated planning and scheduling	intelligent agent	self-driving submarine
automated reasoning	intelligent decision-making	selfdriving truck
automated reasoning system	intelligent expert system	self-driving truck
autonomous aeroplane	intelligent explanation ability	selfdriving vehicle
autonomous agent	intelligent explanation abilities	self-driving vehicle

autonomous aircraft	intelligent learning	semantic place recognition
autonomous airplane	intelligent machine	semi-supervised learning
autonomous boat	intelligent navigation	sentiment recognition
autonomous car	Intelligent Patrolling	sentiment analysis
autonomous decision	intelligent perception	simulated intelligence
autonomous drone	intelligent planning	soft computing
autonomous helicopter	intelligent reasoning	speaker recognition
autonomous chopper	intelligent simulation	speech descriptor
autonomous marine	intelligent software	speech feature extraction
autonomous motorcar	intelligent software agent	speech reconstruction
autonomous plane	intelligent virtual agent	speech synthesis
autonomous plough	language identification	speaker identification
autonomous ship	language recognition	state space algorithm
autonomous submarine	layered learning	state space planning
autonomous truck	learning agent	state space programming
autonomous vehicle	learning machine	state space representation
autonomous weapon	libra toolkit	state space searches
bayesian network	linguistic modelling	state space search
belief function	machine intelligence	supervised machine learning
boltzmann machine	machine learning	swarm intelligence
brain computer interface	machine perception	synthetic intelligence
brain machine interface	machine reasoning	temporal planning
brain simulation	machine vision	text recognition
brain-computer interface	markov decision process	truth maintenance
brain-machine interface	meta learning	uninformed search
case based reasoning	meta-learning	unmanned aeroplane
case-based reasoning	multi agent learning	unmanned aircraft
cognitive computing	multiagent learning	unmanned airplane
cognitive informatics	multi-agent learning	unmanned boat
cognitive map	neural network	unmanned car
cognitive modeling	neural network learning	unmanned drone
computational creativity	neural network optimization	unmanned helicopter
computational intelligence	neural network simulation	unmanned chopper
computational learning	neural simulation	unmanned marine
computational neuroscience	neural tree	unmanned motorcar
computer vision	neural-network	unmanned plane
connectionist model	neural-network learning	unmanned ship
convolutional net	neural-network optimization	unmanned submarine
convolutional network	neural-network simulation	unmanned truck
deep belief net	neurocomputing	unmanned vehicle
deep belief network	non-hidden markov	unsupervised machine learning

deep learning	object detection	visual navigation
deep neural net	ontology classification	word boundary detection
deep neural network	pattern classification	voice analysis
domain independent planning	pattern discovery	associative learning
domain-independent planning	pddl	cognitive processing
driverless aeroplane	perceptron	emotion recognition
driverless aircraft	planning domain modelling language	evolutionary algorithm
driverless airplane	preference based planning	face recognition
driverless boat	preference-based planning	facial affect detection
driverless car	probabilistic incremental program evolution	facial expression detection
driverless drone	probabilistic neural network	facial expression recognition
driverless helicopter	probabilistic planning	facial recognition
driverless chopper	pseudo neural network	image analysis
driverless marine	q-learning	inference method
driverless motorcar	qualification problem	natural language processing
driverless plane	reactive planning	object recognition
driverless ship	reactive strategies	reinforcement learning
driverless submarine	reactive strategy	speech emotion recognition
driverless truck	representation learning	speech processing
driverless vehicle	self driving aeroplane	speech recognition
edge detection	self driving aircraft	speech signal processing
eigenface	self driving airplane	statistical learning
evolutionary computation	self driving boat	supervised learning
explainable intelligence	self driving car	unsupervised learning
face detection	self driving drone	voice recognition

13.2 Seznam zkratek

3F	friends, family, fools
ACM	Association for Computing Machinery
AI	artificial Intelligence, umělá inteligence
AIC	AI Center, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra počítačů
AISB	Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour
ANC	Institute for Adaptive and Neural Computation
AV ČR	Akademie věd České republiky
B	kategorie výsledků v IS VaVal: monografie
BCS SGAI	British Computer Society Specialist Group on Artificial Intelligence
BNVKI	Benelux Association for Artificial Intelligence
C	kategorie výsledků v IS VaVal: kapitoly v odborné knize

CeADAR	Centre for Applied Data Analytics
CEITEC	Central European Institute of Technology
CEP	Centrální evidence projektů
CIIRC	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky, ČVUT v Praze
CISA	Centre for Intelligent Systems and their Applications
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CONNECT	ConnectIreland
ČLR	Čínská lidová republika
ČR	Česká republika
ČVUT	Česke vysoké učení technické v Praze
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
D	kategorie výsledků v IS VaVal: článek ve sborníku
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Kunstliche Intelligenz GmbH
DIH	Digital Innovations Hub
DK	Dánsko
DLR	Deutsches Zentrum für Luft - und Raumfahrt
DS	doktorské studium
EBN	European Business & Innovation Centre Network
E-CORDA	informační databáze Evropské komise o projektech evropských rámcových programů
EEN	Enterprise Europe Network
EHP	Evropský hospodářský prostor
EIT	European Institute of Innovation and Technology
EK	Evropská komise
EMEA	Europe, Middle East & Africa
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne
EPO	European Patent Office
ESIF	European Structural and Investment Funds
EU	Evropská unie
EU-15	Prvních patnáct členů Evropské unie: Belgie, Dánsko, Francie, Irsko, Itálie, Lucembursko, Německo, Nizozemsko, Portugalsko, Řecko, Spojené království, Španělsko, Rakousko, Švédsko a Finsko
EU-28	Členské státy Evropské unie: Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Chorvatsko, Irsko, Itálie, Kypr, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Německo, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Španělsko, Švédsko, Spojené království

EurAI	European Association for Artificial Intelligence
F	kategorie výsledků v IS VaVal: užitný vzory, průmyslový vzory
FEL ČVUT	Fakulta elektrotechnická České vysoké učení v Praze
FET	Future and Emerging Technologies
FIT	Fakulta informačních technologií, ČVUT v Praze
FN	fakultní nemocnice
FR	Francie
FTE	Full Time Equivalent
G	kategorie výsledků v IS VaVal: technicky realizovaný výsledek
GA ČR	Grantová agentura České republiky
GCI	Global Competitiveness Index
GCR	Global Competitiveness Report
GE	Německo
GVC	globální hodnotový řetězec, global value chain
GVC	Global Value Chains
H2020	Horizon 2020
ICCS	Institute for Communicating and Collaborative Systems
ICT	Informační a komunikační technologie
IDSIA	Dalle Molle Institute for Artificial Intelligence
IDSIA	Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IHES	Institut des Hautes Études Scientifiques, Université Paris-Saclay
ICHEC	Irish Centre for High-End Computing
ICHEC	Irish Centre for High End Computing
IIIA	Institut d'Investigació en Intelligència Artificial
inria	Institut national de recherche en sciences du numérique
INSIGHT	Insight Centre for Data Analytics
IP	Intellectual property
IPAB	Institute for Perception Action and Behaviour
IPC	International Patent Classification
IRL	Irsko
IS VaVal	Informačního systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací
ISCTE	Instituto Universitário de Lisboa

ISR	Instituto de Sistemas e Robótica, Coimbra
IST Austria	Institute of Science and Technology Austria
J	kategorie výsledků v IS VaVal: článek v periodiku
JIC	Jihomoravské inovační centrum
JIC	Jihomoravské inovační centrum
KTH	Royal Institute of technology
LIACS	Leiden Institute of Advanced Computer Science
LiU	Linköping University
LU	Lund University
MFF UK	Matematicko fyzikální fakulta UK v Praze
MK	Ministerstvo kultury České republiky
MO	Ministerstvo obrany České republiky
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky
MSP	malé a střední podniky
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
MU	Masarykova univerzita
MV	Ministerstvo vnitra České republiky
MZ	Ministerstvo zemědělství
MZe	Ministerstvo zemědělství České republiky
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne, klasifikaci ekonomických činností Evropskou komisí
NIS	Národní inovační strategie České
NLP	Natural language processing
NORUT	Norut Northern Research Institute
NPU	Národní program udržitelnosti
NTNU	Norwegian University of Science and Technology
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONERA	Office national d'études et de recherches aérospatiales
OP VaVpl	Operační program Výzkum a vývoj pro inovace
OP VVV	Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
OsloMet	Oslo Metropolitan University
OSS	organizační složka státu
P	kategorie výsledků v IS VaVal: patent
PATSTAT	EPO Worldwide Patent Statistical Database

PCT	Patent Cooperation Treaty
PEF ČZU	Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze
PIAAC	Programme for International Assessment of Adults
QUTEGA	Quantentechnologie – Grundlagen und Anwendungen, Bundesministeriums für Bildung und Forschung
RCI	Research center for Informatics, ČVUT v Praze
RIS3	Research and Innovation Strategy for Smart Specialization
RISE AI	Research Institutes of Sweden AI
RP	Rámcový program
SAT-solver	Satisfiability solver
SCB	Superpočítačové centrum Brno
SPO	státní příspěvková organizace
SQL	Structured Query Language
SU	Stockholm University
TA ČR	Technologická agentura České republiky
TF ČZU	Technická fakulta ČZU v Praze
TU	Technická univerzita Liberec
TUL FM	Technická univerzita Liberec Fakulta mechanotroniky, informatiky a mezioborových studií
TYNDALL	Tyndall National Institute
UC3M	Universidad Carlos III de Madrid
UCAI	International Joint Conferences on Artificial Intelligence
UCM	Universidad Complutense de Madrid
UdC	Universidade da Coruña
UdG	Universitat de Girona
UdL	Universitat de Lleida
ÚFAL	Institute of Formal and Applied Linguistics, MFF UK v Praze
UGR	Universidad de Granada
UI	Ústav informatiky AV ČR
ÚJČ	Ústav pro jazyk český AV ČR
UK	Spojené království
UK	Spojené království, United Kingdom
UK Praha	Univerzita Karlova v Praze
ULB	Universite Liubre de Bruxelles

UMA	University of Malaga
UmU	Umeå University
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UPC	Universidad Pontificia Comillas
UPF	Universitat Pompeu Fabra
UPM	Universidad Politecnica de Madrid
UPN	Universidad Privada del Norte
UPV	Universitat Politècnica de València
UPV-EHU	Universidad del País Vasco, Euskal Herriko Unibertsitatea
URJC	Universidad Rey Juan Carlos
USA	Spojené státy americké
USC	Universidade de Santiago de Compostela
UTIA	Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v. v. i.
V4	Země Visegrádské skupiny: ČR, Maďarsko, Polsko, Slovensko
VaV	výzkum a vývoj
VC	Venture capital
VO	výzkumná organizace
VOS	Visualization of Similarities
VŠ	vysoká škola
VŠB-TU	Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava
VŠB-TUO FEI	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky
VUB	Vrije Universiteit Brussel
VUT	Vysoké učení technické v Brně
VÚT FEKT	Vysoké učení technické v Brně Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
VVI	veřejná výzumná instituce
WEF	World Economic Forum
WIPO	World Intellectual Property Organization
WoS	Web of Science
WoS	Clarivate Analytics Web of Science
Z	kategorie výsledků v IS VaVal: poloprovoz, ověřené technologie
ZČU	Západočeská univerzita Plzeň
ZČU FAV	Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd