

Digitální technologie – aktuální trendy, pozice ČR a jejich využití v reakci na velké společenské výzvy

Tento příspěvek analyzuje vývoj výzkumných aktivit v oblasti digitálních technologií v letech 2016–2023 a jejich využití při řešení velkých společenských výzev. Studie využívá data z databáze Clarivate Analytics Web of Science, patentové databáze Evropského patentového úřadu PATSTAT a databáze eCORDA. Digitální technologie jsou rozděleny do pěti skupin: umělá inteligence, velká data, rozšířená a virtuální realita, cloud computing a blockchain. Výsledky ukazují výrazný nárůst publikační a patentové aktivity zejména v oblastech umělé inteligence, kde se počet publikací a prioritních patentových přihlášek zvýšil až trojnásobně, a v blockchainu. Publikační aktivita v oblastech velká data a cloud computing roste pomaleji či stagnuje. Zastoupení publikací zaměřených na digitální technologie v celkovém počtu publikací je v ČR nižší než ve světě – zatímco na oblast digitálních technologií je globálně zaměřeno přibližně 6,1 % z celkového počtu publikací, v ČR se problematice digitálních technologií věnuje pouze 3,6 % publikací (v průměru EU-28 je to 5,2 %). V patentové aktivitě ČR za světem a EU-28 zaostává ještě výrazněji. Digitální technologie se významně uplatňují při řešení velkých společenských výzev, nejvíce v oblastech souvisejících s technologickou, digitální a energetickou transformací a bezpečností společnosti. Studie podtrhuje potřebu zvýšení podpory pro aplikaci digitálních technologií v ČR, včetně podpory a mezisektorové spolupráce a zakládání inovativních firem.

Klíčová slova: digitální technologie; aktuální trendy; velké společenské výzvy

Zdeněk Kučera
Tomáš Vondrák

Technologické centrum Praha, CZ

Recenzovaná přehledová stať

Obdrženo redakcí: 21. 10. 2024

Přijato k publikování: 20. 11. 2024

Digital technologies - current trends, the position of Czechia and their use in response to major societal challenges

This article examines the evolution of research activities in digital technologies from 2016 to 2023 and their role in addressing major societal challenges. The study draws on data from the Clarivate Analytics Web of Science database, the European Patent Office's patent database PATSTAT, and the eCORDA database. Digital technologies are categorized into five groups: artificial intelligence, big data, augmented and virtual reality, cloud computing, and blockchain. The findings reveal a notable surge in publication and patent activities, particularly in artificial intelligence, where the number of publications and priority patent applications has tripled, and in blockchain. In contrast, publication activity in big data and cloud computing shows slower growth or stagnation. The share of publications focused on digital technologies is lower in the Czech Republic than globally – while approximately 6.1% of publications worldwide focus on digital technologies, only 3.6% of publications in the Czech Republic are dedicated to this topic (the EU-28 average is 5.2%). In terms of patent activity, the Czech Republic lags more significantly behind both the global and EU-28 averages. Digital technologies are crucial in tackling major societal challenges, particularly in technological, digital, and energy transformation and societal security. The study emphasizes the need to enhance support for applying digital technologies in the Czech Republic, including fostering cross-sector collaboration and promoting the establishment of innovative companies.

Keywords: digital technologies; current trends; major societal challenges

Zdeněk Kučera
Tomáš Vondrák

Technology Centre Prague, CZ

Peer-reviewed synoptic paper

Received: 21. 10. 2024

Accepted for publication: 20. 11. 2024

Úvod

V současné době je stále větší pozornost věnována digitálním technologiím, neboť se očekává, že tyto technologie se budou stále více uplatňovat nejen v širokém spektru ekonomických odvětví, ale i běž-

ném životě společnosti. Jak vyplývá ze zpracovaných analýz (například [1], [2]), výzkumné aktivity se na problematiku digitálních technologií stále více zaměřují a zároveň rostou veřejné i soukromé výdaje na jejich výzkum a vývoj (VaV). Evropská komise zařadila digitalizaci mezi své priority [3] a VaV i investice do digitálních technologií jsou pod-

porovány prostřednictvím řady nástrojů, jako jsou například rámcový program Horizont Evropa (HE) [4] či program Digitální Evropa [5]. Do budoucna lze proto očekávat, že se budou rozvíjet nejen možnosti digitálních technologií, ale i jejich uplatnění v aplikacích. Digitální technologie už v současnosti ovlivňují rozvoj celé řady technologických oblastí a průmyslových odvětví a využívání digitálních technologií se do budoucna stane hlavním hybatelem socioekonomického rozvoje společnosti [6]. Digitální technologie nacházejí uplatnění i v reakcích na globální výzvy, kterým v současné době čelí společnost [1].

V centru pozornosti je zejména umělá inteligence (AI), jejíž schopnosti se v některých činnostech již blíží lidským schopnostem, a v některých specifických úlohách je dokonce předčí [7]. Schopnosti a možnosti AI se stále zvyšují, a lze tedy očekávat, že její postupné nasazování způsobí i značné změny na trhu práce [8], [9]. Jak vyplývá například ze studií [6], [10], také další digitální technologie, jako jsou například rozšířená a virtuální realita, cloud computing či blockchain, se budou stále více využívat v řadě odvětví a životě společnosti.

Cílem tohoto příspěvku je posoudit vývoj a trendy v digitálních technologiích a možnosti jejich uplatnění při řešení aktuálních společenských výzev. Úvodem jsou charakterizovány digitální technologie zařazené do analýzy. Dále jsou stručně popsány datové zdroje a použitý metodický přístup. V další kapitole jsou uvedeny výsledky analýzy trendů v digitálních technologiích. Poté je porovnána pozice ČR v digitálních technologiích se světem a EU a využití digitálních technologií v projektech zaměřených na velké společenské výzvy realizovaných v rámcovém programu HE [4]. V další kapitole je stručně vyhodnocena pozice ČR ve VaV digitálních technologií v porovnání se světem a průměrem EU. V závěru příspěvku jsou shrnuta nejvýznamnější zjištění a uveden přehled využitých informačních zdrojů.

Metodický přístup

Pro analýzu byly digitální technologie rozděleny do pěti dílčích technologií, které se liší svým charakterem i využitím v aplikacích. Jejich přehled a stručná charakteristika jsou uvedeny v tab. 1. Členění digitálních technologií a jejich popis vycházejí z projektu Advanced Technologies for Industry (ATI) Evropské komise [11] a studie [1], kde lze nalézt detailnější informace o analyzovaných technologiích.

Pro analýzu byla využita data z databáze publikací Clarivate Analytics Web of Science (WoS) [12], databáze patentových přihlášek Evropského patentového úřadu PATSTAT (EPO Worldwide Patent Statistical Database) publikovaná na podzim roku 2023 [13] a statistické údaje o projektech podpořených v rámcovém programu HE [4] uvedené v informační databázi Evropské komise e-CORDA (COmmon Research DATawarehouse) [14]. Pro přiřazení záznamů ve výše uvedených databázích k digitálním technologiím byl využit soubor klíčových slov a sousloví a jejich logických kombinací. Klíčová slova a sousloví v anglickém jazyce byla vyhledávána v názvech a abstraktech publikací, patentových přihlášek a projektů programu HE [4].

Pro výběr klíčových slov byly využity charakteristiky digitálních technologií uvedené v odborných studiích, analýzách a dalších dokumentech. Při návrhu klíčových slov bylo snahou, aby záznamy nalezené v databázích pokrývaly maximální část dané problematiky a zároveň obsahovaly minimální počet „falešných“ záznamů, které nesouvisí s danou problematikou. Z kontroly náhodně vybraných záznamů bylo zjištěno, že podíl chybných záznamů je menší než 10 %. V těchto souvislostech si je nutné uvědomit, že relativně přísná kritéria pro

výběr záznamů mohou způsobit, že výběr záznamů nemusí pokrývat danou problematiku zcela kompletně. Na počet podaných přihlášek mají navíc vliv i různé zvyklosti v některých oborech a jiné způsoby ochrany vlastnictví. Porovnání absolutních hodnot mezi jednotlivými digitálními technologiemi je proto nutné brát s jistou rezervou.

Tabulka 1: Rozdělení digitálních technologií a jejich stručná charakteristika

Digitální technologie	Stručná charakteristika
Umělá inteligence	Umělá inteligence je termín používaný k popisu strojů vykonávajících lidské kognitivní funkce (např. učení, porozumění, uvažování nebo interakce). Zahrnuje různé formy poznání a porozumění (např. zpracování přirozeného jazyka) a lidské interakce (např. čtení, chytré ovládání, simulátory).
Velká data	Velká data (big data) je termín reflektující neustálý nárůst objemu dat a technologií potřebných pro jejich sběr, ukládání, správu a analýzu. Z technologického hlediska zahrnuje tento pojem hardware a software, který integruje, organizuje, spravuje, analyzuje a prezentuje tato data.
Cloud computing	Cloud computing zahrnuje poskytování nástrojů a aplikací, jako jsou datová úložiště, servery, databáze a software, přes internet.
Rozšířená a virtuální realita	Zařízení pro rozšířenou realitu (augmented reality, AR) promítají digitální informace do reality. Uživatel tak vidí své okolí a zároveň mu AR interaktivně promítá virtuální objekty do jeho vnímání. Zařízení pro virtuální realitu (virtual reality, VR) umísťuje koncové uživatele do zcela nové reality překrývající pohled na jejich stávající realitu.
Blockchain	Blockchain je digitálně distribuovaná kniha transakcí nebo záznamů, která uchovává informace nebo data a existuje mezi více účastníky v peer-to-peer síti. Technologie umožňuje přidávat nové transakce decentralizovaně do stávajícího řetězce transakcí pomocí bezpečného kryptografického podpisu.

Zdroj: Project Advanced Technologies for Industry [11] a studie [1]

Analýza trendů v publikační aktivitě v digitálních technologiích byla provedena pro období 2016 až 2023. Při vyhodnocení trendů v patentové aktivitě byla sledována první podání patentové přihlášky chránící nová řešení, která mají pro sledování trendů nejvyšší vypovídací hodnotu (v dalším textu jsou zkráceně označovány jako prioritní patentové přihlášky). Trendy v patentové aktivitě byly vyhodnoceny za období 2016 až 2022, neboť patentové přihlášky jsou v databázi PATSTAT uváděny s poměrně velkým časovým zpožděním (zpravidla rok, v některých případech i více).

Pro vyhodnocení dílčích trendů v jednotlivých digitálních technologiích byly využity patentové přihlášky podané v letech 2018 až 2022, v nichž byla textovou analýzou identifikována slova a sousloví, která jsou pro danou technologii významově nosná a zároveň má jejich výskyt dostatečně výraznou intenzitu. U těchto slov a sousloví byl pak sledován počet patentových přihlášek, v nichž se tato slova/sousloví v jednotlivých letech vyskytovala, přičemž byly zohledněny meziroční výkyvy v celkových počtech patentových přihlášek a počet patentových přihlášek byl normalizován proporčním škálováním. Trendy slov a sousloví jsou pouze indikativní, neboť za změnami v trendu mohou stát nejen technologické důvody.

Metodika a data uvedená v tomto příspěvku vycházejí z analýzy zpracované Technologickým centrem Praha pro Ministerstvo průmyslu a obchodu v rámci veřejné zakázky „Aktuální analýza výzev v oblasti šíření inovací a digitalizace a návrh zaměření priorit Národní RIS3 strategie po roce 2025“ [1].

Trendy v digitálních technologiích

Publikační i patentová aktivita v digitálních technologiích roste (viz graf 1). Nejvyšší nárůst je patrný u publikací zaměřených na problematiku blockchain – mezi lety 2017 a 2022 počet takto zaměřených publikací vzrostl téměř devětkrát¹. Vysoký nárůst publikační aktivity byl také patrný v umělé inteligenci – zde se počet publikací v uvedeném období zvýšil přibližně třikrát. Přibližně dvojnásobně se v tomto období zvýšil i počet publikací zaměřených na problematiku rozšířené a virtuální reality (AR/VR). Jelikož počet publikací v těchto digitálních technologiích narůstá rychleji než celková publikační aktivita, roste i zastoupení takto zaměřených publikací v celkovém světovém počtu publikací (viz červená přerušovaná čára v grafu 1). To znamená, že výzkumné aktivity zaměřené na problematiku AI, blockchain a AR/VR posilují, a lze tedy očekávat další zlepšení jejich „schopností“, včetně vývoje nových principů a využívání pokročilejších technik (například výpočetních algoritmů).

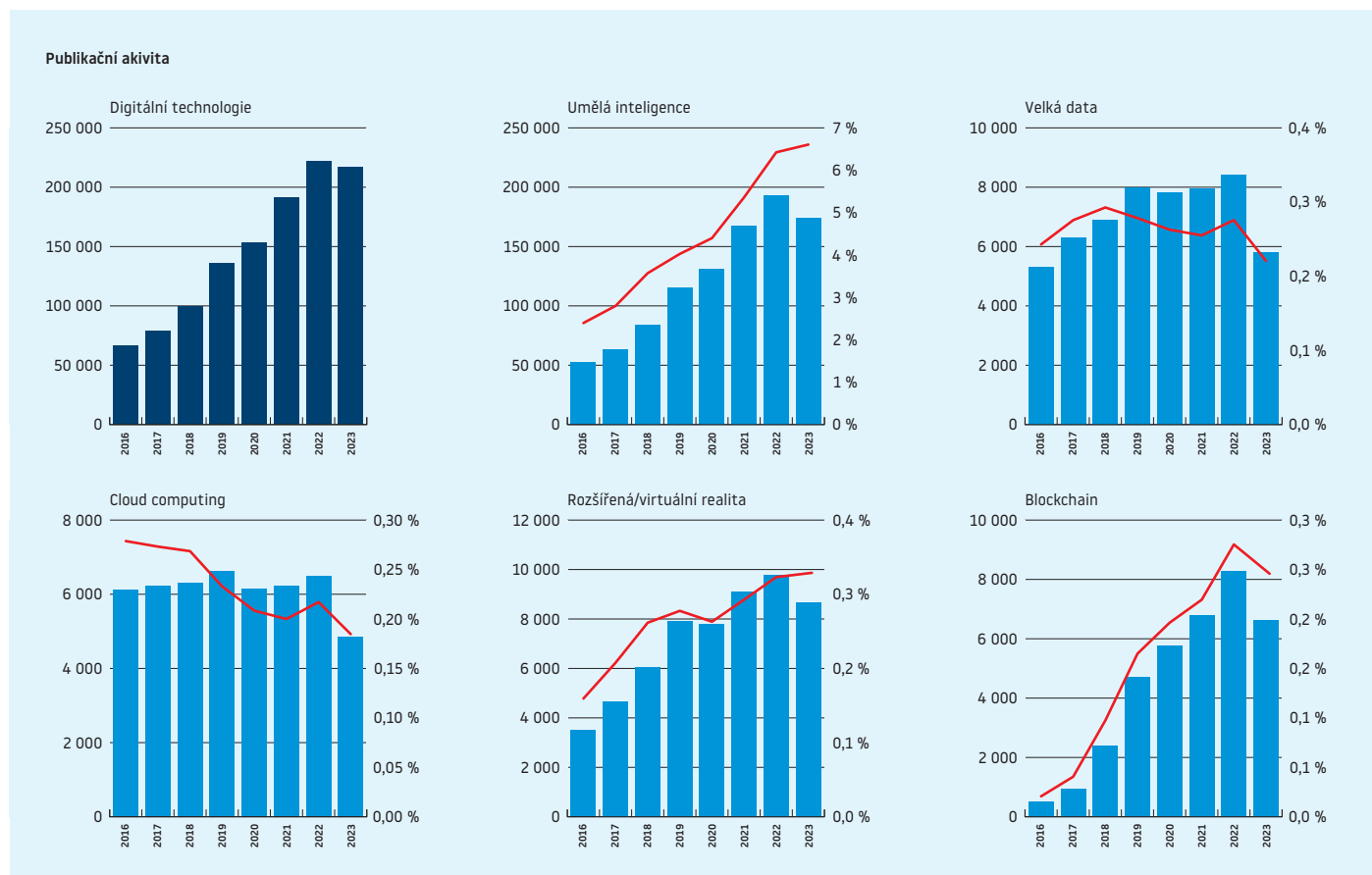
Poněkud odlišná situace je v oblasti velkých dat a cloud computingu. V těchto digitálních technologiích publikační aktivita roste výrazně méně (velká data), resp. stagnuje (cloud computing). Jelikož celkový světový publikační výstup roste rychleji, zastoupení takto zaměřených

publikací v celkovém počtu publikací klesá (viz graf 1). To může svědčit o tom, že tato problematika není pro výzkum tak atraktivní nebo že jejich potenciál pro další rozvoj začíná být vyčerpán.

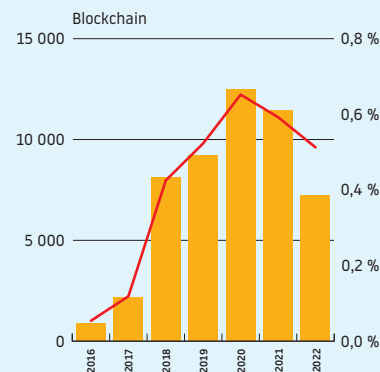
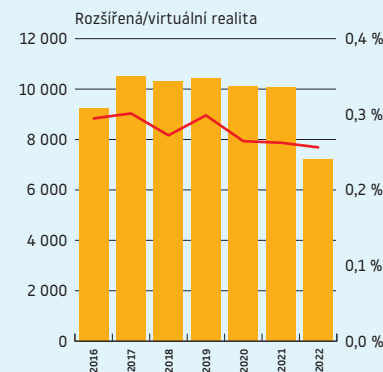
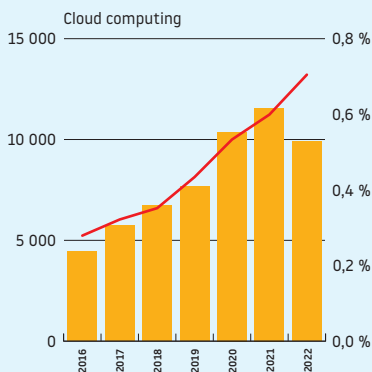
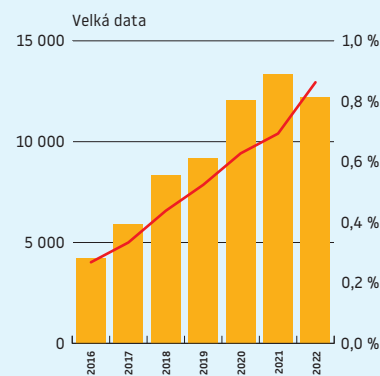
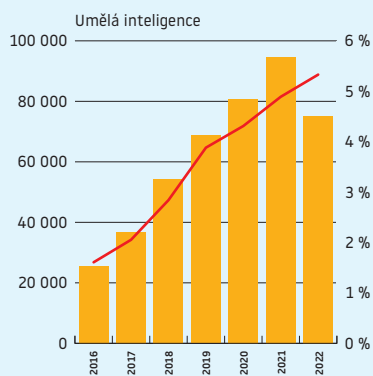
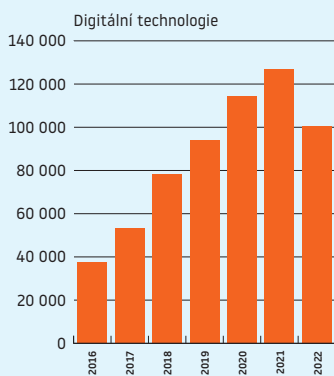
Počet prioritních patentových přihlášek v digitálních technologiích také výrazně roste (viz graf 1)². Ve většině digitálních technologií roste i zastoupení prioritních přihlášek v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek. Jedinou výjimkou je AR/VR, kde nárůst počtu patentových přihlášek je jen pozvolný a jejich zastoupení v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek klesá (viz graf 1). Nejvyšší nárůst patentové aktivity je v AI, velkých datech a blockchain (zde je však po roce 2020 patrný zřetelný pokles). Nárůst patentové aktivity svědčí o tom, že využití digitálních technologií v aplikacích stále roste a s ohledem na zvyšující se výzkumné aktivity zřejmě poroste i do budoucna.

Z textové analýzy patentových přihlášek (blíže viz metodická část) vyplynuly některé dílčí trendy, které se v jednotlivých digitálních technologiích začínají uplatňovat (viz graf 2). V AI narůstá výskyt termínů, jako jsou neuronové sítě, trénink, paměťové médium a hluboké učení (deep learning), tedy slova spjatá s oblastí modelů (včetně velkých jazykových modelů). Také se zvyšuje výskyt termínů cloud, internet věcí a text. V AR/VR roste význam simulací, paměťových médií, virtuálních modelů, inteligentních zařízení a vidění. Ve velkých datech se zvyšuje výskyt slov realtime (ve smyslu získání a zpracování dat v reálném čase), databáze, paměťové médium a historický (tj. nakládání se staršími daty), předpověď, včasná výstraha, AI a finance. V oblasti cloud computing mají rostoucí tendenci termíny, jako je paměťové médium a AI (viz graf 2). Identifikované trendy tak zároveň prokazují, že umělá inteligence prolíná dalšími digitálními technologiemi a její uplatnění v těchto technologiích se zvyšuje.

Graf 1: Vývoj publikační aktivity od roku 2016 do roku 2023 a vývoj patentové aktivity od roku 2016 do roku 2022³



Patentová aktivita



Poznámka: Červené linie znázorňují podíl publikací / prioritních patentových přihlášek v jednotlivých digitálních technologiích v celkovém počtu publikací / prioritních patentových přihlášek (pravá osa).

Zdroj: Clarivate WoS, PATSTAT, podzim 2023

Pozice ČR ve VaV digitálních technologií

Porovnání publikační a patentové aktivity v oblasti digitálních technologií a jednotlivých digitálních technologií v ČR, ve světě a v průměru členských států EU, včetně Spojeného království⁴ (EU-28), je uvedeno v tab. 2. Zastoupení publikací zaměřených na digitální technologie v celkovém počtu publikací je v ČR poněkud nižší než ve světě – zatímco ve světovém průměru je na oblast digitálních technologií zaměřeno přibližně 6,1 % z celkového počtu publikací (v průměru EU-28 je to 5,2 % publikací), v ČR se problematice digitálních technologií věnuje pouze 3,6 % publikací⁵. To znamená, že ve světě a rovněž v EU (zvláště v některých jejích členských státech), se výzkum zaměřuje na digitální technologie více než v ČR. V tabulce je také patrné značné zaostávání ČR v zastoupení publikací v AI v celkovém počtu publikací za světem i EU-28.

Daleko horší pozici má ČR v patentové aktivitě. Zatímco zastoupení prioritních patentových přihlášek chránících nová řešení v oblasti digitálních technologií je ve světě přibližně 5,5 %, v ČR tvoří takto zaměřené patentové přihlášky pouze 1,3 % z celkového počtu prioritních patentových přihlášek (viz tab. 2). To může mimo jiné souviset i s tím, že VaV v podnikatelském sektoru je v ČR realizován především společnostmi se zahraniční majetkovou účastí (pobočkami společností se sídlem v zahraničí a nadnárodními společnostmi), které podávají přihlášky patentů prostřednictvím svých centrál v zahraničí⁶ [15].

Zatímco podíl publikací zaměřených na oblast digitálních technologií v celkovém publikačním výstupu je v EU vyšší než ve světovém průměru, jejich zastoupení v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek je v EU výrazně nižší než ve světě. To znamená, že evropské výzkumné týmy se snaží publikovat v odborných časopisech, zatímco ve světě (zejména v USA a v asijských zemích) výzkum v daleko větší míře cílí na aplikace digitálních technologií a neodráží se tak v akademických (vědeckých) publikacích.

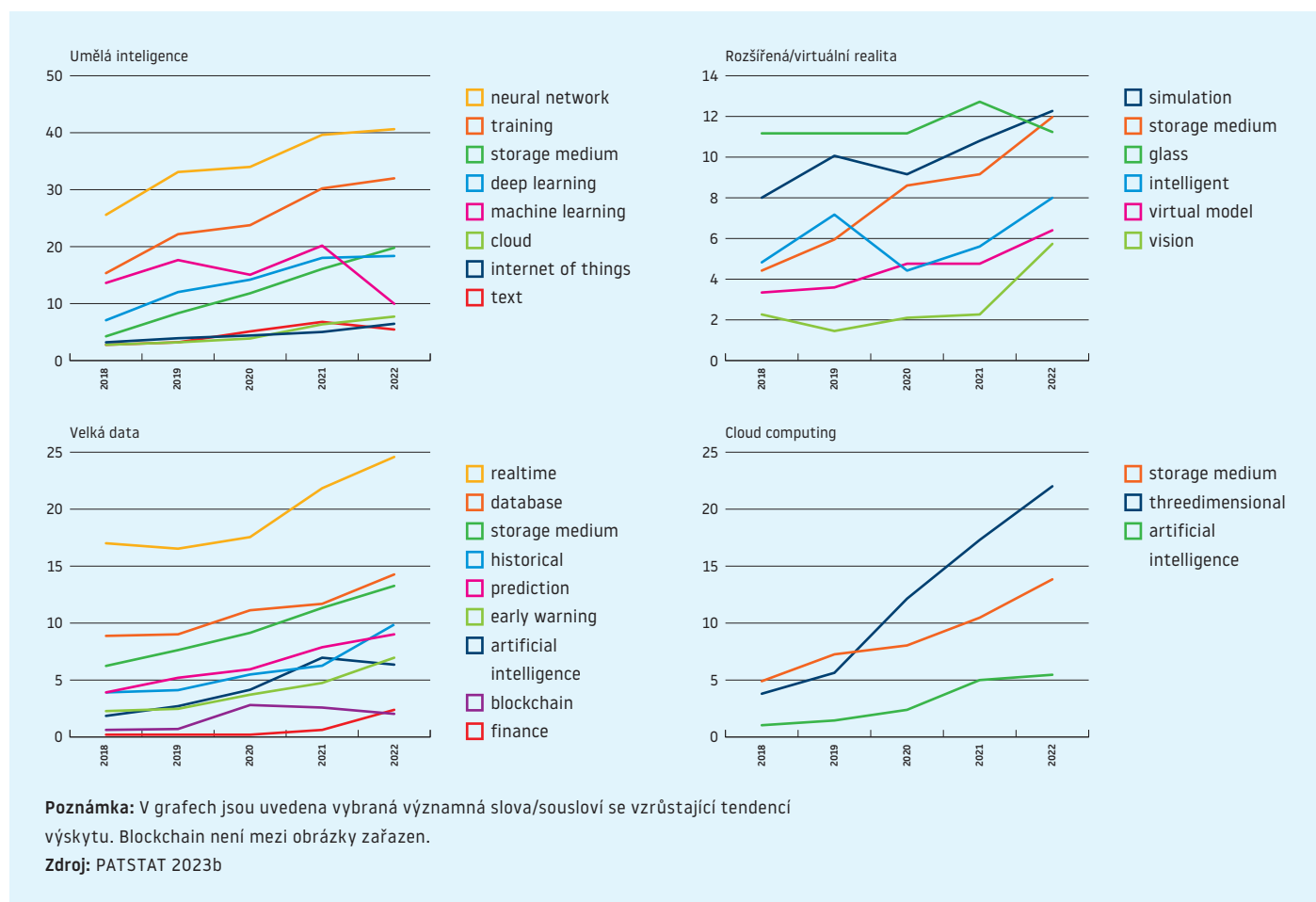
šek je v EU výrazně nižší než ve světě. To znamená, že evropské výzkumné týmy se snaží publikovat v odborných časopisech, zatímco ve světě (zejména v USA a v asijských zemích) výzkum v daleko větší míře cílí na aplikace digitálních technologií a neodráží se tak v akademických (vědeckých) publikacích.

Využití digitálních technologií v reakci na společenské výzvy

Využití jednotlivých digitálních technologií v projektech zaměřených na problematiku velkých společenských výzev (VSV) v rámcovém programu Horizont Evropa (HE) je uvedeno v tab. 3. VSV uvedené v tabulce odpovídají dlouhodobým výzvám ČR, které byly definovány v dokumentu [16], a jsou rozděleny do oblastí podobně jako v analýze [1] (bližší informace k uvedeným VSV a jejich členění do oblastí lze nalézt v této analýze). Digitální technologie mají největší uplatnění ve VSV Technologická a digitální transformace společnosti. Zde se nejvíce uplatňuje umělá inteligence, vysoké uplatnění mají také velká data. Nejvyšší uplatnění těchto technologií je v modernizaci výrobních procesů a služeb a při digitalizaci společenských institucí.

Digitální technologie mají také velkou váhu ve VSV Důvěra v demokracii, odolnost společnosti (viz tab. 3). I zde se nejvíce uplatňuje AI, a to zejména v oblastech zaměřených na bezpečnostní aspekty nových technologií a bezpečnost infrastruktur. Technologie využívající velká data se uplatňují nejvíce v bezpečnosti veřejného prostoru

Graf 2: Trendy výskytu vybraných slov a sousloví v patentových přihláškách v letech 2018 až 2022



Tabulka 2: Pozice ČR v digitálních technologiích

	Digitální technologie – celkem	Umělá inteligence	Blockchain	Cloud computing	Velká data	Rošířená / virtuální realita
Zastoupení digitálních technologií v publikacích						
Svět	6,1%	5,33%	0,23%	0,21%	0,26%	0,30%
EU-28	5,2%	4,45%	0,23%	0,15%	0,23%	0,40%
ČR	3,6%	3,08%	0,17%	0,08%	0,18%	0,21%
Zastoupení digitálních technologií v prioritních patentových přihláškách						
Svět	5,5%	-	-	-	-	-
EU-28	1,7%	-	-	-	-	-
ČR	1,3%	-	-	-	-	-

Poznámka: Zastoupení publikací zaměřených na digitální technologie v celkovém počtu publikací v letech 2019 až 2023 (horní část tabulky, modré pruhy) a zastoupení prioritních patentových přihlášek chránících nová řešení v oblasti digitálních technologií v celkovém počtu prioritních patentových přihlášek v letech 2017 až 2021 (dolní část tabulky, zelené pruhy). U patentových přihlášek je vyhodnocena pouze pozice ČR v širší skupině digitálních technologií, neboť nízký počet patentových přihlášek podaných subjekty z ČR neumožňuje spolehlivě vyhodnotit pozici ČR v jednotlivých digitálních technologiích.

Zdroj: databáze Clarivate Web of Science, databáze PATSTAT z podzimu 2023

Tabulka 3: Vazby digitálních technologií na výzvy definované v dokumentu Dlouhodobé výzvy české společnosti (Energetická transformace a Důvěra v demokracii jsou zároveň misemi současné NRIS3)

Výzva (zkráceně)	Umělá inteligence	Rozšířená / virtuální realita	Velká data	Blockchain	Cloud computing
Energetická transformace	17,2%	0,7%	4,4%	1,0%	0,9%
Dekarbonizace	16,3%	0,5%	4,1%	0,8%	1,1%
Decentralizace	26,7%	0,6%	8,7%	4,1%	1,2%
Cirkularita	17,0%	0,9%	4,7%	1,4%	0,5%
Důvěra v demokracii, odolnost společnosti	30,3%	2,4%	9,0%	4,3%	2,7%
Stabilita, spolehlivost a udržitelnost systémů	20,3%	1,3%	5,6%	2,4%	2,0%
Naturogenní hrozby	19,6%	1,2%	5,7%	1,8%	2,1%
Zajištění chodu ekonomiky	25,2%	0,6%	7,4%	4,9%	1,8%
Antropogenní hrozby	21,9%	4,1%	4,1%	0,0%	0,0%
Bezpečný veřejný prostor	27,3%	9,1%	27,3%	0,0%	0,0%
Bezpečnost infrastruktury	41,3%	4,5%	14,0%	6,1%	5,6%
Enviromentální bezpečnost	16,1%	1,1%	6,5%	0,0%	0,0%
Bezpečnostní aspekty nových technologií	72,4%	5,4%	20,9%	12,5%	6,4%
Adaptace na změny klimatu	12,6%	0,5%	4,5%	0,2%	1,0%
Adaptace na změny klimatu	12,6%	0,5%	4,5%	0,2%	1,0%
Dopady klimatických změn	13,4%	0,9%	4,7%	0,0%	1,1%
Odolnost vůči klimatickým změnám	12,3%	0,9%	5,9%	0,0%	0,9%
Adaptace na klimatické změny	11,0%	0,8%	5,3%	0,3%	1,0%
Změna klimatu – obecné	12,6%	0,5%	4,5%	0,2%	1,0%
Změna klimatu – podle sektorů	12,0%	0,6%	4,5%	0,3%	1,0%
Připravenost na demografické změny a stárnutí	15,5%	1,4%	4,8%	0,0%	0,5%
Demografické změny vzhledem k sociálnímu systému	10,5%	2,6%	5,3%	0,0%	0,0%
Demografické změny vzhledem ke zdrav. systému	15,4%	1,1%	4,6%	0,0%	0,6%
Demografické změny vzhledem k veřejným financím	9,1%	4,5%	0,0%	0,0%	0,0%
Technologická a digitální transformace	25,4%	4,5%	12,1%	4,1%	6,2%
Upgrade výrobních procesů a procesů ve službách	27,5%	4,8%	12,3%	4,1%	7,1%
Digitalizace společenských institucí	21,1%	1,3%	15,9%	6,5%	2,6%
Vzdělávání pro digitální společnost	16,8%	5,3%	8,0%	3,5%	2,9%

Poznámka: Jednotlivé výzvy jsou členěny podle jejich oblastí.

Zdroj: vlastní zpracování

a v bezpečnosti nových technologií. Vyšší uplatnění mají také v bezpečnosti infrastruktury. V zabezpečení veřejného prostoru se také uplatňují rozšířená/virtuální realita. Ve VSV Energetická transformace se digitální technologie nejvíce uplatňují v decentralizaci, kde jsou mj. řešeny distribuce a spotřeba energií. Poněkud nižší uplatnění mají digitální technologie ve VSV Připravenost na demografické změny a stárnutí a Adaptace na změny klimatu (viz tab. 3).

Závěr

Z analýzy vyplývá, že publikační i patentové aktivity v naprosté většině digitálních technologií rostou. Vysoký nárůst je patrný v umělé inteligenci, kde se za posledních pět let zvýšily počty publikací i prioritních patentových přihlášek přibližně třikrát. Velmi vysoký nárůst

publikační i patentové aktivity je také patrný v technologii blockchain. V některých technologiích publikační aktivita sice stagnuje nebo má mírně klesající tendenci, avšak patentová roste. Tyto technologie, mezi něž patří velká data a cloud computing, nejsou zřejmě z výzkumného hlediska tak zajímavé jako jiné digitální technologie, ale jejich aplikační možnosti se stále zvyšují. Opačným případem je rozšířená / virtuální realita, kde naopak stagnuje patentová aktivita, ale počty publikací se výrazně zvyšují, což může v budoucnu rozšířit její využití v praxi.

V některých progresivních technologiích jsou patrné dílčí trendy. V AI se více využívají neuronové sítě a deep learning technologie. Také se ukazuje, že AI se více uplatňuje v oblasti cloudů a internetu věcí. Ve velkých datech nabývá na významu získávání a zpracování dat v reálném čase, ukládání dat a včasná výstraha před iregularitami. Ukládání dat nabývá na významu i v cloud computingu.

Uplatnění digitálních technologií pro řešení velkých společenských výzev je velmi vysoké. Digitální technologie se nejvíce uplatňují v projektech zaměřených na VSV Technologická a digitální transformace společnosti, Důvěra v demokracii, odolnost společnosti a Energetická transformace a udržitelná budoucnost. Vysoké uplatnění mají zejména AI a velká data.

Pozice ČR ve VaV digitálních technologií není příliš uspokojivá. Zastoupení publikací zaměřených na problematiku digitálních technologií v celkovém počtu publikací je nižší než ve světě i průměru EU, což ukazuje, že český výzkum se na tyto technologie zaměřuje méně než zahraniční. Patentová aktivita v digitálních technologiích je v ČR v mezinárodním porovnání velmi nízká, což naznačuje, že v ČR v porovnání se zahraničím vzniká méně poznatků VaV s využitím v inovacích. Neuspokojivou pozici ČR v digitálních technologiích potvrzuje i mezinárodní žebříček DESI, podle něhož se ČR nachází v zavádění a využívání digitálních technologií pod průměrem členských států EU, přičemž významné zaostávání je zejména v digitální transformaci podniků a využívání digitálních technologií podniky⁷ [17], [18].

Vzhledem k tomu, že digitální technologie představují významný nástroj pro zvýšení konkurenceschopnosti podniků, je zapotřebí stimulovat domácí podniky (zejména malé a střední podniky) k zavádění digitálních technologií a jejich využívání ve výrobních procesech a službách. S ohledem na nízkou patentovou aktivitu je také nezbytné ve všech programech týkajících se digitálních technologií (a nejen těchto technologií) podporovat mezisektorovou spolupráci a využívání nových poznatků VaV v inovacích. Zároveň je zapotřebí podporovat vznik nových firem založených na výsledcích VaV zaměřeného na digitální technologie a vytvářet podmínky pro rozvoj firem působících v této perspektivní technologické oblasti.

Odkazy

- [1] Aktuální analýza výzev v oblasti šíření inovací a digitalizace a návrh zaměření priorit Národní RIS3 strategie po roce 2025. Zpráva vypracovaná v rámci veřejné zakázky Ministerstva průmyslu a obchodu „Aktuální analýza výzev v oblasti šíření inovací a digitalizace a návrh zaměření priorit Národní RIS3 strategie po roce 2025“. Technologické centrum Praha (2024). <https://www.ris3.cz/analyzy-a-dokumenty/vstupni-analyzy>
- [2] Výzkum a vývoj v oblasti umělé inteligence v České republice. Pro MPO v rámci projektu sdílených činností „Strategická inteligence pro výzkum a inovace“ (MS2104) zpracovalo Technologické centrum Praha (2023). <https://stratin.tc.cas.cz/vystupy/2023/M1/VaV%20v%20oblasti%20AI%20v%20C4%8CR.pdf>
- [3] Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2022/2481 ze dne 14. prosince 2022, kterým se zavádí politický program Digitální dekáda 2030 (Text s významem pro EHP). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32022D2481>
- [4] Horizont Evropa. Technologické centrum Praha. <https://www.horizontevropa.cz/cs>

- [5] The Digital Europe Programme. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>
- [6] McKinsey Digital Technology Trends Outlook 2024. McKinsey & Company (2024). <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech/#/>
- [7] The economic potential of generative AI. The next productivity frontier. McKinsey & Company (2023). <https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20economic%20potential%20of%20generative%20ai%20the%20next%20productivity%20frontier/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier.pdf?shouldIndex=false>
- [8] Analýza dopadů generativní AI na zaměstnání v Česku. Policy brief, Technologické centrum Praha (2024). <https://www.tc.cz/cs/publikace/182/policy-brief-analyza-dopadu-generativni-ai>
- [9] Analýza dopadů rozvoje generativní AI na zaměstnání. Interaktivní aplikace, Technologické centrum Praha (2024). <https://aizamestnani.tc.cas.cz/>
- [10] Securing Europe's competitiveness: Addressing its technology gap. McKinsey Global Institute 2022. <https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/business%20functions/strategy%20and%20corporate%20finance/our%20insights/securing%20europes%20competitiveness%20addressing%20its%20technology%20gap/securing-europes-competitiveness-addressing-its-technology-gap-september-2022.pdf>
- [11] Advanced Technologies for Industry. Providing useful guidance to industries, policy makers and academics. Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME), Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Commission (2020). <https://monitor-industrial-ecosystems.ec.europa.eu/reports/other-reports/advanced-technologies-industry-providing-useful-guidance-industries-policy>
- [12] Clarivate Web of Science. <https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/>
- [13] EPO Worldwide Patent Statistical Database. <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/business/patstat>
- [14] e-CORDA, DG Research and Innovation, European Commission
- [15] Kučera Z., Vondrák T.: Výzkum a vývoj pro čtvrtou průmyslovou revoluci – pozice České republiky v kognitivním komputingu a robotice. Ergo ročník 13, číslo 02, s. 3–14 (2018). <https://www.tc.cz/cs/publikace/115/ergo%2C-roc.-13%2C-c.-2-->
- [16] Dlouhodobé výzvy pro českou společnost. Studie zpracovaná Technologickým centrem Praha na základě zadání Úřadu vlády ČR v projektu „Koncepční a analytická podpora RVVI“ (2023)
- [17] 2030 Digital Decade – Report on the state of the Digital Decade 2023. European Commission 2023. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2023-report-state-digital-decade>
- [18] DESI 2023 dashboard for the Digital Decade. European Commission. <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>

¹ Počet publikací v roce 2016 a 2017 nalezený pomocí klíčových slov byl velmi nízký a nedosahoval ani tisíce publikací.

² Pokles počtu patentových přihlášek v roce 2022 souvisí s tím, že údaje za tento rok nejsou v databázi PATSTAT z podzimu 2023 ještě kompletní.

³ Omezení rokem 2022 souvisí s tím, že v databázi PATSTAT z podzimu 2023 údaje pro rok 2023 nejsou ještě kompletní.

⁴ Do průměru EU je zařazeno i Spojené království, které bylo na začátku sledovaného období ještě členským státem EU (Spojené království vystoupilo z EU v lednu 2020).

⁵ Při porovnávání údajů u počtu publikací si je nutné uvědomit, že v přístupu k publikování hraje roli i oborové zaměření publikací.

⁶ Je nutné si uvědomit, že na počet podaných přihlášek mají vliv i různé zvyklosti v některých oborech a jiné způsoby ochrany vlastnictví.

⁷ Podle statistického zjišťování ČSÚ o využívání informačních a komunikačních technologií v podnikatelském sektoru v roce 2024 přibližně 11 % podniků v ČR využívalo technologie umělé inteligence, což je téměř dvojnásobně oproti roku 2023.