

Trendy v klíčových umožňujících technologiích

Analytická zpráva o technologických trendech a nově vznikajících technologiích

Trendy v klíčových umožňujících technologiích

Analytická zpráva o technologických trendech a nově vznikajících technologiích

Autorský tým:

Ondřej Pokorný, Kristýna Meislová, Michal Pazour

Technologické centrum AV ČR

19. prosince 2019

Citace: Pokorný, O.; Meislová, K.; Pazour, M. (2019): Trendy v klíčových umožňujících technologiích. Analytická zpráva o technologických trendech a nově vznikajících technologiích. Souhrnná výzkumná zpráva, Technologické centrum AV ČR.

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost.

Obsah

Úvod.....	5
Identifikované technologické trendy pro KETs.....	6
1 Definice KET.....	7
1.1 Vymezení KET.....	8
2 Popis metodického přístupu.....	11
2.1 Text mining.....	11
2.2 Identifikace klíčových slov.....	11
2.3 Informační zdroje.....	12
2.3.1 Výzkumné informační zdroje.....	12
2.3.2 Socioekonomické informační zdroje.....	12
2.3.3 Sociální sítě.....	13
2.3.4 Novinové informační zdroje.....	13
2.4 Aplikace nástrojů pro analýzu získaných informačních zdrojů.....	13
2.4.1 Kategorizace textů.....	13
2.4.2 Extrakce informací.....	13
2.4.3 Shlukování textů.....	14
2.4.4 Rozpoznávání pojmenovaných entit.....	14
3 Vývojové trendy v KETs a potenciálně významné aplikační oblasti.....	15
3.1 Pokročilé materiály.....	15
3.1.1 Hlavní vývojové trendy Pokročilých materiálů.....	15
3.1.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé materiály.....	16
3.2 Nanotechnologie.....	17
3.2.1 Hlavní vývojové trendy Nanotechnologií.....	17
3.2.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Nanotechnologie.....	18
3.3 Pokročilé výrobní technologie.....	19
3.3.1 Hlavní vývojové trendy Pokročilých výrobních technologií.....	19
3.3.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé výrobní technologie.....	21
3.4 Life-sciences technologie.....	22
3.4.1 Hlavní vývojové trendy Life-sciences technologií.....	22
3.4.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Průmyslové biotechnologie.....	23
3.5 Umělá inteligence.....	24
3.5.1 Hlavní vývojové trendy Umělé inteligence.....	24
3.5.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Umělou inteligenci.....	25
3.6 Mikro- a nanoelektronika.....	26
3.6.1 Hlavní vývojové trendy Mikro- a nanoelektroniky.....	26
3.6.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Mikro- a nanoelektroniku.....	27
3.7 Fotonika.....	28
3.7.1 Hlavní vývojové trendy Fotoniky.....	28
3.7.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Fotoniku.....	29

3.8	Zabezpečení a konektivita.....	30
3.8.1	Hlavní vývojové trendy Zabezpečení a konektivity	30
3.8.2	Potenciálně významné aplikační oblasti v oblasti Zabezpečení a konektivita.....	32
	Použité internetové zdroje	33
	Příloha 1: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé materiály	35
	Příloha 2: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Nanotechnologie	41
	Příloha 3: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé výrobní technologie	45
	Příloha 4: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Life-science technologie	51
	Příloha 5: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Umělou inteligenci.....	57
	Příloha 6: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Mikro- a Nanoelektroniku	62
	Příloha 7: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Fotoniku	65
	Příloha 8: Potenciálně významné trendy v oblasti Zabezpečení a konektivity	67

Úvod

Tato zpráva je prvním výstupem projektu „Horizon scanning pro odpovědný výzkum a inovace“ (TL02000487), který je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci programu Éta.

Cílem zprávy je prezentovat výsledky analýzy strukturovaných a nestrukturovaných dat z velkého množství veřejně dostupných informačních zdrojů realizované za účelem identifikace technologických trendů a nově vznikajících technologií v oblastech tzv. klíčových umožňujících technologií (KETs). Zaměření na identifikaci vývojových trendů v oblasti KETs vychází z potřeby Ministerstva průmyslu a obchodu, jež v současné době připravuje novou Národní výzkumnou a inovační strategii pro inteligentní specializaci České republiky (NRIS3). Tato strategie pracuje ve své části vertikální specializace s průnikem aplikačních odvětví a znalostních domén specializace. Zatímco aplikační odvětví jsou tvořena klíčovými segmenty českého hospodářství, těžištěm znalostních domén specializace jsou technologické oblasti vymezené KETs. Porozumění vývojovým trendům v oblasti KETs je proto jedním z důležitých analytických vstupů do diskuse o potenciálních dopadech technologických trendů a nově vznikajících technologií na české hospodářství a návazně o zacílení NRIS3 a jejích opatření na využití příležitostí souvisejících s výzkumem a vývojem nových technologií a jejich aplikacemi průřezově v různých segmentech české ekonomiky.

V posledních letech došlo k významnému zvýšení počtu způsobů šíření informací o vývoji nových technologií a jejich uplatnění a s ním souvisejícímu exponenciálnímu nárůstu objemu veřejně dostupných elektronických informací. Pro správnou identifikaci technologických trendů a nově se objevujících technologií je proto nezbytné sledovat, zpracovávat a vyhodnocovat velké množství textových dat z různých informačních zdrojů. Pro tento účel vznikly nové nástroje pro vyhledávání a zpracování textu – text mining. Jedná se o soubor procedur pro klasifikaci, sumarizaci, shlukování a filtrování dokumentů, extrakci informací z textových dat, aj. Aplikací nástrojů text miningu lze účinně zpracovat velké objemy informací v rozumném čase a z těchto informací pak extrahovat hlavní směry technologického vývoje ve sledovaných oblastech.

S využitím existujících přístupů k text miningu a jejich testováním na konkrétních zdrojích strukturovaných a nestrukturovaných dat o nových technologiích vyvinulo Technologické centrum AV ČR ve spolupráci s firmou Blindspot analytický nástroj, který účelně kombinuje různé nástroje text miningu s cílem vyhledat, strukturovat a filtrovat velké množství dokumentů. Tento analytický nástroj byl aplikován na sadu informačních zdrojů pokrývajících výzkumné články, novinové články a odborné diskuse na sociálních sítích. Výsledkem je identifikace 163 technologií seskupených do 39 vývojových trendů.

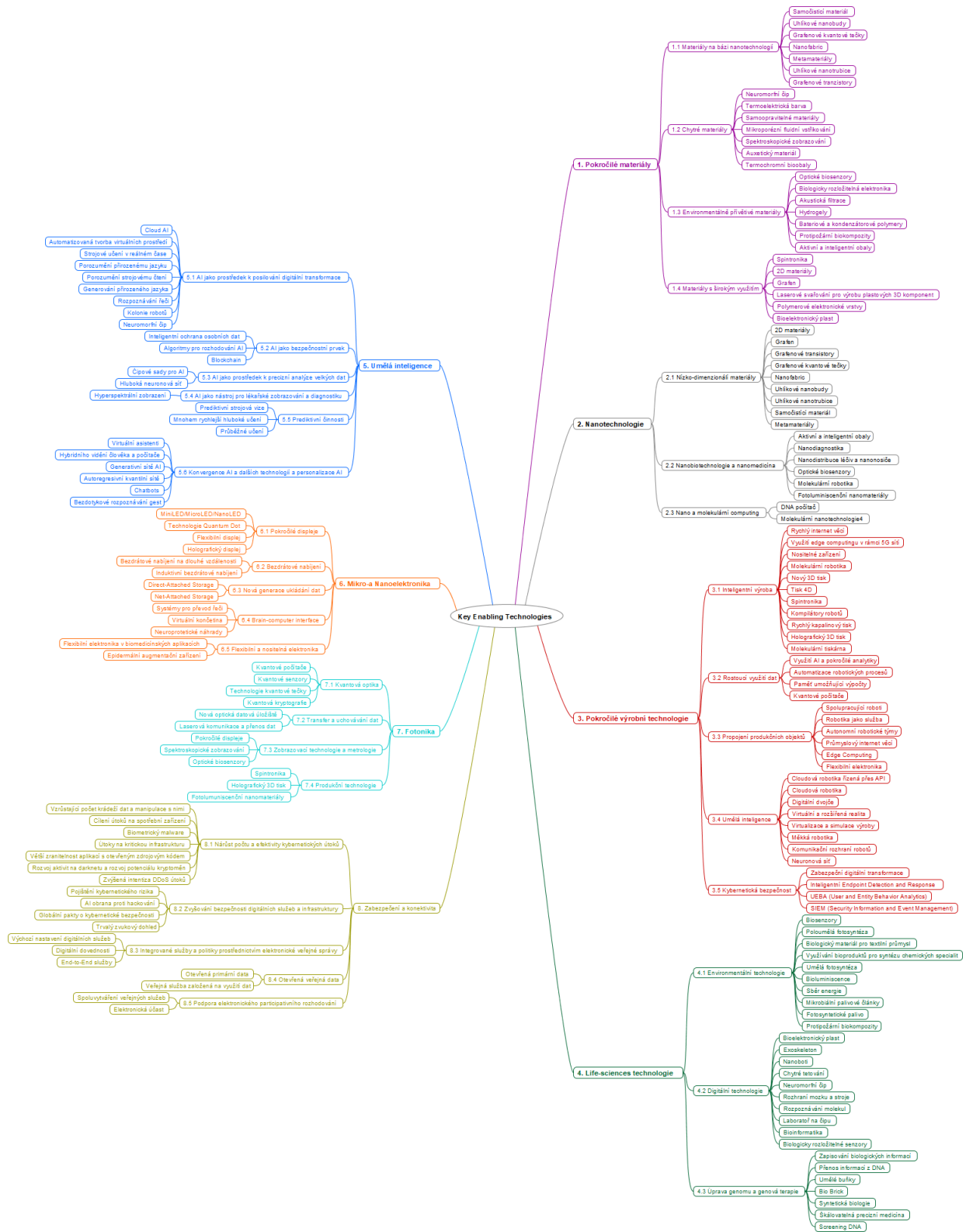
V této zprávě jsou v první části popsány technologické oblasti spadající mezi KETs. Vymezení KETs vychází z definice Evropské komise, která s těmito kategoriemi technologických oblastí pracuje ve svých strategiích a koncepcích.

Druhá část zprávy je věnována popisu metodického přístupu k identifikaci a zpracování relevantních informačních zdrojů, popisu samotného konceptu fungování analytického nástroje.

Třetí kapitola obsahuje výsledky textové analýzy relevantních informačních zdrojů v podobě popisu vývojových trendů v jednotlivých oblastech KETs. Samotné technologie doprovázející identifikované vývojové trendy jsou popsány v příloze.

Identifikované technologické trendy pro KETs

(čitelné po zvětšení v elektronické podobě)



1 Definice KET

Evropská Komise (EK) definuje Key Enabling Technologies (KET) – klíčové umožňující technologie, jako technologie „náročné na znalosti a spojené s intenzivním VaV, rychlými inovačními cykly, vysokými kapitálovými náklady a vysoce kvalifikovanými pracovními místy. Umožňují inovace výrobních postupů, zboží a služeb v rámci celého hospodářství a mají systémový význam. Jsou multidisciplinární povahy a zasahují do mnohých oblastí technologií s tendencí ke konvergenci a integraci. Klíčové technologie mohou těm, kdo jsou v čele dalších odvětví technologií, pomoci těžit z jejich úsilí v oblasti výzkumu“¹. KET lze tedy stručně charakterizovat jako technologie založené na pokročilých znalostech, přinášející vysokou přidanou hodnotu do nových výrobků a služeb. Jako takové mají velký potenciál přispívat k posílení konkurenceschopnosti evropského hospodářství a jeho udržitelnému růstu a zároveň k vytváření nových pracovních míst.

Definice jednotlivých KET byla provedena na základě analýzy globálních výzkumných a tržních trendů a EK původně označila jako KET pětici technologií: nanotechnologie, mikro- a nanoelektroniku, fotoniku, pokročilé materiály a biotechnologie, které byly později doplněny o šestou oblast – pokročilé výrobní systémy. Realizace podpory KET se promítla do prvního pracovního programu nového rámcového programu Horizont 2020 na roky 2014–2020, kdy se KET staly osou jeho průmyslového pilíře Leadership in enabling and industrial technologies a byla na ně vyčleněna finanční podpora ve výši asi 6.6 mil. €, tedy zhruba 8,5 % celkového rozpočtu rámcového programu H2020. KET se staly základem záměrů a opatření ve významných oblastech politiky EU a výrazně přispěly i do formování nových trendů v pokročilých výrobních procesech, nazývaných Průmysl 4.0.

S přípravou budoucího rámcového programu Horizon Europe, se EK vrací k problematice KET ve zprávě High-Level Strategy Group on Industrial Technologies, nazvané Re-Finding Industry². Zpráva přinesla kritický pohled na dosavadní implementaci KET do evropské hospodářské politiky a navrhla jejich aktualizaci, která odrážející tři hlavní výzvy, před nimiž stojí evropský průmysl:

- rostoucí role průmyslové výroby založené na pokročilých znalostech,
- digitalizace úzce související s touto proměnou charakteru průmyslové výroby,
- globalizace a konkurence rozvíjejících se tržních ekonomik v čele s Čínou.

Tyto trendy ovlivňují nutnost restrukturalizace a rozšíření koncepce KET pro budoucí období, které by měly představovat novou generaci technologií se širší definicí, a které budou splňovat kritéria:

- podstatného dopadu na vytváření vysoce kvalifikovaných pracovních míst, zvyšování kvality života a budování budoucí prosperity,
- relevance pro všechny fáze vývoje výrobků, zaručující silnou pozici evropského průmyslu ve všech hodnotových řetězcích,
- schopnosti přispívat ke zdraví evropského obyvatelstva, jeho bezpečnosti, podpoře udržitelného růstu a zajištění komunikace všech součástí společnosti,
- mezioborového charakteru KET v průmyslových aplikacích, podporujících mj. oběhové hospodářství a udržitelný růst.

Z tohoto důvodu byly navrženy následující úpravy vymezení KET:

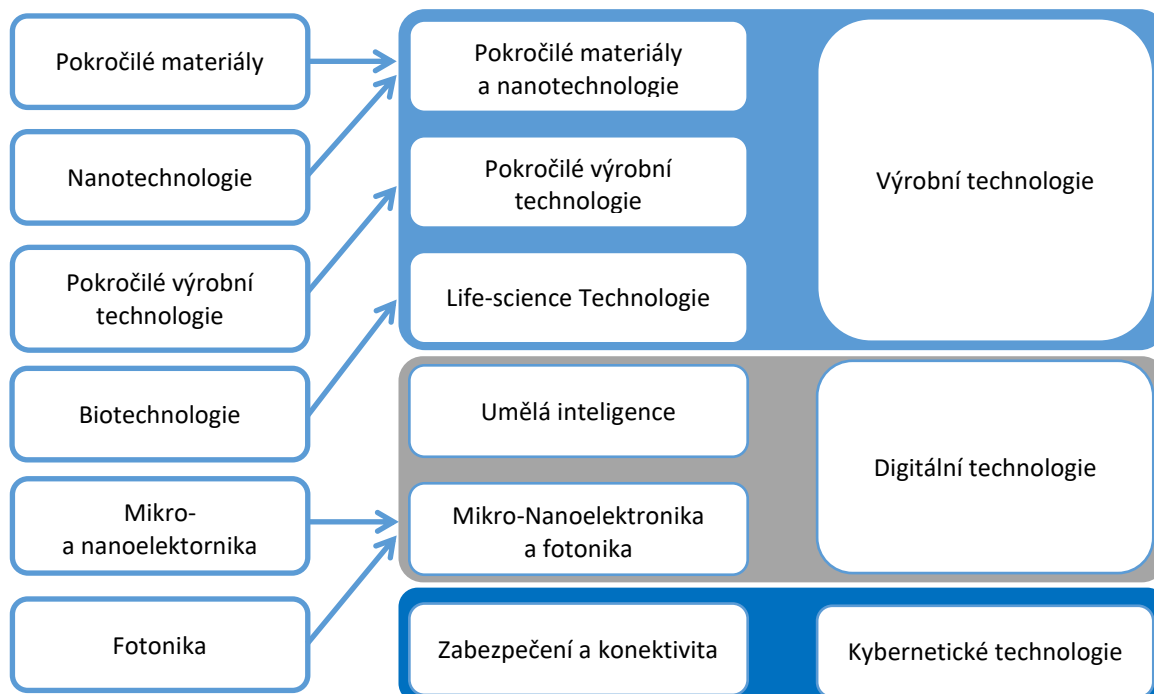
- potvrzení role dosavadních šesti KETs, přičemž čtyři z nich spojuje do dvou širších celků (pokročilé materiály a nanotechnologie),
- mikro- a nanoelektronika a fotonika,

¹ <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>

² https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_022018.pdf

- rozšíření KET Biotechnology na Life Sciences technologies,
- přidání dvou nových oblastí KET – umělá inteligence, digitální bezpečnost a konektivita.

Obr. 1: Vývoj vymezení KETs



Zdroj: https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies/european-strategy_en

1.1 Vymezení KET

Z výše popsaných důvodů bylo přistoupeno k rozšíření definice KETs a k tematickému sloučení KETs podle původního vymezení. Z hlediska hlavního cíle této zprávy je však tematické sloučení, vzhledem k použité metodice (Kapitola 2), problematické. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k identifikaci potenciálně významných technologických trendů a jejich aplikačních odvětví v osmi hlavních oblastech, které tematicky pokrývají současné vymezení KETs.

Pokročilé materiály

Pokročilé materiály zahrnují velmi širokou oblast materiálů s obtížně definovatelnými hranicemi. Na obecné úrovni lze za pokročilé materiály považovat materiály s požadovanými vlastnostmi a funkcemi. Typickým příkladem jsou lehké materiály, materiály pro extrémní podmínky, materiály, které slouží jako ochranné povlaky (proti různým vlivům, například proti extrémním podmínkám), nebo materiály, které mají „inteligentní funkce (inteligentní materiály). Příkladem mohou být pokročilé kovy, pokročilé syntetické polymery, pokročilá keramika, nové kompozity, pokročilé biopolymery a další materiály. Cílem výzkumu v oblasti pokročilých materiálů je porozumět vztahům mezi složením a mikrostrukturou materiálů a jeho technickými vlastnostmi, tj. jak mikrostruktura ovlivňuje chování v různých aplikacích, jak je toho možné dosáhnout a jak modifikovat chování materiálů různými výrobními technologiemi.

Nanotechnologie

Za nanotechnologie lze považovat technologie pro struktury s rozměry do 100 nanometrů alespoň v jednom rozměru. Jedná se o vysoce multidisciplinární a průřezovou technologii využívající nové techniky zaměřené například na vývoj nových materiálů, struktur se specifickými vlastnostmi, komponent a zařízení v této velikosti, které jsou využitelné v řadě oborů, jako je například elektronika, lékařství, materiálové vědy, energetika, transport a další odvětví. Mezi typické příklady nanotechnologií patří například uhlíková nanovlákná, grafeny a kvantové tečky.

Pokročilé výrobní technologie

Za Pokročilé výrobní technologie lze považovat výrobní systémy a související služby, procesy, provozy a zařízení pro ostatní KETs. Pokročilé výrobní technologie zahrnují široké spektrum technologií, které lze rozdělit do několika skupin:

- „čisté“ výrobní technologie umožňující fyzikální konverzi materiálů do požadovaných produktů;
- podpůrné technologie, jako je například počítačové modelování a simulace výrobních procesů;
- „soft“ aktivity, jako jsou inovace výrobního procesu.
-

Mezi pokročilé výrobní technologie lze například zařadit aditivní výrobu (například 3D tisk), litografii, technologie umožňující zvyšování rozměrů křemíkových desek při výrobě čipů, automatizaci, robotiku, měřicí systémy, zpracování signálu a informace, kontrolu výroby a další procesy.

Life-science technologie

Life-science technologie (též „bílé“ biotechnologie) lze považovat aplikace biotechnologií pro průmyslové zpracování a výrobu bioproduktů, chemikálií, materiálů a paliv, které využívají mikroorganismy nebo enzymy, v sektorech, jako je chemický průmysl, materiálová výroba, energetika (biopaliva), potravinářství/výživa, zdravotní péče, textilní průmysl, papírenský průmysl apod.

Umělá inteligence

Pro termín Artificial Intelligence (AI) – umělá inteligence neexistuje jedna přesná definice. Obecně se o AI hovoří jako o souboru 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.

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.

Mikro- a nanoelektronika

Pod pojmem Mikro- a nanoelektronika jsou chápány jak polovodičové komponenty, tak i vysoce miniaturizované elektronické subsystémy a jejich integrace do větších systémů a produktů, jako jsou například čipy, mikroprocesory (resp. komponenty pro zpracování informace), počítačové paměti,

mikro-elektro-mechanické systémy (MEMS) apod. Termín nanoelektronika je široce definován a lze do něho zahrnout všechny oblasti elektroniky se strukturou na úrovni nanometrů. V užším smyslu lze nanoelektroniku omezit na technologie založené na křemíku (resp. polovodičích) a na struktury s rozměry menšími než 100 nm. Do nanoelektroniky lze zařadit i transistorové součástky s takovými rozměry, kdy se uplatňují jejich kvantově-mechanické vlastnosti. Mezi mikroelektronikou a nanoelektronikou není pevná hranice.

Fotonika

Fotonika je považována za průřezovou technologii zahrnující generaci světla, jeho vedení, manipulaci se světlem, detekci světla, zesilování světla a jeho využívání v aplikacích. Za „světlo“ je chápáno nejen viditelné světlo, ale i mikrovlnná část spektra, ultrafialová část spektra a rentgenové záření (paprsky X). Z technologického hlediska fotonika zahrnuje celou řadu oblastí, jako jsou například fyzikální obory, nanotechnologie, materiálové vědy a elektronika.

Zabezpečení a konektivita

Příklady možných oblastí výzkumu a vývoje na téma Zabezpečení a konektivita: elektronická státní a oblastní správa, elektronická administrace služeb, elektronické hlasování, kybernetické systémy (mechanismy, které jsou řízeny nebo monitorovány počítačovými algoritmy; příklady: autonomní letecké, automobilové a železniční systémy, lékařské monitorování, autonomní robotické systémy apod.), e-Safety a e-Security (bezpečné prostředí a bezpečný přístup k online technologiím), vliv vyspělých komunikačních technologií na utváření veřejného a politického názoru na společenské dění, vědu, techniku apod., Blockchain (speciální druh distribuované decentralizované databáze uchovávající neustále se rozšiřující počet záznamů/dat chráněných proti neoprávněnému zásahu).

Tab. 1: Příklady aplikačních oblastí pro KETs

KET	Příklady
Pokročilé materiály	Inteligentní materiály, Environmentální materiály, Materiály s širokým spektrem aplikací
Nanotechnologie	Nanotechnologie, Biomateriály, 2D materiály, Nízkodimenziální materiály
Pokročilé výrobní technologie	Inteligentní, vysoce výkonná, vysoce přesná a aditivní výroba a procesy; Robotizace, Pohonné technologie šetrné k životnímu prostředí, Bio-rafinérie
Life-sciences Technologie	Syntetická biologie, Genomika (genomové inženýrství / syntetické genomy), Buněčné a tkáňové inženýrství, Biosenzory, Bioaktivátory, Bioaktuátory, Neurotechnologie
Umělá inteligence	Zabezpečená a ověřená komunikace v počítačových sítích, Identifikace pachatelů trestných činů, Ochrana elektronických dat, Interakce člověk-počítač, Robotika (interakce člověk-stroj)
Mikro- a nanoelektronika	Internet věcí, Inteligentní senzory, Kvantová technologie, Superpočítače (vysoký výkon, neuropočítače, digitální logické technologie)
Fotonika	Displeje (LCD, plazmové) a osvětlení (LED, OLED), Fotonika a Biofotonika, Kvantová optika
Zabezpečení a konektivita	Elektronická státní a oblastní správa, Elektronická administrace služeb, Elektronické hlasování, Kybernetické systémy (autonomní letecké, automobilové a železniční systémy, lékařské monitorování, autonomní robotické systémy apod.), eSafety a eSecurity (bezpečné prostředí a bezpečný přístup k online technologiím), vliv vyspělých komunikačních technologií na utváření veřejného a politického názoru na společenské dění, vědu, techniku apod., Blockchain

Zdroj: https://www.tacr.cz/dokums_raw/trend/PP1/1VS/Klicove_technologie_pro_zeme_EU_-_KETs_v_1_verejne_soutezi_programu_TREND.pdf

2 Popis metodického přístupu

2.1 Text mining

Text mining (TM) je možné definovat jako proces objevování (získávání) znalostí, který má za cíl identifikovat a analyzovat užitečné informace v textech, které jsou pro uživatele zajímavé. TM lze také definovat jako netriviální extrakci implicitních, předem neznámých a potencionálně užitečných informací z (velkého množství) textových dat. Předem neznámými informacemi jsou myšleny informace, které znal autor dokumentu a které nejsou implicitně viditelné. Nalezení zcela nových informací je složitý úkol, který se často realizuje v souborech textů, kde se analyzují vzájemné vazby a souvislosti.

Proces TM se zpravidla skládá ze dvou částí. První částí procesu představuje předzpracování, kdy je vstupní dokument převáděn do určité formy, která umožní další zpracování. V této části procesu je zpravidla ze vstupního dokumentu extrahován pouze text, který je následně normalizován. Vynechány jsou jakékoli obrázky nebo elementy prezentující informace v jiné než textové podobě.

Zachována může zůstat struktura textu, která při následné analýze může napomoci kvalitnějšímu určení významu daných termů (základních objektů, s nimiž se provádí další zpracování). Dále jsou z tohoto čistého textu vyjmuta obvyklá slova. Jedná se o slova, stanovená ruční analýzou jazyka a zařazená do jazykového slovníku, která nemají žádný podstatný význam (spojky, častá slova, aj.).

Druhou částí je získávání znalostí, kdy jsou znalosti nebo vzory extrahovány z předzpracované formy textu. V této části procesu dochází podle účelu procesu k analýze vygenerovaných termů³ a k rozhodovacímu procesu vedoucímu k poskytnutí požadovaných výsledků – kategorizace a shlukování dokumentů, extrakce entit a informací, sumarizace textů apod.

2.2 Identifikace klíčových slov

Identifikace relevantních informačních zdrojů je jednou z nejsložitějších složek celého procesu definice nových trendů. Jejich vyhledávání je možné pouze na základě vhodných dotazů směřovaných na databázové úložiště a další informační servery. Dotazy se zpravidla skládají z klíčových slov, které nejlépe popisují řešené téma.

Klíčová slova tvoří v každém dokumentu zásadní složku, protože umožňují pochopit stručnou reprezentaci obsahu dokumentu. Zároveň umožňují lokalizaci článku v informačním systému, případně kategorizovat dokument do příslušných tematických skupin. Konvenční přístupy k extrahování klíčových slov zahrnují ruční přiřazení klíčových slov na základě obsahu dokumentu, což je kapacitně náročné a výsledek nemusí být úplně přesný. S aplikací technologie Natural Language Processing (NLP) - zpracování přirozeného jazyka, se extrakce klíčových slov stává více efektivní.

Vstupní dataset pro extrakci klíčových slov obsahoval přibližně 70.000 zdefinovaných abstraktů z databáze PATSTAT⁴ Evropského patentového úřadu⁵. Vybrané abstrakty byly převedeny na datovou sadu. Vytvořená datová sada je založena na frekvenci jednotlivých slov a obsahuje mnoho buněk s nulovými hodnotami. Pro odstranění tohoto šumu je možné využít různé metody, nejčastěji však normalizace. Normalizace slov může být provedena buď pomocí stemmizace, která umožní nalézt

³ Pojem term nemá v TM pevně stanovený charakter. Jedná se o základní prvek, s nímž probíhá zpracování, ale jeho tvar se může lišit podle metody, která ho využívá. Term může být například věta při sumarizaci textu nebo jednotlivá slova (sousloví) při extrakci informací.

⁴ <https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>

⁵ <https://www.epo.org/index.html>

kořen každého slova, nebo pokročilejší lemmatizace, která převede každé obsažené slovo do základního tvaru.

Po provedení úpravy datové sady pomocí lemmatizace bylo nutné přistoupit k odstranění nejběžnějších slov (předložky, spojky, zájmena apod.), aby tato slova neovlivňovala výsledky relevantní pro kontext extrakce nových informací. Nejběžnější slova jsou součástí stopwords slovníků a je možné je manuálně doplňovat.

Pro extrakci klíčových slov z abstraktů je dále nutné text z vytvořeného korpusu převést na formát, který lze interpretovat pomocí algoritmů strojového učení. K tomuto účelu slouží tokenizace a vektorizace textu. Tokenizace umožní změnit souvislý text na seznam slov. Vektorizace pak výsledný seznam slov převede na matici celých čísel. Pro tento krok je využíván model „Bags of Word“⁶, který ignoruje pořadí slov a uvažuje jejich četnost v korpusu, a to včetně slovních spojení. Vektorizace dále zpřesňuje výslednou matici tak, že umožní z celého korpusu identifikovat kontextově specifická slova. Tímto eliminuje problém tokenizace, která neeliminuje dopad běžných slov. Pro vektorizaci je využívána metoda Term Frekvency – Inverse Document Frekvency⁷, která umožní eliminaci slov, které se v dokumentu mnohokrát objevují a naopak zvýrazní slova, která jsou podstatná a jedinečná pro konkrétní dokument a která ho odlišují od zbytku korpusu.

Klíčová slova extrahovaná z patentových abstraktů pak byla využita pro vyhledávání relevantních dokumentů, na nichž byla provedena textová analýza pro identifikaci nových trendů. Klíčová slova pro vyhledávání relevantních článků z informačních zdrojů jsou uvedena v Příloze 6.

2.3 Informační zdroje

Pro vyhledávání vhodných dokumentů jsou využité informační zdroje rozděleny do následujících kategorií.

2.3.1 Výzkumné informační zdroje

Nature⁸ - prestižní vědecký časopis se všeobecným zaměřením vydávaný od roku 1869 ve Velké Británii (dnes nakladatelstvím Nature Publishing Group). Byly a stále jsou v něm uveřejňovány nejdůležitější vědecké práce (články i kratší texty, tzv. dopisy) z astronomie, biologie, geověd, jaderné fyziky atd. Vychází jako týdeník a všechna vydání od aktuálního čísla až do roku 1950 jsou (předplatitelům) dostupná na internetu.

Science⁹ - akademický časopis Americké asociace pro vědecký pokrok a je považován za jeden ze světově nejprestižnějších vědeckých časopisů. Hlavní zaměření časopisu je zveřejňování různých vědeckých výzkumů, najdeme v něm však i jiné zprávy a názory související s vědou. Science pokrývá celé spektrum vědeckých disciplín.

2.3.2 Socioekonomické informační zdroje

Economist¹⁰ - britský týdeník o nejnovějších událostech a mezinárodních vztazích vydávaný od roku 1843 v Londýně. Primárním zájmem časopisu je přinášet zprávy ze světa, politiky a byznysu. Pravidelně se v něm objevují i rubriky zaměřené na vědu a techniku.

⁶ <https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-bag-words-model/>

⁷ <https://cs.wikipedia.org/wiki/Tf-idf>

⁸ <https://www.nature.com/>

⁹ <https://www.sciencemag.org/>

¹⁰ <https://www.economist.com/>

2.3.3 Sociální síť

Reddit¹¹ – otevřená internetová sociální síť, založenou na principu předkládání obsahu uživateli a jeho následného hodnocení pomocí hlasování. Reddit má celosvětovou komunitu čítající každý měsíc více než 540 milionů jedinečných uživatelů z více než dvou set zemí. Každý zaregistrovaný uživatel Redditu (redditor) má možnost vkládat na stránku obsah ve formě textu nebo odkazu. Obsah se vkládá do tematických kategorií zvaných subreddity, kde uživatelé mají možnost o obsahu hlasovat nebo k němu psát vlastní komentáře. Každý uživatel má vždy možnost dát každému příspěvku jeden hlas, a to buď pozitivní (upvote), nebo negativní (downvote). Příspěvky s větším hodnocením mají pak vyšší prioritu při zobrazení dalším uživatelům.

Twitter¹² - je poskytovatel sociální sítě a mikrobloggeru, který umožňuje uživatelům posílat a číst příspěvky zaslané jinými uživateli, známé jako tweety. Pro stahování a analýzu tweetů byly vybrány relevantní účty respektovaných organizací.

2.3.4 Novinové informační zdroje

Webhose¹³ – pokročilá DaaS (Data as a Service) platforma s přístupem ke strukturovaným datům z jiných zpravodajských serverů, blogů a on-line diskuzních platforem. Pracuje s technologií pro sběr informací pomocí crawlingu a scrapování webových stránek. Získaná data pak služba nabízí prostřednictvím definovaných endpointů, kterých se uživatelé mohou dotazovat. Data je možné pomocí základních filtrů rozdělit na business informace, publicistiku, audiovizuální média, recenze a darknet.

2.4 Aplikace nástrojů pro analýzu získaných informačních zdrojů

2.4.1 Kategorizace textů

Kategorizace textů je úkol, při němž jsou dokumenty automaticky zařazovány do předem dané množiny předdefinovaných tříd. Ty mohou být děleny podle obsahu (tématu, klíčových slov, názvů, aj.), žánru, autora, atd. Dokumenty, pro něž může být použita kategorizace textů, jsou například novinové články, e-maily, knihy, zprávy, webové stránky a jiné.

Aplikace kategorizace textů - organizování záznamů/dokumentů, indexované knihovny dokumentů, eliminace spamu, vyřazování nevhodných webových stránek.

2.4.2 Extrakce informací

Cílem extrakce informací je převést nestrukturovaný text do strukturovaného formátu podle jeho obsahu. Jedním z hlavních účelů této činnosti je dodání informací dalším metodám v procesu zpracování. Zvolený přístup záleží na struktuře textu. Ta může nabývat těchto podob:

- nestrukturovaný text - text s celými gramatickými větami, které umožňují zpracování pomocí metod zpracování přirozeného jazyka (NLP - Natural language processing). Vzory jsou získávány na základě jejich syntaktické a sémantické analýzy;
- strukturovaný text - text s předem definovanou strukturou, v němž jsou vzory odděleny určitým pevně daným způsobem;
- semi-strukturovaný text - text, který není gramaticky strukturován, je často psán heslovitým způsobem.

¹¹ <https://www.reddit.com/>

¹² <https://twitter.com/>

¹³ <https://webhose.io/>

2.4.3 Shlukování textů

Shlukování textů je plně automatický proces, který rozdělí soubor dokumentů do skupin. Dokumenty v každé skupině si jsou v určitém (zvoleném) směru podobné. Pokud je pro rozlišení použit obsah dokumentů, pak různé skupiny korespondují s různými náměty a tématy obsaženými v tomto souboru dokumentů. Na shlukování lze proto nahlížet také jako na způsob, jak zjistit, co daný soubor dokumentů obsahuje. K identifikaci námětu/tématu skupiny shlukovací nástroje používají slova, která jsou běžná v dokumentech dané skupiny.

Skupiny jsou v textech nalezeny pomocí hledání skupin objektů, které jsou si více podobné mezi sebou než s členy ostatních skupin. Proto je cílem shlukovací analýzy rozlišit množinu skupin (clusterů), ve kterých je podobnost s jinými clustery minimální a vnitřní podobnost dokumentů maximální.

2.4.4 Rozpoznávání pojmenovaných entit

Úkolem je v přirozeném textu automaticky identifikovat a většinou zároveň klasifikovat do předdefinovaných kategorií tzv. pojmenované entity, tedy slova n. posloupnosti slov, které vyjadřují jméno osoby, zeměpisné lokality, výrobku, organizace, společnosti atd. Úloha tedy většinou zahrnuje jak lokalizaci entit v textu (named entity identification), tak jejich klasifikaci (named entity classification).

3 Vývojové trendy v KETs a potenciálně významné aplikační oblasti

3.1 Pokročilé materiály

3.1.1 Hlavní vývojové trendy Pokročilých materiálů¹⁴

Materiály pro nanovýrobu

Nanotechnologie umožňují vývoj nových generací kompozitů s vylepšenou funkcí a širokou škálou aplikací. V současnosti nanokompozity představují mnoho aplikací v mnoha průmyslových oborech. Užité vlastnosti nanomateriálů vyplývají z jejich výjimečných fyzikálních a chemických vlastností, velikosti, tvaru či povrchové morfologii. Velikostní efekt (size effect) umožňuje výrazně zlepšovat užité vlastnosti konvenčních materiálů. Nanotechnologie díky svému inovačnímu potenciálu již dnes výrazně ovlivňují moderní průmyslové produkty.

Environmentální materiály

Kritéria environmentálních materiálů představují především šetrnost k energiím, šetrnost k přírodním zdrojům, opakované využití, recyklovatelnost, chemickou stabilitu (dlouhodobá využitelnost bez chemické degradace) a biologickou bezpečnost. Kromě známé kategorie zakládající svou strukturu na dřevě a jeho odpadu současné technologie vyvíjejí umělé nepoměrně složitější materiály – silikony, ultra lehké kovy, polyester, cement, chemická aditiva apod. Množství environmentálně akceptovatelných materiálů vzrůstá a jejich běžné užití v praktickém životě získává stále reálnější obrysy. V rámci konkrétních diferencí se dělí do několika podskupin určujících způsob výroby či využitelnost.

Smart materiály

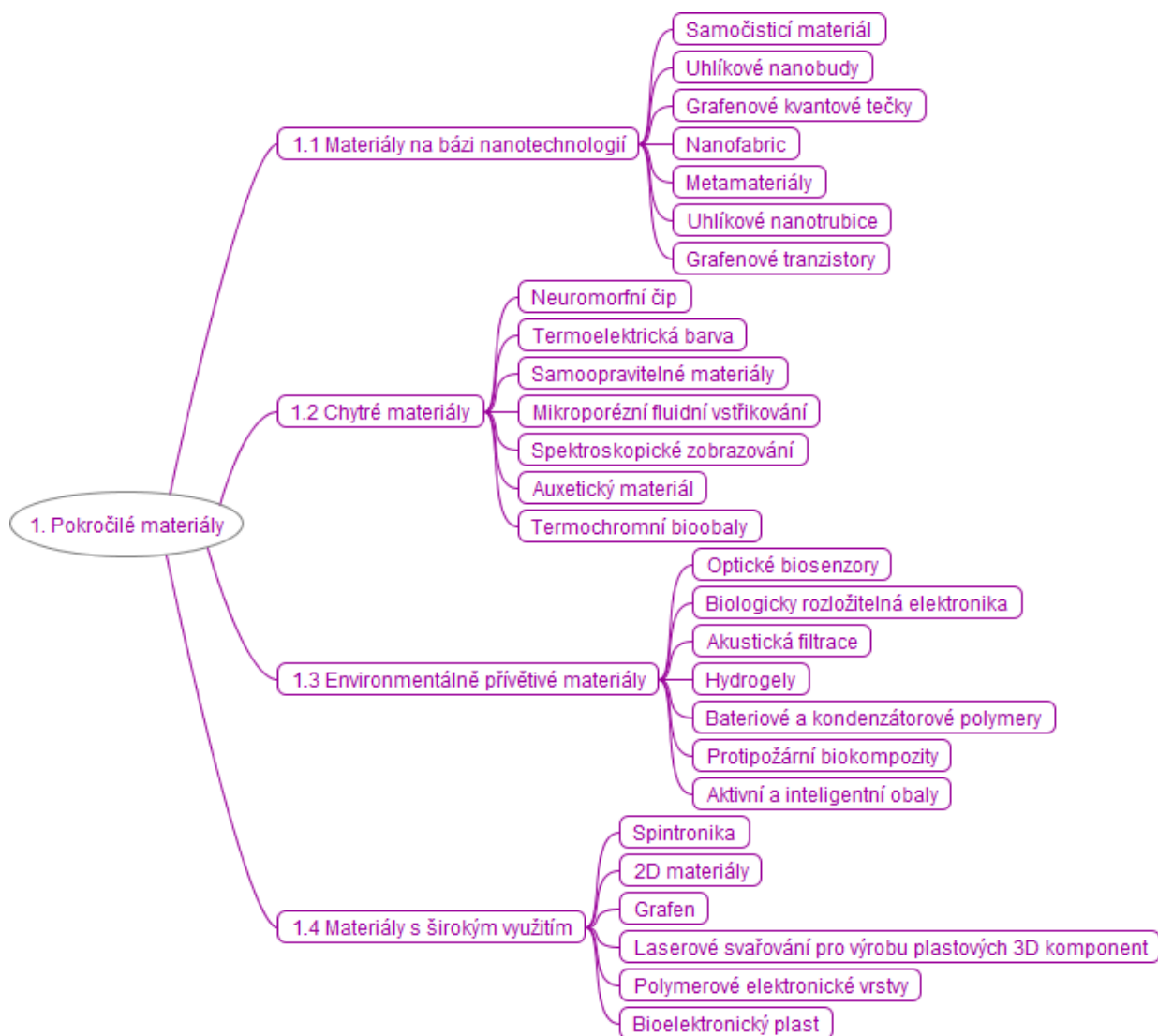
Díky novým technologiím a novým výzkumným poznatkům jsou materiály stále vyspělejší a chytřejší. Inteligentní materiály se přizpůsobují novým okolním podmínkám a tím rozšiřují škálu vlastností materiálu. Pokročilé materiály jsou navíc nejen výkonnější, ale často také levnější než jejich předchůdci

Široce uplatnitelné materiály

Materiály, které jsou zabudovány do elektronických komponentů nebo byly vyrobeny pomocí inteligentních materiálů a nabízejí vysokou přidanou hodnotu. Materiály mají stále lepší mechanické i chemické vlastnosti. Trendem je zároveň možnost využití technomateriálů v bioinženýrských a nanoinženýrských oborech.

¹⁴ <https://www.idtechex.com/en/research-article/trends-in-advanced-functional-materials/15927>
<http://crosstalk.cell.com/blog/the-editor-of-matter-on-5-materials-trends-to-watch>
<https://www.3dprintingmedia.network/advanced-materials-additive-manufacturing/>
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-04500-5_1
<https://www.sciencedirect.com/book/9780128141304/nanomaterials-for-food-applications>

3.1.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé materiály



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Pokročilé materiály je uveden v Příloze 1.

3.2 Nanotechnologie

3.2.1 Hlavní vývojové trendy Nanotechnologií¹⁵

Nízko-dimenzionální materiály

Pokročilé nízko-dimenzionální struktury (včetně těch 1D) různých typů mají široké spektrum využití. Díky jejich unikátním vlastnostem (optickým, elektrickým, katalytickým apod.) je jejich budoucí potenciál považován za velmi významný zejména v biomedicině, energetice, komunikačních technologiích a optoelektronice.

Nanobiotechnologie a nanomedicína

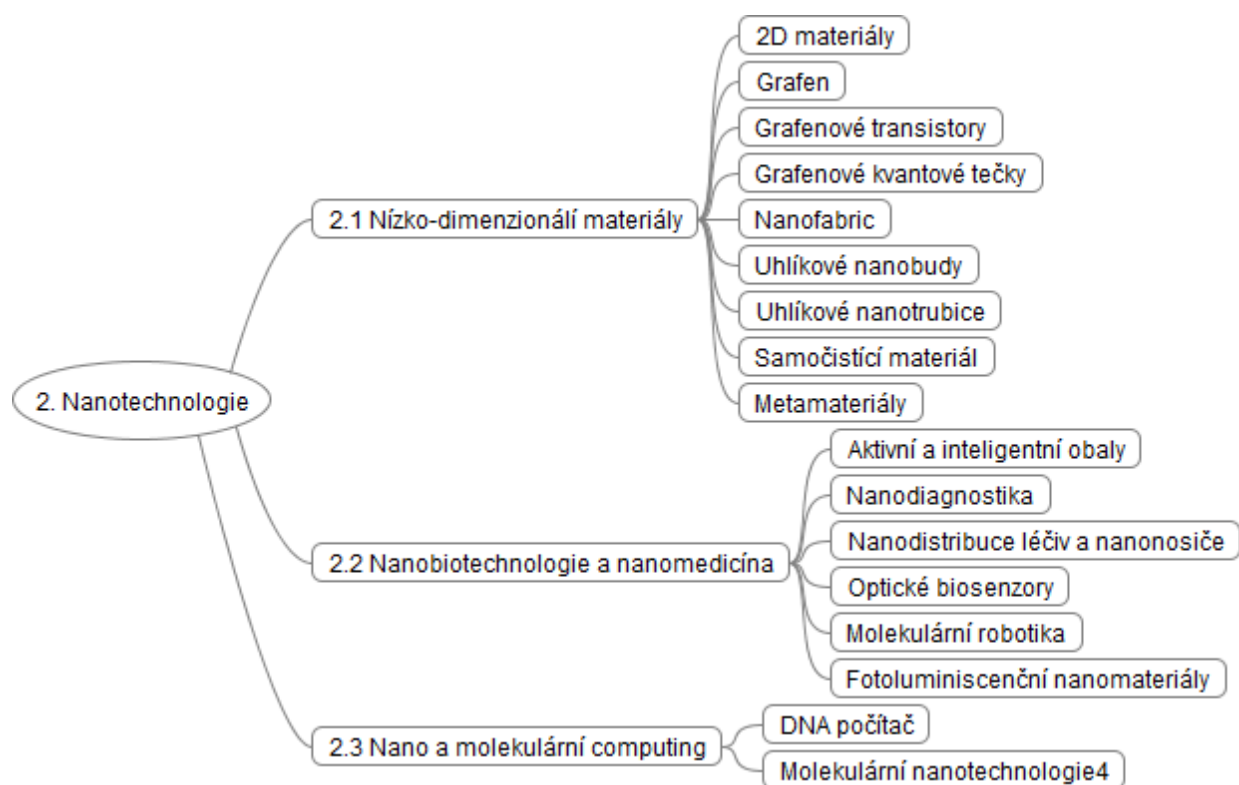
Využití nanotechnologií v biologických oblastech se neustále vyvíjí a má široké spektrum uplatnění již dnes. Zahrnuje oblasti od diagnostiky s přesahem do nano a optoelektroniky a fotoniky až po cílený transport léčiv na molekulární úrovni. Klíčové jsou také při výzkumu činnosti lidského mozku. Vývoj a rozšíření nanobiotechnologií se očekává též v oblasti zpracování potravin a zemědělství (výroba inteligentních obalů, nových typů potravin, nové způsoby používání pesticidů apod.). Očekává se vývoj nových optických senzorů, fotoluminiscenčních materiálů, katalyzátorů, léčiv a obalových materiálů.

Nano a molekulární computing

Jedná se o oblast, která rozvíjí aplikační potenciálu možnosti opakovaně měnit elektronickou strukturu molekul a jejich magnetických vlastností. Vývoj DNA počítačů je v podstatě paralelní vývoji počítačů založených na kvantové technologii.

¹⁵ http://www.tntconf.org/2019/TNT2019_abstractsbook.pdf
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140291000119>
<https://www.longdom.org/open-access/nanomedicine--an-evolving-research-2155-983X-1000160.pdf>
https://books.google.cz/books?hl=en&lr=&id=6PqIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=DNA+computing&ots=1ZpczKc5I-&sig=HuoljnxYHp4d-Mo52Y6DwDrds5Y&redir_esc=y#v=onepage&q=DNA%20computing&f=false

3.2.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Nanotechnologie



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Nanotechnologie je uveden v Příloze 2.

3.3 Pokročilé výrobní technologie

3.3.1 Hlavní vývojové trendy Pokročilých výrobních technologií¹⁶

Inteligentní výroba

Koncept inteligentní výroby se v čase neustále mění, nicméně ji lze definovat jako stále rostoucí integraci špičkové umělé inteligence a pokročilých výrobních technologií a procesů. Inteligentní výroba pomáhá společnostem, kromě efektivnější výroby, optimalizovat organizační systémy, zlepšovat kvalitu produktů, zvyšovat efektivní alokaci zdrojů a lépe poskytovat zákaznický servis. Pokroky v digitálních technologiích, které jsou ve výrobě aplikovány, dlouhodobě umožňují nárůst inteligentní výroby. Očekává se, že budou vznikat integrované systémy, které umožní komunikaci a spolupráci mezi zařízením a lidmi a budou umožňovat produkci customizovaných výrobků ve stejné efektivitě, kterou poskytuje běžná výroba. Díky stále rostoucímu podílu inteligentní výroby mohou být do výrobního procesu zapojeni i zákazníci.

Rostoucí využití dat

Schopnost efektivně analyzovat a využívat data generovaná během výrobních procesů pro získání informací o jednotlivých produkčních procesech ke strategickému rozhodování představuje silně rostoucí trend. Využití dat znamená schopnost data shromažďovat, vytvářet ekosystém pro jejich analýzu (firemní inteligence pro podporu organizačního hodnocení a analýzy). Nejdynamičtější firmy dnes vytvářejí procesy a investují do nástrojů, které pomáhají zvyšovat zisky i produktivitu. S vývojem nových technologií se vyvíjí i příležitosti pro ještě více efektivní využíváním produkovaných dat.

Propojení produkčních objektů

Propojení produkčních objektů pomocí senzorů představuje jeden z nejvýznamnějších transformačních trendů v průmyslové výrobě. Neustále se rozvíjející internet věcí změnil nejen tradiční dodavatelské řetězce na vzájemně propojené a dynamické systémy, ale také umožnil zásadně změnit způsob výroby produktů, umožnil zvýšit efektivitu výroby a její bezpečnost, a umožnil snížit organizační náklady a složitost řízení produkce. Pokračování trendu lze očekávat ve vytváření nových obchodních modelů, zejména k pronajímání produkčních kapacit továren. Očekává se, že výrobní stroje budou prodávány jako služba a jejich vlastníci by je tak mohli dálkově monitorovat a automaticky zajišťovat údržbu, opravy a nezbytné aktualizace.

¹⁶ https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights-Advanced-Manufacturing-2019-Trends.pdf?utm_campaign=iot-trends_2018-11&utm_medium=email&hsenc=p2ANqtz-Xq0iPfg837y1p2o47-6ET0H4pN3N-NtYeSArwjY7lmkq0MHPD2BzN6Svlvi6wbWefzBfLKQhXFVwkeB3BEIyP4HQDQ&hsmi=67895772&utm_content=67895772&utm_source=hs_automation&hsCtaTracking=b9bfbe04-111c-4c3b-a267-4d412a869d75%7C4f8799c3-c19f-4741-b2b5-299aa9419bb6
<https://www.rewo.io/en/manufacturing-technology-trends-future/>
<https://us.hitachi-solutions.com/blog/top-manufacturing-trends/>
<https://www.zdnet.com/pictures/7-technologies-that-will-transform-advanced-manufacturing-in-2019/2/>
<https://www.autodesk.com/redshift/manufacturing-trends-2019/>
<https://www.nist.gov/blogs/manufacturing-innovation-blog/5-manufacturing-technology-trends-watch-2019-0>
<https://internetofbusiness.com/complete-guide-10-smart-factory-trends-to-watch-in-2019/>

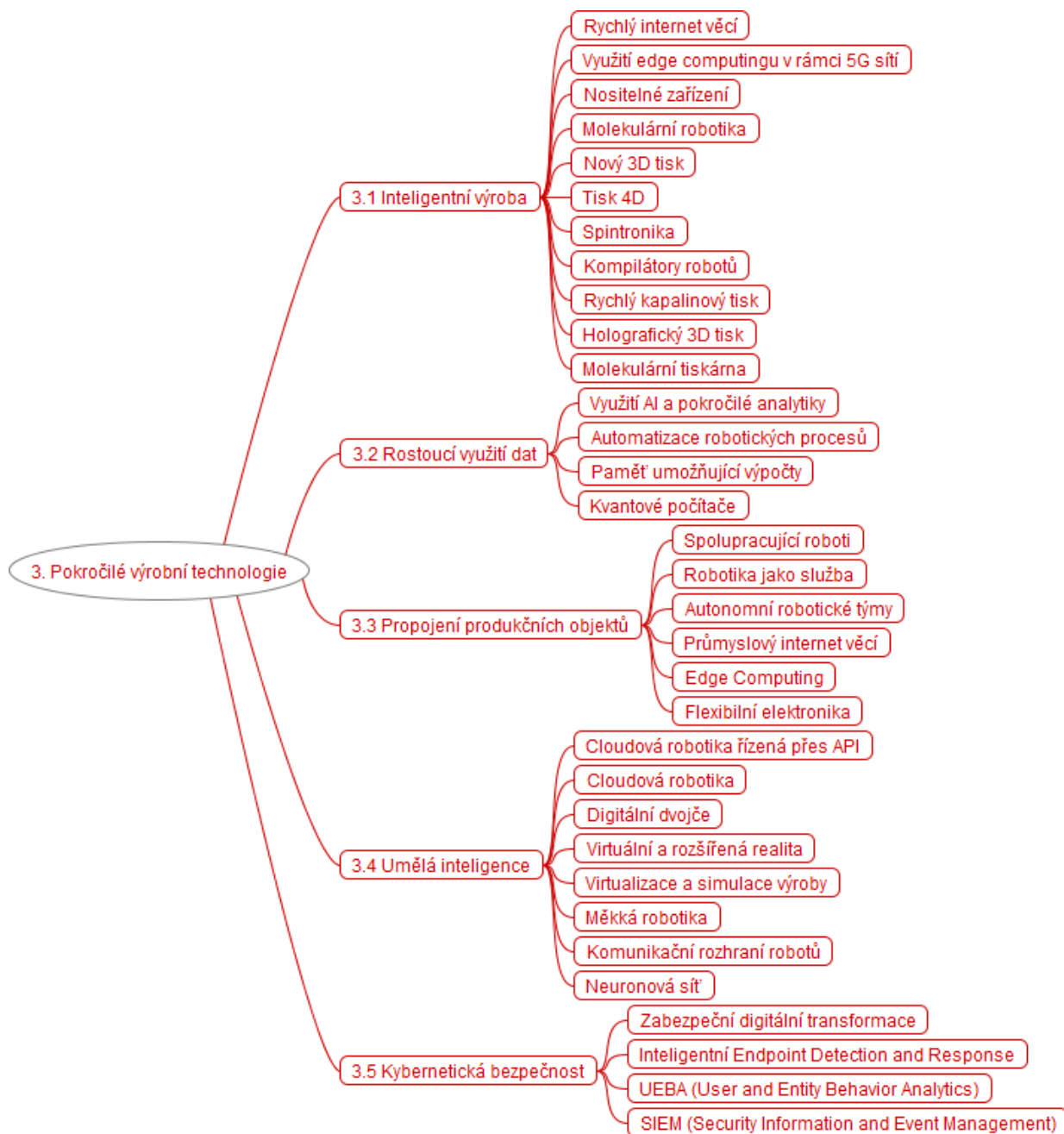
Umělá inteligence

Růst využití jednotlivých technologií na bázi umělé inteligence je patrný ve všech lidských činnostech, takže začíná být stále více začleňována do výrobních procesů. V blízké budoucnosti budou výrobní zařízení síťově propojené s lidmi, s aktivy dodavatelského řetězce, s konstrukčními týmy, s řízením výroby a kvality. Všechny komponenty výroby budou integrované do vysoce inteligentního ekosystému, který bude monitorovat jednotlivé procesy a bude sbírat a analyzovat data. Umělá inteligence může mít v rámci výroby mnoho podob a lze očekávat, že její přítomnost ve výrobních zařízeních bude stále více rozvíjet v oblastech jako je virtuální realita, automatizace, internet věcí, robotika apod.

Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost se stane jednou z významných strategických priorit výrobních podniků využívající technologie internetu věcí. Komponenty inteligentní výroby, práce průmyslových robotů a dalších komponent Průmyslu 4.0 bude využívat internetu věcí a dalších datových služeb, což bude vyžadovat eliminaci rizik jejich ztráty pomocí zvýšené kybernetické bezpečnosti. Lze očekávat, že subjekty budou muset přistoupit k vysoce integrované kybernetické bezpečnosti. Integrovaná kybernetická bezpečnost musí mít schopnost detekce a prevence narušení novými generacemi kybernetických hrozeb, sledování integrity výroby, virtuální opravování případných narušení sítě, strojové učení, analýzu chování subjektů připojených na síť, detekci rizik, inteligentní zhodnocení zranitelnosti, bránu firewall nové generace a technologie obrany úniku dat. Zavedení takové bezpečnostní architektury umožní snižovat rizika kybernetických hrozeb.

3.3.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé výrobní technologie



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Pokročilé výrobní technologie je uveden v Příloze 3.

3.4 Life-sciences technologie

3.4.1 Hlavní vývojové trendy Life-sciences technologií¹⁷

Environmentální technologie

Biotechnologie se prolíná širokou škálou sektorů. Označuje proces výroby šetrný k životnímu prostředí. Nejedná se tedy o trend vycházející z charakteru komodit, ale o trend vycházející ze způsobu produkce a využití. V charakteru komodit lze dále rozlišovat biotechnologii na bílou biotechnologii zaměřenou na průmysl, červenou biotechnologii zaměřenou na medicínu, zelenou biotechnologii zaměřenou na zemědělství, modrou biotechnologii zaměřenou na zpracování vodních zdrojů. Velký potenciál do budoucna má biotechnologie zaměřená na průmysl. Předpokládá se, že do roku 2020 bude více než 20 % všech výrobků zpracovávaných v rámci chemického průmyslu vyráběno za použití biotechnologických postupů.

Digitální technologie

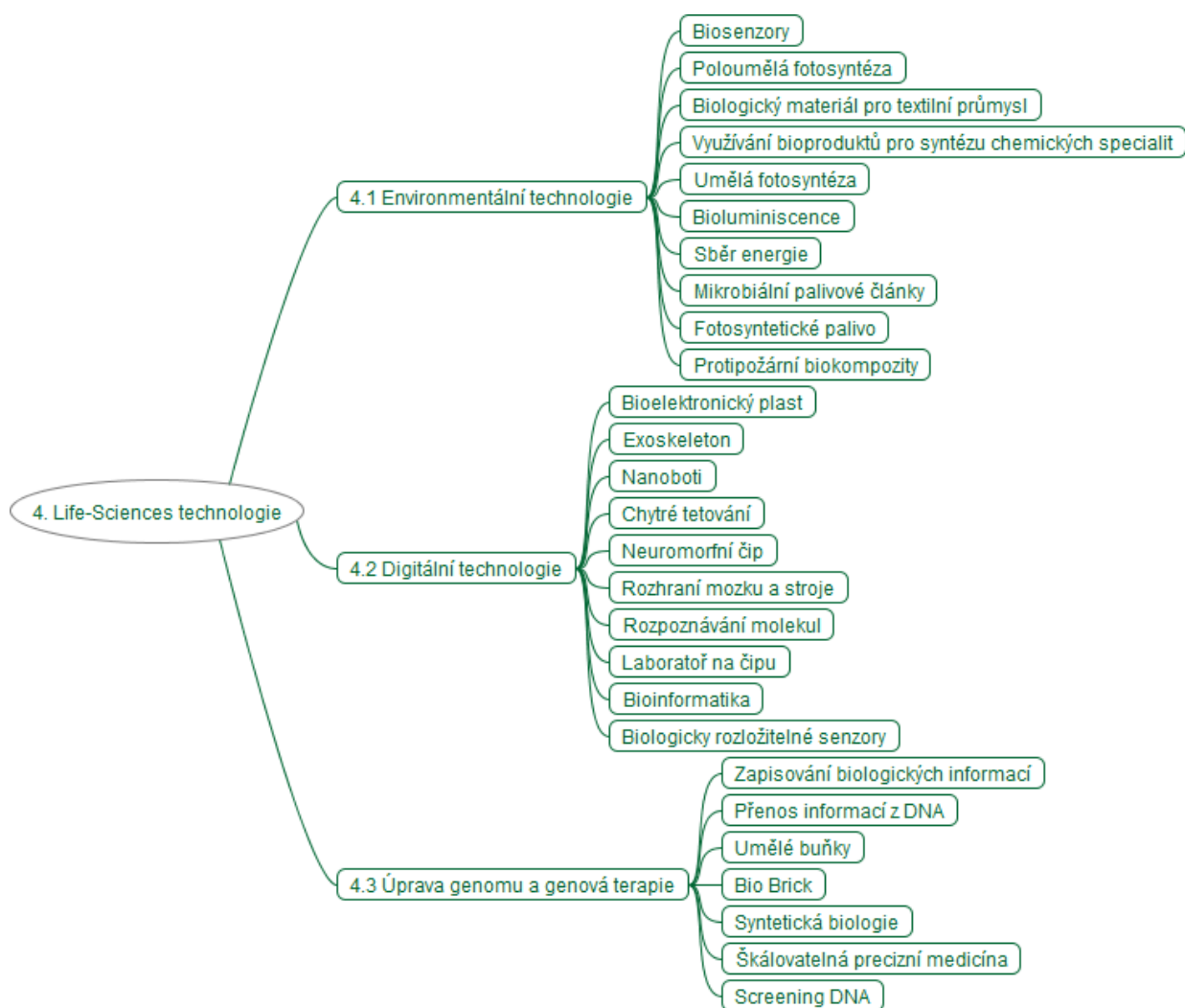
Významným trendem je vývoj řešení pro interakci digitální výrobků s lidským tělem. Tato řešení tak kombinují aditivní výrobu, výpočetní design, syntetickou biologii a materiálového inženýrství.

Úprava genomu a genová terapie

Úprava genomu je lékařský postup v genetickém inženýrství, při kterém je DNA organismu nahrazena nebo upravena. Aplikace úpravy genomu umožní řešit specifické zdravotní onemocnění a syndromy. Očekává se, že další posun v úpravě genomu přinese další kroky ve zlepšování lidského těla. Vývojově se dále bude posouvat úprava genomu díky metodě CRISPR. Rozvoj metody a její další očekávané rozšiřování umožní její aplikace v potravinářském a zemědělském průmyslu tak, aby bylo možné modifikovat potraviny a rostliny tak, aby bylo možné zajistit bezpečné a stabilní zásobování na globální úrovni. Významný vývoj lze očekávat také v oblasti genové terapie. Hlavním trendem je vývoj genové terapie v oblasti neurověd. Tento trend by mohl posunout léčbu neurogenerativních a neuropatogenních onemocnění. Využívat se budou zejména léky na bázi RNA.

¹⁷ <https://www.futransolutions.com/biotechnology-2019-where-does-pharma-marketing-stand-in-the-middle-of-the-year/>
<https://www.forbes.com/sites/quora/2018/01/16/four-biotech-trends-to-watch-for-in-2018/#652446ba4d96>
<https://www.labiotech.eu/interviews/european-biotechnology-2019/>
<https://www.3dprintingmedia.network/advanced-materials-additive-manufacturing/>
<https://medium.com/datadriveninvestor/5-biotech-trends-shaping-the-future-68279160f707>
<https://www.genengnews.com/a-lists/5-biopharma-trends-to-watch-in-2019/>

3.4.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Průmyslové biotechnologie



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Průmyslové biotechnologie je uveden v Příloze 4.

3.5 Umělá inteligence

3.5.1 Hlavní vývojové trendy Umělé inteligence¹⁸

AI jako prostředek k posilování digitální transformace

Umělá inteligence (AI) bude vytvářet předpoklady ke zrychlování procesu digitalizace a rychlejší transformaci produkčních a obchodních procesů k chytrým řešením. Aplikace AI a její efektivní využívání bude hlavním faktorem růstu konkurenceschopnosti subjektů. Zřejmý je posun o větší přiblížení AI pro koncové spotřebitele. Snahou je vyvíjet jednodušší a uživatelsky přívětivější aplikace. Nové automatizované platformy strojového učení umožňují laikům vytvářet a zavádět jednoduché modely a aplikace založené na AI. Očekává se, že tyto modely a aplikace budou v blízké budoucnosti využívány ke každodenní práci.

AI jako bezpečnostní prvek

AI a zejména strojové učení umožní řešení kybernetických hrozeb a zvyšování bezpečnosti obecně. Očekává se, že AI bude vyhodnocovat využívání kybernetické bezpečnosti a navrhopat nová řešení zabezpečení. Předpokládá se, že vzhledem k nutnosti analýzy velkého množství dat bude AI, vzhledem k jejímu předpokládanému výkonu, velmi efektivní. V nejbližších letech se očekává využití AI jako nástroje kybernetické ochrany v oblasti ochrany automatizovaných provozů. V delším časovém horizontu se očekává automatizovaná kybernetická bezpečnost fungující na bázi AI.

AI jako prostředek k precizní analýze velkých dat

Využití AI v oblasti analýzy se bude stále zvyšovat. Důvodem je zejména neustálé zvyšování objemu dat. Očekává se, že AI bude data nejen analyzovat, ale i spravovat. V tomto smyslu se tedy očekává zejména rozvoj strojového a hlubokého učení. Nebude se ale jednat o jednorázové analýzy, rekognice či vyhledávání, ale o náročné datové operace, organizaci dat a samostatné modelování úkolů, což bude mít vliv na novou formu systému správy dat.

AI jako nástroj pro lékařské zobrazování a diagnostiku

Využití AI ve zdravotnictví se bude zvyšovat. Na straně spotřebitele pronikání chytrých telefonů a pokročilé rozpoznávání obrázků mění telefony na výkonné domácí diagnostické nástroje. Jedním z nejvlivnějších trendů AI bude schválení a přijetí AI pro lékařské a diagnostické aplikace.

¹⁸ https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/artificial-intelligence-ai4eu-project-launches-1-january-2019>
<https://appinventiv.com/blog/ai-technology-trends/>
<https://hackernoon.com/top-10-trends-in-artificial-intelligence-that-will-dominate-2019-48a07e0f5fe6>
<https://enterpriseproject.com/article/2018/12/ai-trends-2019?page=1>
<https://www.cbinsights.com/research/ai-trends-2019/>
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for#part4>
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for#part4>
<https://techinsight.com.vn/language/en/10-artificial-intelligence-trends-to-watch/>

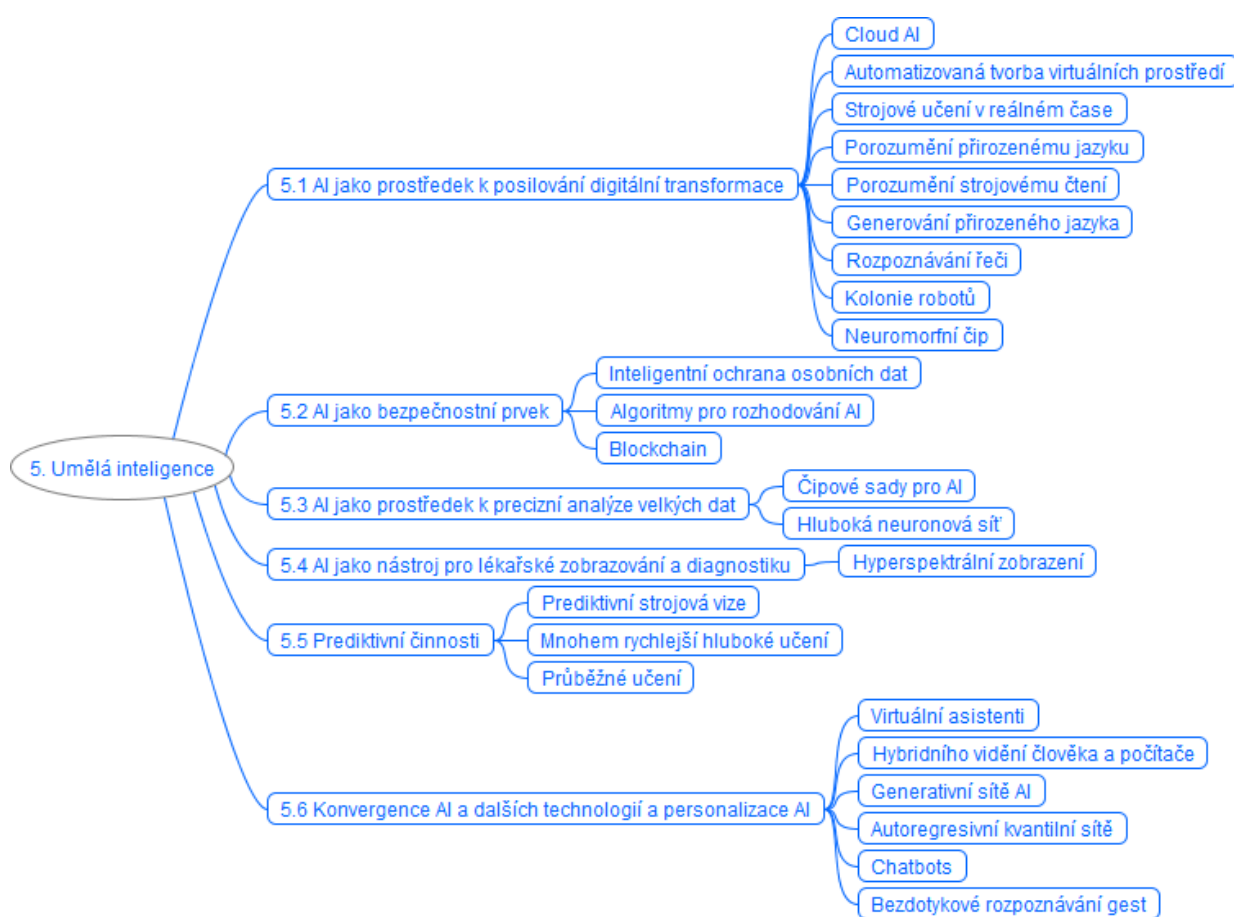
Prediktivní údržba

Algoritmy prediktivní údržby používají neustálý sběr dat k předpovídání poruch zařízení dříve, než k nim dojde. Díky klesajícím nákladům na senzory, zdokonalením umělé inteligence a posunu směrem k hraničním výpočetním technikám je prediktivní údržba stále dostupnější.

Konvergence AI a dalších technologií a personalizace AI

Produkty založené na AI budou stále častěji pronikat do oblasti běžné produkce. Zároveň bude nadále růst trend personalizace koncových produktů. Z tohoto důvodu lze předpokládat rozvoj customizovaných AI aplikací v personalizovaných koncových produktech. Tento vývoj bude podpořen přístupem výrobních společností k technologiím strojového učení, velkých dat a prediktivní analytiky.

3.5.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Umělou inteligenci



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Umělou inteligenci je uveden v Příloze 5.

3.6 Mikro- a nanoelektronika

3.6.1 Hlavní vývojové trendy Mikro- a nanoelektroniky¹⁹

Pokročilé displeje

Vývoj pokročilých zobrazovacích technologií reaguje na technologie, které využívají infrastrukturu pro zobrazení digitálního obrazu (zejména virtuální realitu). Vysoce inovativní trendy je možné sledovat v oblasti technologie LCD s vysokými charakteristikami zobrazení, technologie micro-LED s vysokým rozlišením pro zobrazovací zařízení, robustní technologie LCD displejů, technologie dotykových panelů pro aplikace technologie human-machine interface, či bezdrátové zobrazování heads-up pro průmyslové i osobní aplikace.

Bezdrátové nabíjení

V současnosti bezdrátové nabíjení funguje na principu elektromagnetické indukce mezi dvěma cívkami. Pokud je podložka připojena ke zdroji, vytváří cívka magnetické pole. V nabíjeném zařízení je pak druhou cívkou indukován střídavý elektrický proud, který je následně usměrněn a přiveden do baterie nabíjeného zařízení. Nejrozšířenějším standardem bezdrátového nabíjení je Qi, které obsahuje i komunikační centrum – to například rozpozná úroveň nabití zařízení ležícího na podložce.

Nová generace ukládání dat

Ukládání a správa velkých souborů dat se stalo klíčovým pro vznik větších IT systémů. Velká data je potřeba efektivně a spolehlivě ukládat. Next-Generation Storage je pokročilé portfolio produktů a řešení, které podporuje ukládání dat koncových uživatelů, včetně IT společností, automobilového průmyslu, datových center atd., které se s rostoucí množstvím velkých a nestrukturovaných potýkají s mnoha problémy a jejich správou. Obrovské množství generovaných dat musí být snadno přístupné a analyzovatelné. Úložiště nové generace nabízí spolehlivá, zabezpečená a škálovatelná řešení.

Brain-computer interface

Rozhraní propojující mozek s počítačem (BCI). Na BCI je možné pohlížet jako na nástroj, ve kterém akce jedince neprocházejí obvyklými výstupy z mozku. BCI umožňuje díky nasnímaným signálům z mozku provádět vnější aktivitu. Jde o přímou komunikační cestu mezi mozkem a externím zařízením. BCI systémy jsou často zaměřeny na pomoc, rozšíření nebo opravu lidské kognitivní či smyslově-motorické funkce. Praktické využití lze nalézt v mnoha aplikacích, např. rychlé odpovědi na jednoduché otázky, převod myšlenek na text, ovládání prostředí na monitoru a v neposlední řadě provoz neuro-protéz, které se zaměřují na obnovu poškozeného sluchu, zraku a pohybu.

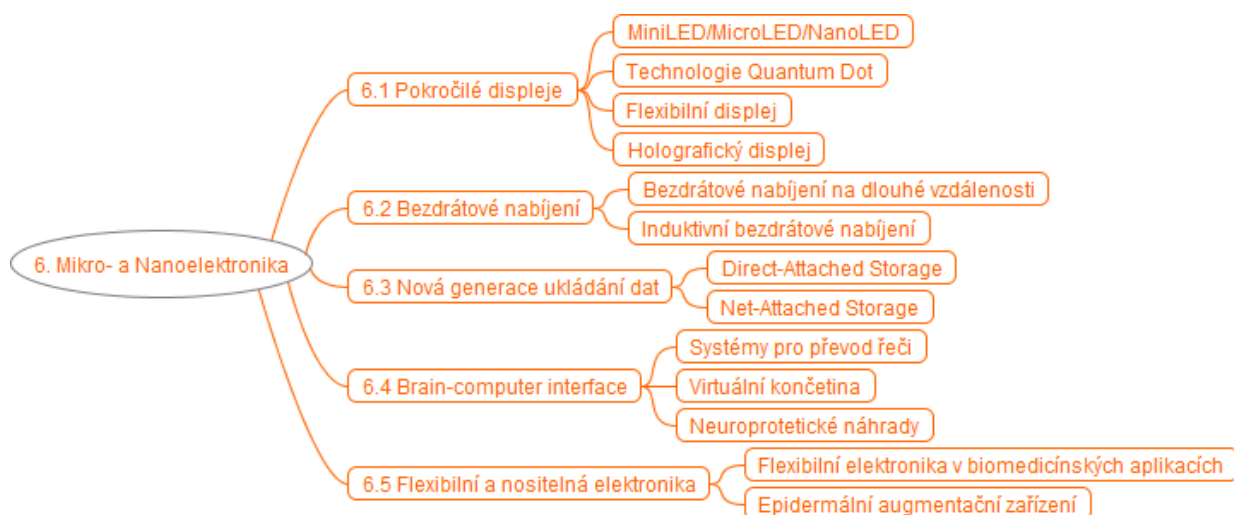
Flexibilní a nositelná elektronika

Jako nositelná elektronika (neboli wearables) se označují miniaturizovaná elektronická zařízení, která jsou navržena tak, aby mohla být běžně nošena člověkem. Zatímco mobilní zařízení lze také nosit,

¹⁹ <http://www.grenoble-inp.fr/en/research/what-does-the-future-hold-for-the-microelectronics-industry>
<https://www.3dincites.com/2019/05/ectc-2019-will-go-back-to-basics-to-plan-for-the-future-of-microelectronics-and-packaging/>
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/microelectronics>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7756088>

součástí produktů nositelné elektroniky je návrh nějakého způsobu nošení (upevnění na tělo, část oblečení, případně je oblečení navrženo spolu s elektronickým zařízením). Flexibilní elektronika je technologie uplatnitelná v širokém spektru oblastí. Její využití roste s vývojem internetu věcí a s ním spojenými senzory, mikropočítači a chytrou elektronikou aplikovatelnou i na lidské tělo. Klasický systém pevné konstrukce tak už v mnoha případech nelze použít, minimálně z pohledu ergonomie. Díky flexibilitě lze totiž chytře vytvořit i nové designy, které budou tenčí a lepší. V současné době se vyvíjí ohebné tranzistory, které slouží pro stavbu komplexnějších čipů, mezi které patří procesory, paměti, ale i senzory. Tranzistory jsou tvořeny jednodívkou křemíkovou nanomembránou, která je umístěná na jednom kusu ohebného plastového substrátu. Většina chytrých objektů, které budeme v budoucnu nosit nebo spojit s naším tělem, budou muset být flexibilní a z důvodu velikosti bude nutné nechat tu nejdůležitější aktivní část, která bude zahrnovat elektroniku a fotoniku. Technologie je škálovatelná i pro výkonnou elektroniku.

3.6.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Mikro- a nanoelektroniku



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Mikro- a Nanoelektroniku je uveden v Příloze 6.

3.7 Fotonika

3.7.1 Hlavní vývojové trendy Fotoniky²⁰

Kvantová optika

Využití poznatků kvantové fyziky je již nyní poměrně široké a tato oblast se stále rychle rozvíjí a objevují se nové aplikace a využití kvantových technologií. Jejich aplikace v souvislosti s fotonikou slibuje zejména mnohem výkonnější a rychlejší komunikační a výpočetní technologie, včetně bezpečnějších a obtížně prolomitelných bezpečnostních protokolů a využití kvantových technologií v kryptografii.

Transfer a uchovávání dat

Digitální konektivita a okamžitý přístup k informacím je jedním ze základních pilířů vysoké produktivity v mnoha segmentech lidské činnosti. Optická řešení jsou již standardní součástí datových a komunikačních řešení, avšak nové aplikace počítají s výraznější škálovatelností (hyper-scalability), výrazně nižší spotřebou energie, násobně větší kapacitou a možností propojit řadu odlišných přístrojů a zařízení. Optická řešení směřují ke specifickým bezdrátovým sítím s využitím jak v domácnostech, tak ve vesmíru. Rozvoj optických technologií v ICT zvýší nejen celkovou kapacitu a efektivitu, ale považuje se též za klíč k řešení environmentálních výzev této stále energeticky náročnější oblasti lidské činnosti.

Zobrazovací technologie a metrologie

Pokročilá fotonika prostřednictvím zobrazovacích technologií a senzorů umožňuje rozvoj vysoce senzitivní personalizované medicíny propojené s každodenní osobní péčí o vlastní zdraví. Očekává se další rozvoj technologií, které významně posunou diagnostické (např. mobilní a miniaturní biokompatibilní senzory, rozvoje možnosti proteomiky v reálném čase) i léčebné a regenerativní metody (např. obnova buněk). Vývoj a aplikace technologií směřují k vytváření komplexnějších modulárních systémů, které umožní individuální, bezúdržbová, recyklovatelná (případně bio degradovatelná) a cenově dostupná multi-účelová uživatelská řešení.

Produkční technologie

Jednou z velkých výzev současného průmyslu je rozvoj a aplikace technologií, které umožní výrazně omezit environmentální dopady výroby. Fotonika je považována za vlajkovou loď řešení nejen této velké výzvy. Nejedná se tedy jen o nové aplikace laserů, nebo dílčí využití možností kvantových technologií, senzorů a zobrazovacích metod, ale jde především o propojení celého výrobního a hodnotového řetězce za využití technologií z oblasti fotoniky, které umožní výraznou flexibilitu

²⁰ <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/12/2525>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8346955>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8456658>
<https://www.mdpi.com/1424-8220/19/10/2294/htm>
<https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Europes-age-of-light-Photonics-Roadmap-C1.pdf>
<https://www.nature.com/articles/s41566-019-0532-1>
<https://world-of-photonics.com/en/newsroom/downloads/sustainability-study/>

a reaktivitu ve výrobě, okamžitou kontrolu kvality při zachování metod nedestruktivního testování, rychlou zpětnou vazbu a celkovou kontrolu procesů.

3.7.2 Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Fotoniku



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Fotoniku je uveden v Příloze 7.

3.8 Zabezpečení a konektivita

Technologická oblast sdružuje dvě oblasti – vývoj v oblasti e-government a vývoj v oblasti kybernetické bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že aplikace potenciálních nových technologií je vázána na poskytování konkrétních digitálních služeb veřejnou správou, resp. na vzniklé kybernetické hrozby, byly analyzovány problémové oblasti v oblasti zabezpečení a konektivity poskytování veřejných služeb, které budou novými trendy ovlivňovány. Níže popsané trendy tedy nepředstavují primárně nové technologie, ale tematické oblasti, které je nutné uvažovat při strategickém rozvoji digitalizace veřejné správy.

3.8.1 Hlavní vývojové trendy Zabezpečení a konektivity²¹

Nárůst počtu a efektivity kybernetických útoků

Data získaná z úniků a kombinovaná s dalšími veřejně i neveřejně dostupnými informacemi se stanou vstupem pro umělou inteligenci, rozpoznávání jazyků a povedou k nové vlně plně automatizovaných a velmi efektivních phishingových útoků založených na podstatně sofistikovanějším sociálním inženýrství.

S nárůstem konceptu “crimeware-as-a-service” bude stále jednodušší sofistikovaně útočit ransomware, který je doposud nejefektivnějším nástrojem pro hackery. Schopnost znemožnit chod firem, ale i veřejné infrastruktury, bude jedním ze zásadních cílů kybernetických útoků. Nebezpečným nástrojem bude i útok přes dodavatele služeb, ať už hardware či software, neboť subdodavatelský řetězec se jeví jako jeden z nejméně chráněných součástí celého systému. Bude docházet k řetězení útoků. Klasický DDoS útok poslouží pro krytí zkoumání otevřených portů a topologií firemních sítí, čímž zakryje skutečný pokus útočníka o průnik do daného systému. S nárůstem podobných útoků lze očekávat také další růst poptávky po specialitech a odbornících, kteří budou schopni tyto informace správně vyhodnotit a na nedovolené vniknutí rychle reagovat.

Příchod 5G otevře nové pole pro kybernetické útoky. Extrémně rychlé mobilní sítě ještě více usnadní provedení útoků hackerů z hlediska rychlosti a kapacity. Zásadní ale bude stále rostoucí podíl 5G (i 4G) zařízení ve fixní podobě, tedy postupné nahrazování pevných datových linek (internetových připojení). Poroste také počet 5G IoT zařízení, které se tak přestěhují zpoza Wi-Fi routerů do přímo napadnutelné pozice.

V současnosti je IoT jednou z nejrychleji rostoucích oblastí v IT světě, zahrnující moderní přístroje, které je možné ovládat na dálku přes internet. Vzdálené ovládání, sledování a kontrolování nejrůznějších zařízení však bude představovat prostor pro kybernetické útoky. Očekává se, že útočník bude moci a dálku ovlivnit objektů IoT, nebo získat přístup k různým zařízením v domácnosti, která mohou být zneužívána pro sledování. Útoky na IoT, případně SCADA systémy budou vzhledem k tomu, že tyto systémy často nevyužívají šifrovaného spojení nebo jejich výrobci nemají zajištěnou dostatečnou kontrolu zabezpečení, ještě čtenější a případné odposlechy zařízení i přímé napadení se stane snadnějším.

Donedávna byly kybernetické útoky vedeny primárně přímo na servery obsahující kritická či jinak zajímavá data, případně poskytující kritické služby. Méně pak na koncové nástroje v podobě osobních

²¹ <https://www.thesstore.com/blog/the-top-cyber-security-trends-in-2019-and-what-to-expect-in-2020/>
<https://www.analyticsinsight.net/top-10-cyber-security-trends-to-watch-in-2020/>
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-7-security-and-risk-trends-for-2019/>
<https://www.cshub.com/security-strategy/articles/6-cyber-security-trends-to-watch-going-into-2020>
<https://www.siriuscom.com/2019/09/3-cybersecurity-trends-from-black-hat-2019-for-your-2020-security-strategy/>

počítačů. S výrazným nárůstem využití mobilních platform, jako smartphony a tablety, představují tyto lákavý cíl pro různé typy útočníků a různé typy útoků. A to zejména proto, že jsou využívány pro přímý přístup k citlivým firemním systémům (e-mail, intranet, stále častěji i CRM či ERP systémy apod.), a zároveň jsou na nich ukládána či zpracovávána další data včetně obchodních informací. Bezpečnost na mobilních zařízeních přitom často není řešena komplexně. Naopak je zde bezpečnostní prvek často podceňován. Uživatelé by si měli do budoucna dát pozor zejména na útoky typu podvodných wi-fi sítí, falešných mobilních aplikací, phishingové útoky pomocí SMS zpráv (tzv. SMishing) či chatovacích aplikací.

Zvyšování bezpečnosti digitálních služeb a infrastruktury

Cloud je v dnešní době součástí firemní IT infrastruktury a je využíván i koncovými uživateli. Z tohoto důvodu lze očekávat nárůst důležitosti bezpečnosti cloudu a cloudových aplikací. Jedná se zejména o bezpečné a auditované ukládání a práce s daty i efektivní správu všech nasazených cloudů, které instituce mají. S tím, jak se stále množí masivní úniky hesel po napadení hackery, bude nutné cloudovou infrastrukturu více zabezpečit. Je tedy zřejmé, že od ní bude potřeba přejít na ochranu datacenter a databází s důrazem na ochranu koncových zařízení včetně mobilních telefonů a tabletů. I z těchto důvodů tak bude v budoucnu kladen velký důraz na pořizování logů a jejich vyhodnocování, které s dalšími technologiemi, jako je třeba sledování toku dat v síti, může odhalit potenciální hrozbu.

Bezpečí online účtů a služeb založené na klasickém přihlašování pomocí uživatelského jména a hesla je zásadním bezpečnostním problémem. Nutným standardem se tak stane nasazení dvoufaktorového ověřování a další pokročilejší metody přihlašování včetně biometrických metod či kryptograficky založených hardwarových klíčů. Očekává se, že bude i nadále docházet k únikům hesel a údajů o uživateli, včetně kompletních údajů o platebních kartách a dalších údajích, které budou zneužívány pro krádeže identit a phishingové útoky.

S rostoucí výpočetní kapacitou i lepší dostupností potřebného software i hardware budou tvůrci virů a malware ještě využívat umělou inteligenci, zejména strojové a hluboké učení, a analýza velkých, k ochraně vlastního odhalení. Stejně technologie budou využívat i všechny nové systémy ochrany. Očekává se, že cílovými segmenty bude oblast platebních karet, online plateb a online reklamy.

Útoky na IoT zařízení, infrastrukturu a přenášená data

Integrované služby a politiky prostřednictvím elektronické veřejné správy

Vývoj digitalizace veřejných služeb směřuje k rozvoji integrovaných online služeb provozovaných na otevřených platformách. Služby různých veřejných agentur jsou sdruženy na jedné platformě a na jednom kontaktním místě, což usnadňuje interakci občanů s veřejnou správou. Elektronická veřejná správa by měla přispět k propojení jednotlivých subsystémů a vládních funkcí, veřejných služeb, do jedné platformy, která umožní poskytování integrovaných služeb. Jednotné platformy a integrované elektronické služby inherentně vyžadují určitou úroveň standardizace, konvergence a propojení jednotlivých systémů služeb. Tato technologická integrace se pak může přenést do lepšího institucionálního propojení a integrace veřejných služeb. Zároveň může přispět k lepší analýze poskytovaných služeb a k návrhům přepracování a zlepšení stávajících rozhodovacích procesů.

Otevřená veřejná data

Roste bezplatné zpřístupnění dat veřejných institucí, které umožňuje veřejnosti a dalším organizacím jejich opětovné použití pro jakýkoli účel. Nová interpretace dat může potenciálně vést k inovacím či novým službám. Veřejné instituce se zároveň stávají, z pohledu veřejnosti, více odpovědné a

transparentní. Díky kombinaci otevřených dat veřejné správy s novými technologiemi (analýza velkých dat, internet věcí) mohou veřejné instituce přispět k lepšímu strategickému řízení veřejných služeb. Určitý limit představují legislativní otázky, nastavení zásad správy a ochrany dat, správy a ochrany osobních dat a kybernetické bezpečnosti. Nutné je také vytvářet dostatečné kapacity a nástroje pro využívání otevřených dat.

Podpora elektronického participativního rozhodování

S rostoucím přístupem k internetu a k sociálním médiím stále více veřejných institucí aktivně využívá příležitosti k navazování kontaktů s veřejností a roste tak možnost využít k veřejné správě metody participativního rozhodování prostřednictvím online konzultací. Roste počet aplikací a nástrojů elektronické účasti veřejnosti v různých oblastech činnosti veřejné správy, jejichž cílem je ověření efektivity zacílení veřejných služeb a reagovat tak na zjištěné potřeby široké veřejnosti. Tento proces může přispět k rozvoji nových forem partnerství mezi veřejnou správou a veřejností a posílit zacílení veřejných politik na konkrétní potřeby veřejnosti.

Pokročilé online služby

S rostoucím využíváním digitálních technologií veřejná správa přizpůsobuje své služby pro jednotlivé elektronické mobilní platformy a umožňuje tak flexibilní poskytování veřejných služeb. Příkladem je podpora mobilních aplikací v oblasti zdravotnictví, vzdělání, sociálního zabezpečení apod. Limitem rozvoje takovýchto služeb je dostupnost širokopásmového připojení na internet.

3.8.2 Potenciálně významné aplikační oblasti v oblasti Zabezpečení a konektivita



Popis potenciálně významných technologií a aplikačních oblastí pro Průmyslové biotechnologie je uveden v Příloze 8.

Použité internetové zdroje²²

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>
https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/re_finding_industry_022018.pdf
https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/key-enabling-technologies/european-strategy_en
[https://www.tacr.cz/dokuments_raw/trend/PP1/1VS/Klicove_technologie_pro_zeme_EU -
KETs v 1. verejne soutezi programu TREND.pdf](https://www.tacr.cz/dokuments_raw/trend/PP1/1VS/Klicove_technologie_pro_zeme_EU_-_KETs_v_1._verejne_soutezi_programu_TREND.pdf)
<https://www.epo.org/searching-for-patents/business/patstat.html#tab-1>
<https://www.epo.org/index.html>
<https://machinelearningmastery.com/gentle-introduction-bag-words-model/>
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Tf-idf>
<https://www.nature.com/>
<https://www.sciencemag.org/>
<https://www.economist.com/>
<https://www.reddit.com/>
<https://twitter.com/>
<https://webhose.io/>
https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/artificial-intelligence-ai4eu-project-launches-1-january-2019>
<https://appinventiv.com/blog/ai-technology-trends/>
<https://hackernoon.com/top-10-trends-in-artificial-intelligence-that-will-dominate-2019-48a07e0f5fe6>
<https://enterpriseproject.com/article/2018/12/ai-trends-2019?page=1>
<https://www.cbinsights.com/research/ai-trends-2019/>
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for#part4>
<https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for#part4>
<https://techinsight.com.vn/language/en/10-artificial-intelligence-trends-to-watch/>
<http://www.grenoble-inp.fr/en/research/what-does-the-future-hold-for-the-microelectronics-industry>
<https://www.3dincites.com/2019/05/ectc-2019-will-go-back-to-basics-to-plan-for-the-future-of-microelectronics-and-packaging/>
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/microelectronics>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7756088>
https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights-Advanced-Manufacturing-2019-Trends.pdf?utm_campaign=iot-trends_2018-11&utm_medium=email&hsenc=p2ANqtz-Xq0iPfg837y1p2o47-6ET0H4pN3N-NtYeSArwY7Imkq0MHpD2BzN6SvIvj6wbWefzBfLKQhXFVwkeB3BElyP4HQDQ&hsmi=67895772&utm_content=67895772&utm_source=hs_automation&hsCtaTracking=b9bfbe04-111c-4c3b-a267-4d412a869d75%7C4f8799c3-c19f-4741-b2b5-299aa9419bb6

²² Primární zdroje k identifikovaným technologiím a aplikacím v rámci jednotlivých KETs jsou uvedeny v Přílohách.

<https://www.rewo.io/en/manufacturing-technology-trends-future/>
<https://us.hitachi-solutions.com/blog/top-manufacturing-trends/>
<https://www.zdnet.com/pictures/7-technologies-that-will-transform-advanced-manufacturing-in-2019/2/>
<https://www.autodesk.com/redshift/manufacturing-trends-2019/>
<https://www.nist.gov/blogs/manufacturing-innovation-blog/5-manufacturing-technology-trends-watch-2019-0>
<https://internetofbusiness.com/complete-guide-10-smart-factory-trends-to-watch-in-2019/>
<https://www.idtechex.com/en/research-article/trends-in-advanced-functional-materials/15927>
<http://crosstalk.cell.com/blog/the-editor-of-matter-on-5-materials-trends-to-watch>
<https://www.3dprintingmedia.network/advanced-materials-additive-manufacturing/>
<https://www.futransolutions.com/biotechnology-2019-where-does-pharma-marketing-stand-in-the-middle-of-the-year/>
<https://www.forbes.com/sites/quora/2018/01/16/four-biotech-trends-to-watch-for-in-2018/#652446ba4d96>
<https://www.labiotech.eu/interviews/european-biotechnology-2019/>
<https://www.3dprintingmedia.network/advanced-materials-additive-manufacturing/>
<https://medium.com/datadriveninvestor/5-biotech-trends-shaping-the-future-68279160f707>
<https://www.genengnews.com/a-lists/5-biopharma-trends-to-watch-in-2019/>
<https://www.thesstlstore.com/blog/the-top-cyber-security-trends-in-2019-and-what-to-expect-in-2020/>
<https://www.analyticsinsight.net/top-10-cyber-security-trends-to-watch-in-2020/>
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-7-security-and-risk-trends-for-2019/>
<https://www.cshub.com/security-strategy/articles/6-cyber-security-trends-to-watch-going-into-2020>
<https://www.siriuscom.com/2019/09/3-cybersecurity-trends-from-black-hat-2019-for-your-2020-security-strategy/>
<https://www.mdpi.com/2076-3417/9/12/2525>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8346955>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8456658>
<https://www.mdpi.com/1424-8220/19/10/2294/htm>
<https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Europes-age-of-light-Photonics-Roadmap-C1.pdf>
<https://www.nature.com/articles/s41566-019-0532-1>
<https://world-of-photonics.com/en/newsroom/downloads/sustainability-study/>
http://www.tntconf.org/2019/TNT2019_abstractsbook.pdf
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140291000119>
<https://www.longdom.org/open-access/nanomedicine--an-evolving-research-2155-983X-1000160.pdf>
https://books.google.cz/books?hl=en&lr=&id=6PqIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP6&dq=DNA+computing&ots=1ZpczKc5l-&sig=Huoljnxyp4d-Mo52Y6DwDrds5Y&redir_esc=y#v=onepage&q=DNA%20computing&f=false

Příloha 1: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé materiály

1. Materiály na bázi nanotechnologií	
Samočistící materiál (Self-cleaning Material)	Materiál z oxidu titaničitého s nanotubicemi na povrchu odpuzuje jakoukoliv kapalinu. Materiál je mimořádně kluzký, nesmáčivý a zároveň vysoce robustní proti mechanickému poškození. Povrch materiálu umožňuje eliminaci energetických ztrát, kontaminaci a hromadění mikroorganismů. Materiál může být průhledný i prodyšný a je odolný proti poškrábání a korozi. Je možné ho používat v kombinaci s různými materiály (ocelí, sklem, textilií, dřevem, kamenem, plastem). Očekává se, že kromě průmyslového využití, bude materiál implementován také v lékařských aplikacích, zejména protetice. https://www.scientificamerican.com/article/self-cleaning-materials/ https://www.nature.com/articles/s41598-019-53243-w
Uhlíkové nanobudy (Carbon Nanobud)	Nově vytvořený materiál, který vznikl spojením dvou již dříve objevených alotropických modifikací uhlíku, uhlíkových nanotubic a fullerenu. V tomto novém materiálu je fullerén jako „pupen“ vzájemně kovalentně vázaný k vnějším bočním stěnám uhlíkové nanotubice. Tento hybridní materiál má užitečné vlastnosti fullerenu a uhlíkových nanotubic. Uhlíkové nanobudy jsou mimořádně vhodné k využití jako vodiče elektrického napětí. V kompozitních materiálech mohou připojené fullerénové molekuly fungovat jako molekulární kotvy, které zabráňují sklouznutí nanotubic, čímž se zlepší mechanické vlastnosti kompozitu. Očekává se, že materiál bude využit jako součást ohybných, tvarovatelných a roztažných dotykových displejů. https://www.technologyreview.com/s/532906/nanobuds-could-turn-almost-any-surface-into-a-touch-sensor/ https://s3.amazonaws.com/envisioning/tdb/files/fHNMLAmo5NKiGgXJb
Grafenové kvantové tečky (Grafen Quantum Dots)	Grafenové kvantové tečky jsou grafenové nanočástice s velikostí menší než 100 nm. Vzhledem ke svým výjimečným vlastnostem (nízká toxicita, stabilní fotoluminiscence, chemická stabilita, výrazný kvantový omezující účinek apod.) jsou považovány za nový materiál pro biologické, optoelektronické, energetické a environmentální aplikace. Grafenové kvantové tečky představují pokročilý multifunkční materiál díky svým jedinečným optickým, elektronickým, spinovým a fotoelektrickým vlastnostem, indukovaným kvantovým omezovacím a okrajovým efektem. https://www.nature.com/articles/s41598-019-40433-9 https://www.nature.com/articles/s41598-018-30538-y
Nanofabric (Nanofabric)	Technologie, která je schopna přenášet antibakteriální vlastnosti na jakýkoli druh tkaniny, přírodní i syntetické. Nanočástice mohou pomocí povlaku složeného z nanočástic oxidu zinečnatého, eradikovat i bakterie rezistentní na antibiotika, a být tak zvláště užitečným materiálem v lékařství. Očekává se, že nanočástice by pomohly bránit šíření nemoci (bakterií) a snížit míru infekce a kontaminace mezi pacienty a zdravotnickým personálem. Povlak lze aplikovat na oděvy bez změny fyzického vzhledu textilie a antibakteriální vlastnosti jsou zachovány i po několika pracích cyklech. https://www.nature.com/articles/s41545-019-0044-z https://www.nature.com/articles/s41598-019-52087-8
Metamateriály (Metamaterials)	Metamateriály jsou umělé sestavy složené z více jednotlivých nanoelementů. Tyto nanoelementy jsou obvykle vytvořeny z konvenčních materiálů, jako jsou kovy nebo plasty a jsou organizovány v určitých periodických geometrických vzorcích. Metamateriály vykazují vlastnosti, které se v přírodě nenacházejí, a které vyplývají jak z vlastností nanoelementů, tak i z jejich geometrického uspořádání. Například pneumatiky vyrobené z metamateriálů by se mohly samočinně přizpůsobit, aby snáze jezdily na měkkých površích, jako je písek nebo, na velmi tvrdých površích. Oblečení vyrobené

	z metamateriálů by snímalo možné poškození a upravovalo povrch textilie, aby lépe chránilo nositele. https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaax1081 https://science.sciencemag.org/content/363/6426/528
Uhlíkové nanotrubic (Carbon Nanotubes)	Uhlíkové nanotrubic jsou trubkovité materiály s nanoprůměrem. Díky speciálním vlastnostem jsou tyto materiály aplikovatelné v mnoha technologiích, které pracují s nanomateriály (elektronice, optice a další). Technologie se přidává k ostatním konstrukčním materiálům kvůli specifickým fyzikálním a mechanickým vlastnostem. V budoucnu se očekává silné využití uhlíkových nanotrubic i ve výrobě počítačů a smart zařízení (zejména v čipech). https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax1166 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52701-9
Grafenové tranzistory (Graphene transistors)	Graphene představuje elektricky vodivý, chemicky stabilní a nejpevnější materiál na světě, který se skládá z atomů uhlíku, uspořádaných v dvourozměrném hexagonálním tvaru o tloušťce jednoho atomu. Díky jeho fyzikálním a elektronickým vlastnostem se očekává jeho aplikace především v elektrotechnickém průmyslu (především v bateriích a elektronice) a biomedicínských oborech (inteligentní biomedicínské senzory). https://www.nature.com/articles/s41598-019-39763-5 https://science.sciencemag.org/content/364/6436/154
2. Chytré materiály	
Neuromorfní čip (Neuromorphic Chip)	Cílem technologie je transformace systému výpočtu prováděných počítačem pomocí tranzistorů na čipu. Konvenčně tranzistory čipů provádějí výpočty binárně. Díky neuromorfnímu čipu, které spoléhá na umělé synapse, by signály procházející čipem měly různou intenzitu a byl by proti nim kladen různý odpor stejně jako v lidském mozku. Obvody čipu tak mohou měnit svůj odpor k propuštění signálu v různé intenzitě, stejně tak mohou neurony skrze synapse měnit vlastní míru propouštění signálu. Cílem je lepší učení systémů AI. Princip učení spočívá v opakování určité operace. Čím častěji je opakována, tím vyžaduje menší odpor na čipu a stává se rychlejší. Neuromorfní čipy tak prostřednictvím změny architektury jednak slibují zrychlení nejčastěji používaných počítačových operací, ale také dodají hardwaru jeho vlastní paměť. Neuroformní čipy by mohli nahradit simulované neuronové sítě. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1677-2 https://www.nature.com/articles/s41467-019-12521-x
Termoelektrická barva (Thermoelectric coating)	Materiál umožňuje zachytit tepelnou energii z odpadního tepla přeměňovat ji na elektrickou energii. Termoelektrická barva je aplikovatelná téměř na jakýkoliv povrch, ze kterého je možné zachycovat a zpracovávat odpadní teplo. Nátěr obsahuje bismut telurid, který je používán v termoelektrických materiálech, a speciální postup fixuje jeho částice dohromady. Zařízení natřené termoelektrickou barvou vykazují vysokou výstupní hustotu zářivého toku, která je srovnatelná s běžným termoelektrickým materiálem, a je tak výrazně lepší než všechny ostatní termoelektrické prvky na bázi barev a past. Nátěr by měl být zvláště užitečný pro zachycování tepla ze stěn a střech budov, může být použit i pro automobily a lodě. V tomto případě by pak byla vytvořená elektrická energie byla využita pro napájení palubní elektroniky. https://advances.sciencemag.org/content/5/6/eaav5813 https://www.nature.com/articles/s41598-019-44225-z
Samoopravitelné materiály (Self-repairable Materials)	Technologie umožňuje materiálům diagnostikovat a zcela nebo částečně opravit jejich vnitřní poškození. Samoopravitelné materiály detekují degradaci a následně spouští mechanismus opravy, který reaguje na detekované poškození. Pro možnou opravu musí materiál obsahovat vhodné miniaturní částice s materiálem schopným opravu provést. Může se jednat o různá lepidla, plasty nebo tekutý kov. Technologii bude možné výhledově použít na opravu téměř jakéhokoliv materiálu, a to i v situacích, kdy je oprava nebo výměna provedená lidmi velmi náročná či téměř nemožná (trupy letadel, satelity

	atd.). Většina výzkumu se doposud soustředila na obnovu mechanické integrity po kvazistatickém lomu. Nový vývoj se soustředí na opravu materiálu při poškození únavou, v reakci na poškození nárazem, propíchnutí a korozi. Samoopravitelné materiály umožní vytvářet bezpečnější, trvanlivější produkty a komponenty odolné proti mechanickému poškození v různých (nejen) průmyslových odvětvích. http://news.mit.edu/2018/self-healing-material-carbon-air-1011 https://phys.org/news/2019-02-scientists-self-healing-material.html
Mikroporézní fluidní vstřikování (Microporous Fluid Injection)	Technologie pro výrobu mikroporézních polymerů umožňuje dosáhnout redukce materiálu, rychlejšího výrobního cyklu, vyšší produktivity, vynikajících mechanických vlastností produktů a minimální deformace. https://advances.sciencemag.org/content/5/11/eaay0418 https://www.nature.com/articles/s41467-019-11209-6
Termochromní bioobaly (Thermochromic Bio-Packaging)	Chromogenní materiály mění barvu nebo průhlednost v závislosti na teplotě, elektrickém napětí, tlaku nebo vystavení světlu. V termochromických materiálech tato změna barvy způsobuje předem určená změna teploty. Přísady citlivé na teplotu používané v této technologii jsou v současné době dostupné jako pigmenty na bázi oleje. Výzkum se v současné době zaměřuje na vývoj biologicky snadno odbouratelných termochromických plastů. Tyto materiály mají vysoký tržní potenciál při aplikaci balení teplotně citlivých výrobků v lékařském, farmaceutickém a potravinářském průmyslu. https://www.nature.com/articles/s41467-019-10033-2 https://www.nature.com/articles/am2017168?draft=marketing
Spektroskopické zobrazování (Spectroscopic Imaging)	Technologie pro identifikaci materiálů prostřednictvím jejich charakteristických optických či chemických vlastností. Technologie umožní vizualizovat změnu složení a charakteristik materiálu způsobenou například kontaminací, přítomností viru apod., Technologie má obrovský aplikační potenciál (koncentrace znečištění, zralost ovoce, lékařské zobrazování apod.). Technologie umožní zaznamenat digitální obraz zobrazovaného předmětu. https://www.electronicweekly.com/news/business/imec-shortwave-ir-imaging-camera-2018-02/ https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaaw7794
Auxetický materiál (Auxetic Material)	Samotný materiál představuje novou technologii, která je schopna reagovat na změny ve svém fyzickém prostředí. Auxetické materiály mají negativní Poissonův poměr, tj. mají tu vlastnost, že se při protažení v jednom směru nikoliv kontrahují, ale rozšiřují ve směrech kolmých. Možná aplikace technologie je velmi široká (zdravotnictví, zemědělství, stavebnictví, průmyslová výroba, obrana atd.).
3. Environmentálně přívětivé materiály	
Optické biosenzory (Optical biosensors)	Optické biosenzory umožňují přímou detekci mnoha biologických a chemických látek v jejich okolí v reálném čase. Mezi jejich výhody patří vysoká citlivost, malá velikost a nákladová efektivita. Při implementaci nových optických biosenzorů se používá více pokročilých konceptů a vysoce multidisciplinárních přístupů, včetně mikroelektroniky, mikroelektromechanických systémů, mikro- a nanotechnologií, molekulární biologie, biotechnologie a chemie. Výzkum a technologický vývoj optických biosenzorů zaznamenal v posledním desetiletí exponenciální růst a byl zaměřen především na jejich aplikaci v oblasti zdravotnictví, životního prostředí a biotechnologického průmyslu. Biosenzory lze rozdělit do různých skupin v závislosti na metodě přenosu signálu (optický, elektrochemický, termometrický, piezoelektrický nebo magnetický). https://www.nature.com/articles/s41467-019-11583-1 https://www.nature.com/articles/s41598-018-23785-6
Biologicky rozložitelná elektronika (Biodegradable	Vývoj technologie biologicky rozložitelných materiálů se nyní soustředí na vytvoření biokompatibilního rozložitelného elektronického implantátu s řízenou dobou rozpadu, pro co nejširší spektrum aplikací (vodivých drah obvodů, kontaktů elektrod nebo tenkovrstvých tranzistorů a řídicích obvodů). Nejnovější vývoj představuje vakuová

Electronics)	technologie výroby obvodů a organických tranzistorů na rozložitelném ohebném polymerovém substrátu na bázi hořčíku. Očekává se významný nárůst využití materiálu v medicíně. Rozložitelné implantáty, včetně elektronického systému, který sleduje stav po operaci a poskytuje lékaři průběžná data, nevyvolává v těle pacienta žádné obranné reakce. Působí jen po určitou dobu, a když už není potřeba, sám se v těle pacienta rozpustí a vstřebá. https://www.innovations-report.com/html/reports/life-sciences/biodegradable-electronics.html https://www.futuresplatform.com/blog/biodegradable-electronics
Akustická filtrace (Acoustic Filtration)	Technologie představuje filtrační zařízení, které vylučuje kontaminanty z vodních zdrojů. Inovace, která byla původně vyvinuta pro čištění odpadních vod pro opětovné použití na palubě Mezinárodní kosmické stanice, je aplikovatelná v mnoha oblastech, kde je třeba získávat pitnou vodu z vody kontaminované. K pohánění vody přes uhlíkové nanotrubice malého průměru je využito namísto tlaku akustických vln, což je energeticky méně náročné než v případě konvenčních filtračních systémů. Použití akustiky také eliminuje závislost na gravitaci (a tím i orientaci filtru) při pohybu vody zařízením. https://advances.sciencemag.org/content/2/2/e1501595 https://www.nature.com/articles/s41598-019-44843-7
Hydrogely (Hydrogels)	Hydrogely jsou přírodní nebo syntetické polymerní sítě schopné pojmout velké množství vody (více než 90 %). Díky obsahu vody vykazují stupeň flexibility srovnatelný s přírodními tkáněmi. Hydrogely často slouží jako pasivní nebo aktivní nositelé molekulárních nebo buněčných druhů, což je činí schopnými shrnout dynamickou signalizaci zapojenou do biologických procesů (vývoj buněk či tkání). Vzhledem k jejich biomimetice je možné řadit hydrogely mezi materiály vhodné pro biomedicínské aplikace (dodávka léčiv, terapie kmenovými buňkami). Výroba hydrogelů vyžaduje chemické reakce a interakce mezi sadou prekurzorových materiálů. Tyto reakce probíhají prostřednictvím jednostupňových nebo vícešupňových postupů zahrnujících syntézu reaktivních polymerních molekul. https://advances.sciencemag.org/content/5/6/eaaw7396 https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaax6946
Bateriové a kondenzátorové polymery (Battery and Capacitor Polymers)	Technologii je možné aplikovat jako separační součást pro zabránění elektrického zkratu v bateriích a akumulátorech či jako obal baterie nebo akumulátoru (plast není ohrožen korozí způsobenou elektrolytem). Zároveň jsou tyto polymery vysoce chemicky inertní a mechanicky pevné. Technologii lze využít jako aktivní nebo pasivní součást v elektrolytickém systému, kde může polymer sloužit jako matricový systém, který obsahuje reverzibilní ionty specifického druhu, a který je ukládá či uvolňuje během elektrického procesu. Vývoj se nyní soustředí i na systémy, které využívají molekuly polymerů jako nosič elektrického náboje. https://advances.sciencemag.org/content/5/3/eaaw0463 https://www.nature.com/articles/s41529-019-0088-z
Protipožární biokompozity (Fire-resistant Biocomposites)	Vláknový kompozit (FRP) je umělý materiál složený z vláknové výztuže a z plastického pojiva (matrice) je již standardním produktem. Nově se však do výztuže začaly zpracovávat přírodní materiály, které lze zpracovávat s nižšími energetickými náklady, a které jsou zároveň biologicky odbouratelné a recyklovatelné. Jedná se o objemové formovací směsi s jutovou, bavlnou nebo sisalovou vlákninou, které vykazují v závislosti na složení podobné vlastnosti jako tradiční FRP. Délka vlákna může být zvolena podle požadavků na konečný produkt a materiál může být tudíž vyráběn lisováním nebo vstřikováním. Kromě toho různé přírodní materiály otevírají nové možnosti aplikace (především ve stavebnictví). Přírodní materiály mají funkci retardéru hoření, nahrazují skleněná vlákna a snižují konečnou hmotnost produktu. Plasty zesílené přírodními vlákny mohou nabízet dobrou tepelnou a zvukovou izolaci. Kompozity jsou vysoce ekologicky šetrné a neškodné lidskému zdraví ani přírodnímu prostředí. Další vývoj tohoto směru předpokládá vytvoření nosné matrice na bázi z organických pryskyřic, která má nahradit v současnosti používanou polyesterovou pryskyřici. Tím se dosáhne kompozitního

	materiálu vyrobeného výhradně z přírodních látek. https://www.nature.com/articles/s41598-018-36032-9 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52751-z
Aktivní a inteligentní obaly (Active and Smart Packaging)	Aktivní obaly disponují přidanými funkcemi zajišťující lepší ochranu produktu. Technologie umožňují aktivně snižovat obsah kyslíku, měnit mikrobiální prostředí uvnitř obalu apod. Technologie inteligentních obalů umožňují snímat vnitřní prostředí produktu nebo jeho okolí. Hlavním trendem je vývoj obalů s modifikovanou atmosférou – obaly obsahující senzory pro snímání doby expirace, teploty, bariérovými atmosférickými filmy pro vhodnou konzervaci produktu, antibakteriálními látkami apod. Udržení vhodného prostředí uvnitř obalu předpokládá možnost odstranění vzduchu, či výměnu vzduchu za jiný plyn bez mechanického porušení obalu. Předpokládaná aplikace technologie je především v potravinářském průmyslu. https://www.nature.com/articles/s41598-019-45349-y https://www.nature.com/articles/s41467-019-11792-8
4. Materiály s širokým využitím	
Spintronika (Spintronics)	Spintronika je technologie využívající spinu elektronů, která nabývá pouze diskretních hodnot, k uchovávání, přenosu a zpracování informace. Při efektivní aplikaci této technologie může dojít k výrobě velmi kompaktní a výkonné konstrukci elektronických obvodů. Základní problém technologie, který se v současnosti řeší, spočívá v přenosu signálu z běžného rozhraní na úroveň spinu elektronu a zpět. https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax8467 https://science.sciencemag.org/content/366/6464/509
2D materiály (2D materials)	Dvourozměrné materiály sestávají z atomově tenkovrstvých materiálů. Od objevu grafenu byl výzkum zaměřen na vývoj, predikci a syntézu dalších 2D materiálů, a to kvůli jejich specifickým vlastnostem. Skládání různých kombinací 2D materiálů vede k novým materiálům s novými vlastnostmi. Současný výzkum se zaměřuje na základní vlastnosti takových heterostruktur, vyrobených z různých vrstev 2D materiálů, a jejich aplikace ve fotovoltice, polovodičích, zařízeních pro sběr světla a post-křemíkové elektronice. https://www.nature.com/articles/s41598-019-44823-x https://www.nature.com/articles/s41598-018-37798-8
Grafen (Graphen)	Grafen je supertenká forma uhlíku strukturou podobná grafitu, představující po karbonu nejpevnější známý materiál na světě. Na výšku má pouze jeden atom a je průhledná, v důsledku této de facto 2D struktury má také některé zvláštní fyzikální vlastnosti. U žádného jiného materiálu nebylo dosud pozorováno, že by se jeho elektrony chovaly, jako by neměly žádnou efektivní hmotnost a pohybovaly se téměř rychlostí světla. Kromě elektrické vodivosti je také grafen propustný pro světlo, takže se dá využít při výrobě displejů a fotovoltických článků. Může tak nahradit stávající zařízení z tenkých vrstviček oxidů kovů. Displej z grafenu je navíc pevnější než doposud vyráběné z oxidů india a cínu. Díky polovodivosti a tloušťce sítiny pouhý jeden atom je možné z grafenu vyrobit tranzistory, které jsou teoreticky schopné pracovat až do frekvence 1 THz. Navíc je lze skládat do velice kompaktních celků. Díky těmto vlastnostem se do budoucna počítá s využitím grafenu v mikroprocesorech a pamětech. https://www.nature.com/articles/s41378-019-0098-6 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52751-z
Polymerové elektronické vrstvy (Polymer Electronic Layers)	Technologie díky vytvoření tenké polymerové vrstvy umožňuje implementovat na různá zařízení nové funkce. Podmínkou této technologie je schopnost tisknout nebo vstříkovat velmi tenké a hladké organické funkční povlaky na povrchu, ve kterém se malé molekuly syntetizují do polymerů, které jsou schopné transportovat negativní nosiče náboje (elektrony). Typickým příkladem je funkce rekuperace energie – předpokládá se instalace zařízení na potrubí a jiné povrchy, kde funkční polymerová vrstva umožní přeměnu zbytkového tepla na elektrickou energii https://advances.sciencemag.org/content/5/2/eaav4489

	https://www.nature.com/articles/s42005-019-0211-z
Bioelektronický plast (Bioelectronic Plastic)	Pružné a tenké elektronické materiály a zařízení implementované na polymery pro interakce s okolními biologickými systémy. Technologie tak představuje kombinaci bioelektronického plastu a měkké, roztahitelné a mechanicky přizpůsobitelné organické elektroniky a umožňuje převod elektronických signálů na neurální impulzy a zpět. Cílem technologie je zlepšení rozhraní mezi elektronikou a biologickým systémem a eliminace odmítnutí současných elektronických zařízení v biologických systémech. Aplikační oblastí jsou zejména nositelná a implantovaná zařízení v protetice a bionice. https://www.nature.com/articles/s41528-018-0036-y https://advances.sciencemag.org/content/5/2/eaau7378?rss=1

Příloha 2: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Nanotechnologie

1. Nízkodimenziální materiály	
2D materiály (2D materials)	Dvourozměrné materiály sestávají z atomově tenkovrstvých materiálů. Od objevu grafenu byl výzkum zaměřen na vývoj, predikci a syntézu dalších 2D materiálů, a to kvůli jejich specifickým vlastnostem. Skládání různých kombinací 2D materiálů vede k novým materiálům s novými vlastnostmi. Současný výzkum se zaměřuje na základní vlastnosti takových heterostruktur, vyrobených z různých vrstev 2D materiálů, a jejich aplikace ve fotovoltice, polovodičích, zařízeních pro sběr světla a post-křemíkové elektronice. https://www.nature.com/articles/s41598-019-44823-x https://www.nature.com/articles/s41598-018-37798-8
Grafen (Graphen)	Grafen je supertenká forma uhlíku strukturou podobná grafitu, představující po karbynu nejpevnější známý materiál na světě. Na výšku má pouze jeden atom a je průhledná, v důsledku této de facto 2D struktury má také některé zvláštní fyzikální vlastnosti. U žádného jiného materiálu nebylo dosud pozorováno, že by se jeho elektrony chovaly, jako by neměly žádnou efektivní hmotnost a pohybovaly se téměř rychlostí světla. Kromě elektrické vodivosti je také grafen propustný pro světlo, takže se dá využít při výrobě displejů a fotovoltických článků. Může tak nahradit stávající zařízení z tenkých vrstviček oxidů kovů. Displej z grafenu je navíc pevnější než dosud vyráběné z oxidů india a cínu. Díky polovodivosti a tloušťce sítiny pouhý jeden atom je možné z grafenu vyrobit tranzistory, které jsou teoreticky schopné pracovat až do frekvence 1 THz. Navíc je lze skládat do velice kompaktních celků. Díky těmto vlastnostem se do budoucna počítá s využitím grafenu v mikroprocesorech a pamětech. https://www.nature.com/articles/s41378-019-0098-6 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52751-z
Grafenové tranzistory (Graphene transistors)	Graphene představuje elektricky vodivý, chemicky stabilní a nejpevnější materiál na světě, který se skládá z atomů uhlíku, uspořádaných v dvourozměrném hexagonálním tvaru o tloušťce jednoho atomu. Díky jeho fyzikálním a elektronickým vlastnostem se očekává jeho aplikace především v elektrotechnickém průmyslu (především v bateriích a elektronice) a biomedicínských oborech (inteligentní biomedicínské senzory). https://www.nature.com/articles/s41598-019-39763-5 https://science.sciencemag.org/content/364/6436/154
Grafenové kvantové tečky (Grafen Quantum Dots)	Grafenové kvantové tečky jsou grafenové nanočástice s velikostí menší než 100 nm. Vzhledem ke svým výjimečným vlastnostem (nízká toxicita, stabilní fotoluminiscence, chemická stabilita, výrazný kvantový omezující účinek apod.) jsou považovány za nový materiál pro biologické, optoelektronické, energetické a environmentální aplikace. Grafenové kvantové tečky představují pokročilý multifunkční materiál díky svým jedinečným optickým, elektronickým, spinovým a fotoelektrickým vlastnostem, indukovaným kvantovým omezovacím a okrajovým efektem. https://www.nature.com/articles/s41598-019-40433-9 https://www.nature.com/articles/s41598-018-30538-y
Nanofabric (Nanofabric)	Technologie, která je schopna přenášet antibakteriální vlastnosti na jakýkoli druh tkaniny, přírodní i syntetické. Nanočástice mohou pomoci povlaku složeného z nanočástic oxidu zinečnatého, eradikovat i bakterie rezistentní na antibiotika, a být tak zvláště užitečným materiálem v lékařství. Očekává se, že nanočástice by pomohly bránit šíření nemoci (bakterií) a snížit míru infekce a kontaminace mezi pacienty a zdravotnickým personálem. Povlak lze aplikovat na oděvy bez změny fyzického vzhledu textilie a antibakteriální vlastnosti jsou zachovány i po několika pracích cyklech.

	https://www.nature.com/articles/s41545-019-0044-z https://www.nature.com/articles/s41598-019-52087-8
Uhlíkové nanobudy (Carbon Nanobud)	Nově vytvořený materiál, který vznikl spojením dvou již dříve objevených alotropických modifikací uhlíku, uhlíkových nanotrubic a fullerenu. V tomto novém materiálu je fullerén jako „pupen“ vzájemně kovalentně vázaný k vnějším bočním stěnám uhlíkové nanotrubic. Tento hybridní materiál má užitečné vlastnosti fullerenu a uhlíkových nanotrubic. Uhlíkové nanobudy jsou mimořádně vhodné k využití jako vodiče elektrického napětí. V kompozitních materiálech mohou připojené fullerénové molekuly fungovat jako molekulární kotvy, které zabraňují sklouznutí nanotrubic, čímž se zlepší mechanické vlastnosti kompozitu. Očekává se, že materiál bude využit jako součást ohybných, tvarovatelných a roztažných dotykových displejů. https://www.technologyreview.com/s/532906/nanobuds-could-turn-almost-any-surface-into-a-touch-sensor/ https://s3.amazonaws.com/envisioning/tdb/files/fHNMLAmo5NKiGgXJb
Uhlíkové nanotrubic (Carbon Nanotubes)	Uhlíkové nanotrubic jsou trubkovité materiály s nanoprůměrem. Díky speciálním vlastnostem jsou tyto materiály aplikovatelné v mnoha technologiích, které pracují s nanomateriály (elektronice, optice a další). Technologie se přidává k ostatním konstrukčním materiálům kvůli specifickým fyzikálním a mechanickým vlastnostem. V budoucnu se očekává silné využití uhlíkových nanotrubic i ve výrobě počítačů a smart zařízení (zejména v čípech). https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax1166 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52701-9
Samočisticí materiál (Self-cleaning Materiál)	Materiál z oxidu titaničitého s nanotrubicemi na povrchu odpuzuje jakoukoliv kapalinu. Materiál je mimořádně kluzký, nesmáčivý a zároveň vysoce robustní proti mechanickému poškození. Povrch materiálu umožňuje eliminaci energetických ztrát, kontaminaci a hromadění mikroorganismů. Materiál může být průhledný i prodyšný a je odolný proti poškrábání a korozi. Je možné ho používat v kombinaci s různými materiály (ocelí, sklem, textilií, dřevem, kamenem, plastem). Očekává se, že kromě průmyslového využití, bude materiál implementován také v lékařských aplikacích, zejména protetice. https://www.scientificamerican.com/article/self-cleaning-materials/ https://www.nature.com/articles/s41598-019-53243-w
Metamateriály (Metamaterials)	Metamateriály jsou umělé sestavy složené z více jednotlivých nanoelementů. Tyto nanoelementy jsou obvykle vytvořeny z konvenčních materiálů, jako jsou kovy nebo plasty a jsou organizovány v určitých periodických geometrických vzorcích. Metamateriály vykazují vlastnosti, které se v přírodě nenacházejí, a které vyplývají jak z vlastností nanoelementů, tak i z jejich geometrického uspořádání. Například pneumatiky vyrobené z metamateriálů by se mohly samočinně přizpůsobit, aby snáze jezdily na měkkých površích, jako je písek nebo, na velmi tvrdých površích. Oblečení vyrobené z metamateriálů by snímalo možné poškození a upravovalo povrch textilie, aby lépe chránilo nositele. https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaax1081 https://science.sciencemag.org/content/363/6426/528
2. Nanobiotechnologie a nanomedicína	
Aktivní a inteligentní obaly (Active and Smart Packaging)	Aktivní obaly disponují přidanými funkcemi zajišťující lepší ochranu produktu. Technologie umožňují aktivně snižovat obsah kyslíku, měnit mikrobiální prostředí uvnitř obalu apod. Technologie inteligentních obalů umožňují snímat vnitřní prostředí produktu nebo jeho okolí. Hlavním trendem je vývoj obalů s modifikovanou atmosférou – obaly obsahující senzory pro snímání doby expirace, teploty, bariérovými atmosférickými filmy pro vhodnou konzervaci produktu, antibakteriálními látkami apod. Udržení vhodného prostředí uvnitř obalu předpokládá možnost odstranění vzduchu, či výměnu vzduchu za jiný plyn bez mechanického porušení obalu. Předpokládaná aplikace technologie je především v potravinářském průmyslu.

	https://www.nature.com/articles/s41598-019-45349-y https://www.nature.com/articles/s41467-019-11792-8
Nanodiagnostika (Nanodiagnostics)	Nanodiagnostika zahrnuje široké využití nanotechnologií pro biomedicínskou diagnostiku. Tato oblast zahrnuje např. proteinové nanobiočipy (NBC), na nanotechnologii založenou cytogenetiku k identifikaci chromosomálních abnormalit, invivo diagnostiku, nanoproteomiku umožňující detekci na úrovni jednotlivých molekul a charakterizaci biomarkerů. Nanodiagnostika může být využita k včasné detekci vývojových abnormalit, rakovinných onemocnění či rychlé detekci patogenů i virů bez nutnosti zdlouhavých laboratorních či invazivních konvenčních metod s mnohem větší přesností výsledků získaných za zlomek času oproti klasickým diagnostickým metodám. https://pdfs.semanticscholar.org/0d70/4684afe3f503b51e1b70843772f5dcbf99f5.pdf https://www.nature.com/articles/s41585-019-0178-2
Nanodistribuce léčiv a nanonosiče (Drug nanodelivery systems)	Cílená distribuce léků pomocí na nanotechnologii založeného nosiče. Využívají se organické i anorganické nanonosiče. Organické nanonosiče jsou nejrychleji se rozvíjející oblastí v nanodistribuci léčiv vzhledem k snazšímu řízení vylučování případně umožňují efektivnější rozložení nanonosičů. Systémy směřování, doručení a spouštění a cirkulace jsou klíčovou oblastí výzkumu a rozvoje této technologie. https://www.nature.com/articles/s41598-019-41092-6 https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaax0780
Optické biosenzory (Optical biosensors)	Optické biosenzory umožňují přímou detekci mnoha biologických a chemických látek v jejich okolí v reálném čase. Mezi jejich výhody patří vysoká citlivost, malá velikost a nákladová efektivita. Při implementaci nových optických biosenzorů se používá více pokročilých konceptů a vysoce multidisciplinárních přístupů, včetně mikroelektroniky, mikroelektromechanických systémů, mikro- a nanotechnologií, molekulární biologie, biotechnologie a chemie. Výzkum a technologický vývoj optických biosenzorů zaznamenal v posledním desetiletí exponenciální růst a byl zaměřen především na jejich aplikaci v oblasti zdravotnictví, životního prostředí a biotechnologického průmyslu. Biosenzory lze rozdělit do různých skupin v závislosti na metodě přenosu signálu (optický, elektrochemický, termometrický, piezoelektrický nebo magnetický). https://www.nature.com/articles/s41467-019-11583-1 https://www.nature.com/articles/s41598-018-23785-6
Molekulární robotika (Molecular Robotics)	Miniaturní roboty schopné plnit základní úkoly včetně budování dalších molekul. Roboty mají velikost velikosti miliontiny milimetru a mohou být naprogramovány tak, aby se pohybovali a stavěli molekulární materiál pomocí malého robotického ramene. Každý jednotlivý robot je schopen manipulovat s jednou molekulou a je tvořen pouze 150 atomů uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku. Roboty provádí chemické reakce, které jsou řízeny (programovány) lidmi. V budoucnosti by takovéto roboty mohly být použity pro lékařské účely, pokročilé výrobní procesy a budování molekulárních závodů a montážních linek. https://science.sciencemag.org/content/365/6453/eaax1566 https://robotics.sciencemag.org/content/4/26/eaaw1826
Foto-luminiscenční nanomateriály (Photoluminescence materials)	Fluorescenční nanomateriály mají velký potenciál k využití pro efektivní fluorescenční sondy a optické biosenzory. https://www.nature.com/articles/s41598-019-50242-9 https://www.nature.com/articles/s41598-019-50242-9
3. Nano a molekulární computing	
DNA počítač (DNA computing)	Uměle vytvořený biologický systém, který je možné programovat na úrovni molekul DNA. Logika algoritmů stojí na spojování řetězců DNA využívající chemických vlastností molekul. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1014-9 https://ieeexplore.ieee.org/document/8642913

Molekulární nanotechnologie (Molecular nanotechnology MNT)	Molekulární nanotechnologie představuje složité systémy v měřítku nanometrů, jejichž funkčními stavebními kameny jsou jednotlivé molekuly. Příkladem může být např. nanobot. Další aplikací jsou molekulární datová úložiště využívající DNA. https://www.nature.com/articles/nchem.2852 https://www.nature.com/articles/s41565-019-0533-8 https://www.nature.com/articles/s41576-019-0125-3
--	---

Příloha 3: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Pokročilé výrobní technologie

1. Inteligentní výroba	
Rychlý internet věcí	Vylepšené senzory a zavedení 5G konektivity budou posilovat pokračující rozvoj IoT. Kombinace AI a strojového učení v IoT bude umožňovat spolehlivější správu objemných dat, generování poznatků a řešení, která zvýší odezvu výrobců a zlepší efektivitu výroby. Výrobní roboty by mohly reagovat na vzniklé problémy při výrobě, poskytovat okamžitá a včasná řešení. https://www.globalxetfs.com/how-can-5g-accelerate-iot/ https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019359249
Využití edge computingu v rámci 5G sítí (5G Edge Computing)	Díky zavádění 5G mobilních sítí umožní technologie lepší propojení digitalizovaných továren a celým výrobním systémem a dodavatelským řetězcem. Mobilní technologie budou umožňovat pracovníkům přístup k pokročilé analýze dat z velkého počtu datových zdrojů. S rozšířením komerčních 5G sítí budou mít výrobci nové příležitosti k využití bezdrátového připojení pro vlastní výrobní procesy a jejich automatizaci, což umožní větší efektivitu výroby. Flexibilita řízení bude umožněna díky technologii Multi-access edge computing, která bude umožňovat výhody cloud computingu na okraji sítě (analýza dat v blízkosti konkrétního objektu v síti) a bude tak zabraňovat přetížení vnitřních internetových sítí. https://www.nature.com/articles/d42473-019-00217-1 https://www.nature.com/articles/d42473-019-00220-6
Nositelné zařízení (Wearables)	Technologie umožní pracovníkům ve výrobních procesech zvýšit efektivitu výroby díky snadnému přístupu ke klíčovým informacím nutných při kontrole a rozhodování a výrobních postupech. Cílem využití různých technologií je skloubení interaktivních řídicích procesů se standardními provozními postupy. Současně nasazované technologie (virtuální a rozšířená realita) budou dále rozšiřovány o další senzorická zařízení, která budou sledovat efektivitu pracovních procesů. Cílem bude vytváření co nejlepších pracovních podmínek pro efektivnější plnění pracovních procesů a pro zajištění větší bezpečnosti. https://www.nature.com/articles/s41746-019-0149-2 https://www.nature.com/articles/s41746-019-0111-3
Molekulární robotika (Molecular Robotics)	Miniaturní roboty schopné plnit základní úkoly včetně budování dalších molekul. Roboty mají velikost velikosti miliontiny milimetru a mohou být naprogramovány tak, aby se pohybovali a stavěli molekulární materiál pomocí malého robotického ramene. Každý jednotlivý robot je schopen manipulovat s jednou molekulou a je tvořen pouze 150 atomů uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku. Roboty provádí chemické reakce, které jsou řízeny (programovány) lidmi. V budoucnosti by takovéto roboty mohly být použity pro lékařské účely, pokročilé výrobní procesy a budování molekulárních závodů a montážních linek. https://science.sciencemag.org/content/365/6453/eaax1566 https://robotics.sciencemag.org/content/4/26/eaaw1826
Nový 3D tisk (New 3D Print)	3D tisk se stal běžnou technologií v průmyslové výrobě. Nyní se jeho aplikace očekává v lékařských a biologických oborech a očekává se, že bude možné tisknout různé polymerní materiály. Předpokládá se také vyšší míra individualizace, která bude založena na 3D skenování objektů k tisku. Technologie bude mít široký dopad a výrazný vliv na výrobu implantátů, speciálních náhradních dílů apod. https://advances.sciencemag.org/content/5/2/eaau9160 https://advances.sciencemag.org/content/5/1/eaau8723
Tisk 4D (4D print)	Technologie kombinuje 3D tisk spolu s působením dalších externích faktorů – aktivátorů procesu změny (teplo, světlo, voda, magnetické pole apod.), které zapříčiní změnu

	charakteru tištěných objektů v čase. Cílem aplikace technologie je vývoj inteligentních, programovatelných materiálů, které mohou měnit kontrolovatelným způsobem své vlastnosti. https://www.nature.com/articles/s41524-019-0173-4 https://www.nature.com/articles/s41598-019-40774-5
Spintronika (Spintronics)	Spintronika je technologie využívající spinu elektronů, která nabývá pouze diskretních hodnot, k uchovávání, přenosu a zpracování informace. Při efektivní aplikaci této technologie může dojít k výrobě velmi kompaktní a výkonné konstrukci elektronických obvodů. Základní problém technologie, který se v současnosti řeší, spočívá v přenosu signálu z běžného rozhraní na úroveň spinu elektronu a zpět. https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax8467 https://science.sciencemag.org/content/366/6464/509
Kompilátory robotů (Robot Compillators)	Kompilátor robotů umožňuje uživatelům skládat z připravených součástí roboty podle vlastních potřeb. Technologie může významně přispět k realizaci personalizovaných robotů, kteří mají významný potenciál ovlivnit každodenní život a změnit způsob, jakým lidé spolupracují s technologiemi. Technologie využívá systém end-to-end pro intuitivní design robotů špičkových specifikací. Popisem předpokládané struktury činností nebo chování robota mohou příležitostní uživatelé okamžitě sestavit a použít robota pro své potřeby. Procesu navrhování a podpory iteračního přístupu ke kompilaci umožní technologie v budoucnu větší rozšíření robotů, které mohou řešit různé aplikace včetně vzdělávání, zdravotní péče, pomoci při přírodních katastrofách i v osobním životě. Očekává se, že uživatelé kompilátoru budou moci intuitivně skládat modulární komponenty z integrované knihovny do složitých elektromechanických zařízení. Technologie bude poskytovat zpětnou vazbu návrhu a provádět všechny potřebné úpravy a navrhovat základní subsystémy pro správnou požadovanou funkci robota (pokyny k zapojení, kódu pro autonomní chování, softwaru i uživatelského rozhraní). https://science.sciencemag.org/content/363/6423/eaav2211 https://www.nature.com/articles/s41467-018-03963-w
Rychlý kapalinový tisk (Rapid Liquid Printing)	Forma 3D tisku založená na principu vstřikování stavebního materiálu do gelu, který drží konečný produkt pohromadě. Namísto kladení tenkých vrstev materiálu tato technologie počítá s tvorbou vysoce odolnějšího produktu z hlediska tlaku a hmotnosti. Technologie zároveň umožní vytvářet větší předměty než současný 3D tisk za násobně kratší čas. https://www.nature.com/articles/s41467-019-09042-y https://www.nature.com/articles/s41598-017-07630-w
Holografický 3D tisk (Holographic 3D Printing)	Technologie používá jako prostředek k 3D tiskovým objektům hologramové 3D obrazy promítané do fotocitlivé pryskyřice. Na rozdíl od běžného 3D tisku tato technika vytiskne objekty najednou, nikoli vrstvu po vrstvě, přičemž trvá jen několik sekund namísto hodin. Předchozí verze technologií 3D tisku na bázi světla obecně používaly lasery k tomu, aby pryskyřice po jednotlivých vrstvách vytvrdla v definovaném vzoru postupně. Nová technologie využívá jako prostředku pro definování konečného tvaru 3D světelných projekcí pro zrychlení a plně 3D zpracování. https://advances.sciencemag.org/content/4/8/eaat1659 https://science.sciencemag.org/content/366/6461/105
Molekulární tiskárna (Molecular Printer)	Technologie pro syntézu molekul schopná vytvářet širokou škálu chemikálií z malé skupiny výchozích materiálů. Technologie by měla umožnit zjednodušení složitých výrobních procesů do řady postupných kroků. Technologie bude využívat předem připravené stavební bloky chemických látek a navrhovala by energeticky účinné reakce pro syntézu široké škály konečných produktů. https://academic.oup.com/nar/article/47/5/2169/5304187 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5897472/

2. Rostoucí využití dat	
Využití AI a pokročilé analytiky (Advanced Analytics)	Pokročilá analytika a umělá inteligence budou rozhodujícími faktory v procesním řízení výroby. Aplikace se očekává v rámci prediktivní údržby, automatizované správy kvality produkce a predikce poptávky apod. pro co nejefektivnější alokaci zdrojů a kapacit nutných pro výrobu. Z tohoto důvodu bude v rámci výrobních procesů implementován větší počet senzorů pro sběr velkého množství dat. https://www.nature.com/articles/s41598-019-48263-5 https://www.nature.com/articles/s41746-019-0148-3
Automatizace robotických procesů (Robotic Process Automation)	Automatizace robotických procesů je technologií s potenciálem transformovat současné výrobní procesy na plně automatizované, založené na předem specifikovaných pravidlech. Typicky jsou tyto transakční procesy užívány v centrech sdílených služeb či jiných centrech. Zpracování procesů, práci s daty a komunikaci napříč několika informačními systémy umožňuje software, který ovládá a komunikuje se stávajícími IT aplikacemi. Několik takových systémů dohromady lze označit za virtuální pracovní sílu – pracovní prostředí bez lidských zdrojů. https://science.sciencemag.org/content/363/6423/eaav2211 https://science.sciencemag.org/content/365/6453/eaax1566
Paměť umožňující výpočty (In-memory computing)	Výpočty v paměti je nově vznikající koncept, který využívá fyzických vlastností paměťových zařízení pro ukládání a zpracování informací. Současná standardní zařízení (stolní počítače, notebooky a mobilní telefony) přenášejí data mezi pamětí a výpočetní jednotkou, což je relativně pomalý a energeticky méně efektivní proces. Technologie umožňuje téměř nekonečně flexibilní a škálovatelnou architekturu, která dokáže rychleji dokončit výpočetní úlohy a spotřebovat mnohem méně energie než běžné systémy. Význam technologie bude růst se zvyšujícím se množstvím dat a její aplikace je vhodná na infrastrukturu pro zpracování velkých dat. https://advances.sciencemag.org/content/5/2/eaau5759 https://www.nature.com/articles/s41598-019-42557-4
Kvantové počítače (Quantum Computing)	Technologie představuje počítač využívající k zápisu informace kvantové mechanické vlastnosti částic (spin elektronů nebo atomových jader). Kvantový počítač nese současně informaci o všech možných hodnotách spinu a tím provádí paralelně výpočet všech možností, které mohou nastat. Výpočet je mnohonásobně efektivnější než u klasického počítače. Základní jednotka informace se nazývá qubit (kvantový bit). V současnosti je technologie ve stádiu ověřování základních principů. Současné konvenční superpočítače simulují kvantový počítač a analyzují doprovodné kvantové algoritmy. Současné kvantové počítače mohou interferovat s elektromagnetickým zářením nebo dalšími vlivy životního prostředí, což ovlivňuje spolehlivost výpočtu. https://science.sciencemag.org/content/365/6460/1364 https://advances.sciencemag.org/content/5/10/eaaw9918
3. Propojení produkčních objektů	
Spolupracující roboti (Collaborative Robotics)	Technologie pro využití robotů ve výrobním, které jsou speciálně určeny k interaktivní práci s lidmi v rámci jednoho pracovního prostoru. Technologie slouží k efektivnějšímu zpracování rozsáhlých výrobních operací. Týmy spolupracujících robotů mohou navzájem komunikovat o vykonávaných činnostech, pohybu či plánování úkolů. Výzvou v této technologii bude výzkum a implementace bezpečnostních standardů a možných omezení, které může přinést spolupráce mezi robotem a člověkem. https://www.nature.com/articles/s41599-019-0278-x https://www.nature.com/articles/s41598-019-40801-5
Robotika jako služba (Robotics as a Service)	Technologie umožní využití robotů předplacením jejich pracovní kapacity a umožní tak úspory nákladů za pořízení vlastních robotů. Koncepce robotiky jako služby (RaaS) se rychle rozvíjí. Příkladem je aplikace iniciativy služby SmartFactory, kterou provozuje firma

a Service, RaaS)	Kuka. Služba nabízí výrobním společnostem – zejména výrobcům automobilů - možnost outsourcovat kapitálově náročnou část jejich podnikání, vyhýbat se předběžným investičním nákladům a snižovat riziko. SmartFactory může zkrátit dobu uvedení na trh u některých vyráběných produktů až o 30 %. Lze předpokládat, že v budoucnu bude možný pronájem nejen výrobní linky, ale celé továrny. https://www.nature.com/articles/s42256-018-0008-x?WT.feed_name=subjects_mechanical-engineering https://www.accenture.com/us-en/insights/freight-logistics/robotics-as-a-service
Autonomní robotické týmy (Autonomous Robotics Teams)	Většina průmyslových robotů je navržena tak, aby pracovala samostatně na konkrétním úkolu. Autonomní roboty postavené pro týmovou spolupráci nacházejí uplatnění v různých oborech (zemědělství, stavebnictví, obraně apod.). Vývoj technologie se bude soustředit na přesné programování úkolů pro velké množství robotů a vytvoření takového operačního systému, který umožní přesnou a flexibilní komunikaci mezi jednotlivými roboty a jejich operátory. https://www.nature.com/articles/d41586-019-02874-0 https://robotics.sciencemag.org/content/4/35/eaat1186.abstract
Průmyslový internet věcí (Industrial Internet of Things, IIoT)	Technologie umožní vylepšení výrobních operací prostřednictvím lepší konektivity jednotlivých výrobních objektů, řízení a monitorování výroby. Technologie umožní shromáždit a sdílet velké množství dat v reálném čase, což umožní okamžitou reakci v případě narušení výroby. Připojení zařízení kompatibilních s IIoT k síti umožňuje jejich vzdálenou správu, a to včetně prediktivní údržby. IIoT umožní i komunikaci s dodavateli tím, že jim poskytuje provozní informace pro vzdálenou automatizaci a optimalizaci procesu. https://medium.com/syncedreview/industrial-internet-of-things-factories-of-the-future-fa7c4215d37c https://www.copadata.com/en/product/platform-editorial-content/what-is-the-iiot-and-iiot/
Edge Computing (Edge Computing)	Spolu s nárůstem zařízení připojených na internet věcí se zvyšuje objem shromažďovaných dat, která mohou ztratit využitelnost v případě, že se nebudou dostatečně rychle analyzovat a vyhodnocovat. Možným řešením tohoto problému je přesunutí výpočetní techniky a zpracování získaných dat z centralizovaných serverů k jejich zdroji (na zařízení shromažďující tato data). Tento proces se označuje jako Edge Computing a tato zařízení jako Edge Devices (koncová zařízení). Technologie umožní zpracování dat spolu s tvorbou výstupů lokálně na koncovém zařízení. Hlavní výhodou řešení je omezení nákladů na přenos dat do cloudu, snížení reakčního času, okamžité provedení analýzy a větší bezpečnost dat. https://www.nature.com/articles/s41928-019-0203-8 https://science.sciencemag.org/content/364/6440/570
Flexibilní elektronika (Flexible Electronics)	Technologie uplatnitelná v širokém spektru oblastí. Její význam roste s vývojem internetu věcí a chytrou nositelnou elektronikou. Technologie využívá pružné tranzistory, které slouží pro stavbu komplexnějších čipů, procesorů, pamětí a senzorů, které jsou tvořeny jedno krystalovou křemíkovou nanomembránou umístěnou na jednom kusu ohebného plastového substrátu. Technologie je škálovatelná i pro výkonnou elektroniku. https://www.nature.com/articles/s41598-019-46884-4 https://www.nature.com/articles/s41598-018-38043-y
4. Umělá inteligence	
Cloudová robotika řízená přes API (API Cloud Robotics)	Technologie využívající API rozhraní pro uživatelskou optimalizaci robotických řešení na základě vlastních potřeb. Lze očekávat vznik flexibilních rámců (knihoven), které umožní vývojářům psát vlastní software pro pokročilé robotické funkce. Cloudové řešení pak umožní dálkové řízení robotů odkudkoli na světě pro větší efektivitu spolupráce na globální úrovni.

Cloudová robotika (Cloud Robotics)	Cloudová robotika a automatizace představuje oblast, ve které fyzikální roboti sdílejí data a kód a provádějí výpočty vzdáleně prostřednictvím internetu. Příkladem takového robota jsou autonomní vozidla, která používají internetové připojení k přístupu k mapám, indexovým datům, prostorovým a dalším informacím, aby se mohla autonomně rozhodovat. Data jsou sdílena v síti pro optimalizaci a pro pozdější využití dalšími roboty. Toto je příklad technologie cloudové robotiky, která se používá při autonomním řízení i při automatizaci výroby. Využití cloudu nabízí i další výhody – větší efektivitu pro sdílení dat, kolektivní učení napříč roboty a platformami. Hlavním současným problémem technologie je zajištění datové bezpečnosti. https://www.nature.com/articles/s42256-018-0008-x?WT.feed_name=subjects_mechanical-engineering https://www.sciencemag.org/sites/default/files/custom-publishing/documents/Brain-inspired-robotics-supplement_final.pdf
Digitální dvojče (Digital Twin)	Technologie pro tvorbu virtuálního modelu fyzického objektu, který umožňuje neustále na dálku monitorovat stav skutečného objektu, jakož i modelovat (simulovat) různé situace s přesnými a reálnými daty. Využití digitálního dvojčete je považováno za paradigmatický posun, neboť konvenční metody již nedokážou vyhovět náročným požadavkům projektů realizovaných v rámci Průmyslu 4.0. Obdobně lze technologii využít i ve výrobních a logistických procesech. Tradiční technologie a metody testování a monitorování jsou již pro zabezpečení udržitelného růstu nevhodné a nevyhovují novým požadavkům, od optimalizace nákladů až po spotřebitelskou customizaci v masové výrobě. https://www.nature.com/articles/s41746-019-0193-y https://stm.sciencemag.org/content/10/430/eaao3612?rss=1
Virtuální a rozšířená realita (Virtual and Augmented Reality)	Virtuální realita je technologie umožňující uživateli ocitnout se v simulovaném prostředí, ideálně doprovázené jeho interakcí s ním. Rozšířená realita je technologie, která umožní zobrazení reálný obraz světa doplněného o počítačem vytvořenými objekty. Využívání technologií virtuální a rozšířené v průmyslové výrobě přispívá ke zvyšování efektivity v oblasti designu, montáže, kontroly kvality a zajištění bezpečnosti. Tyto technologie využívají senzory, kamery, chytrá zařízení a nositelnou elektroniku i další nástroje průmyslového internetu věcí (IoT). Rozšířená a virtuální realita se díky IoT sbližují do podoby smíšené reality, která poskytuje plynulejší a realističtější zážitek. https://www.nature.com/articles/d41586-019-03506-3 https://www.nature.com/articles/s41598-019-42979-0
Virtualizace a simulace výroby (Production Virtualization and Simulation)	Simulací základní výrobní úrovně lze monitorovat parametry, odhalovat nedostatky ve výrobě, upozornit na nákladovou neefektivitu a při aplikaci na konkrétní produkt simulovat jeho roli v reálném světě. Cílem technologie je přesunout operace z fyzické úrovně na úroveň virtuální, používat digitální modely a provádět simulace a testování odolnosti těchto modelů v různých simulovaných podmínkách. https://www.nature.com/articles/s41598-019-41723-y https://www.nature.com/articles/s41598-018-29566-5
Měkká robotika (Soft Robotics)	Technologie, která se zabývá konstrukcí robotů a jejich komponent vyrobených z měkkých a flexibilních materiálů. Nahrazením pevných částí za měkké získávají roboty nové vlastnosti, mezi které patří schopnost přizpůsobit se prostředí nebo manipulace s objekty komplikovaných tvarů. Hlavní výhodou měkkých robotů je snížení počtu mechanických částí, čímž se snižuje celková cena robota. Aplikace měkkých robotů je uvažována především ve zdravotnictví, ale i v průmyslové výrobě. Potenciálně se uvažuje o jejich nasazení v zemědělství (sběr plodů). https://www.nature.com/articles/s41598-019-51308-4 https://www.nature.com/articles/s41598-019-47794-1
Komunikační rozhraní robotů (Machine to	Komunikace mezi stroji je technologie pro obousměrný bezdrátový přenos dat mezi monitorovacími zařízeními a řídicími systémy a aplikacemi, ke kterým mají přístup oprávnění koncoví uživatelé. Stroje pomocí senzorů sledují určité ukazatele a odesílají

Machine)	výsledky ke zpracování nebo samy spustí určitou funkci. Řídící systémy a aplikace komunikují se zařízeními zcela automaticky podle určených pravidel. https://ercim-news.ercim.eu/en114/special/multi-modal-interfaces-for-human-robot-communication-in-collaborative-assembly https://s3.amazonaws.com/envisioning/tdb/files/QRA8pSdovtpELvLdr
Neuronová síť (Neural Network)	Umělá neuronová síť je jeden z výpočetních modelů používaných v umělé inteligenci. Představuje strukturu určenou pro distribuci paralelního zpracování dat. Skládá se z umělých (nebo také formálních) neuronů, jejichž předobrazem je biologický neuron. Neurony jsou vzájemně propojeny a navzájem si předávají signály a transformují je pomocí určitých přenosových funkcí. Neuron má libovolný počet vstupů, ale pouze jeden výstup. Neuronové sítě se používají mimo jiné i pro rozpoznávání a kompresi obrazů nebo zvuků, předvídání vývoje časových řad, filtrování spamu apod. V lékařství slouží k prohlubování znalostí o fungování nervových soustav živých organismů. https://advances.sciencemag.org/content/5/5/eaav7903 https://www.nature.com/articles/s41598-018-31284-x
5. Kybernetická bezpečnost	
Zabezpečení digitální transformace (Digital Transformation Security)	Digitální transformaci nelze realizovat bez dostatečné kybernetické bezpečnosti. Technologie se zaměřují na zabezpečení celé architektury digitální transformace, od síťového zabezpečení, odolnosti pracovních stanic, správy uživatelských účtů, správy zabezpečení, fyzického a perimetrového zabezpečení až po zprávu dat. https://theloadstar.com/tomorrows-world-today-automated-rapid-logistics-begin-optimize-supply-chains/ https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/clouds-big-data-and-smart-assets-ten-tech-enabled-business-trends-to-watch
Intelligentní Endpoint Detection and Response	Díky rozhraní Intercept X Advanced je možné nyní s technologií Endpoint Detection and Response porozumět rozsahu a dopadu vlastních bezpečnostních incidentů, detekovat útoky, které se možná ještě neprojevíly a analyzovat soubory tak, aby bylo možné identifikovat, zda jsou hrozbou, a s jistotou nahlížet na aktuální stav bezpečnosti v interní síti v kterémkoli okamžiku. Technologie umožňuje ochranu na koncových bodech prostřednictvím detekce a odezvy do jediného řešení. To znamená, že většina hrozeb je zastavena dříve, než mohou někde způsobit škody. https://www.symantec.com/products/endpoint-detection-and-response https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/security-awareness/endpoint/what-is-endpoint-detection-and-response.html
UEBA (User and Entity Behavior Analytics)	Technologie zaměřena na vyhodnocování chování entit (uživatelů či zařízení). Systém umožňuje párování aktivit s konkrétní entitou, u které detekuje chyby. Technologie vyhodnocuje chyby a anomálie založené na strojovém učení a hledání incidentů v typickém chování dané entity. https://digitalguardian.com/blog/what-user-and-entity-behavior-analytics-definition-ueba-benefits-how-it-works-and-more https://www.imperva.com/learn/data-security/ueba-user-and-entity-behavior-analytics/
SIEM (Security Information and Event Management)	Auditní a monitorovací nástroj pro zajištění a garanci úrovně bezpečnosti provozovaného segmentu IT. Technologie je zaměřena na obecné vyhodnocování událostí ze zařízení, přístupu k datům, aktivitě aplikací apod., a na uchování auditní stopy. Vyhodnocování založené především na agregačních a korelačních pravidel. https://www.csoonline.com/article/2124604/what-is-siem-software-how-it-works-and-how-to-choose-the-right-tool.html https://www.csoonline.com/article/2124604/what-is-siem-software-how-it-works-and-how-to-choose-the-right-tool.html

Příloha 4: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Life-science technologie

1. Environmentální technologie	
Biosenzory (Biosensors)	Biosenzor je analytické zařízení, které kombinuje biologickou složku s fyzikálně-chemickým detektorem. Biologickým prvkem může být tkáň, mikroorganismus, organela, buněčný receptor, enzym, nukleová kyselina a další. Jde o biologický nebo biomimetický materiál, který interaguje nebo se váže na studovaný objekt. Převodník nebo detektor, je součástí, která převádí jeden signál na jiný, pracuje na fyzikálně-chemickém principu (optickém, piezoelektrickém, elektrochemickém, apod.). Umožňuje měření a kvantifikaci signálu pocházejícího z interakce analyzovaného objektu s biologickým prvkem. Další částí je čtecí zařízení, které zobrazuje výsledky v uživatelsky přívětivé podobě. Další vývoj biosenzorů se bude zaměřovat na konkrétní aplikace v oblasti molekul a molekulárních interakcí a v oblasti detekce chemických a biologických látek. Umožní tak pochopit vznik a rozvoj různých druhů nemocí a mohou znamenat významný faktor rozvoje personalizované medicíny. https://www.nature.com/articles/s41587-019-0045-y https://www.nature.com/articles/d41586-018-06788-1
Poloumělá fotosyntéza (Semi-artificial Photosynthesis)	Poloumělá fotosyntéza kombinuje přirozenou fotosyntézu se syntetickou chemií. Primární funkcí technologie je získávání vodíku. Na rozdíl od umělé fotosyntézy není zapotřebí relativně nákladných katalyzátorů. Místo nich jsou využity dva enzymy. Enzym hydrogenáza, který se nachází v řasách, umí katalyzovat vratnou oxidaci vodíku. Enzym fotosystém II je první fotosyntetický enzym v přirozené fotosyntéze a jediný enzym, který dokáže katalyzovat oxidaci vody a vytvářet kyslík. Tyto enzymy spolu se syntetickými barvami, polymery a elektrodami pohlcují světlo a šíří ho mezi jednotlivými částmi poloumělého fotosyntetického systému. Očekává se, že ve srovnání s fotosyntézou, bude tento nový systém využívat sluneční světelné spektrum efektivněji a bude přinášet vysoké konverzní výnosy vodíku, který představuje budoucí energetický zdroj, jehož spalováním nevznikají žádné škodlivé emise. Výzkum celé technologie je v počáteční fázi. https://www.nature.com/articles/s41565-018-0290-0 https://www.nature.com/articles/s41565-018-0251-7
Biologický materiál pro textilní průmysl (Biological Textile Material)	Technologie pro výrobu oděvů z biologických materiálů na bázi celulózy, chaluhy apod., která do značné míry může snížit velkou zátěž pro životní prostředí, kterou představuje tradiční výroba oděvů na bázi polyesteru, elastanu nebo lycry, Biologické materiály je možné recyklovat. Zpracování těchto materiálů bude možné pomocí 3D tisku. https://www.nature.com/articles/s41598-019-48320-z https://www.nature.com/articles/s41598-019-45021-5
Využívání bioproduktů pro syntézu chemických specialit (Organic Products for Synthesis of Chemical Specialties)	Biorafinačním postupem lze z obnovitelných zdrojů biomasy získat platformní chemikálie, které mohou v blízké budoucnosti zcela změnit tvář průmyslové chemie. Chemické zpracování biomasy, založené na principu biorafinace, bude koncepčně vycházet z jiných základních chemikálií, než je tomu v petrochemii. Významnou roli v chemii biomasy bude hrát její "karbohydrátová" složka. Dá se předpokládat, že její složky budou biologicky nebo chemicky konvertovány na běžné základní chemikálie, funkčně analogické základním (platformním) petrochemickým chemikáliím (etylen, propylen, olefiny, benzen atd.). https://www.nature.com/articles/s41467-019-09848-w https://www.nature.com/articles/s41467-018-07434-0
Umělá fotosyntéza (Artificial Photosynthesis)	Umělá fotosyntéza je chemický proces, který napodobuje přirozený proces fotosyntézy přeměnou slunečního světla, vody a oxidu uhličitého na uhlohydráty a kyslík a může tak řešit inherentní charakter přirozené fotosyntézy. Umělá fotosyntéza napodobuje procesy

	přirozené fotosyntézy a zvyšuje účinnost konverze energie tím, že nahradí biologické činidla, které řídí chemické reakce na e-paliva. Umělá fotosyntéza zahrnuje čtyři fáze, což je velmi podobné přirozené fotosyntéze: (1) sběr světla: sběr světelných částic (fotonů) molekulami antény a koncentrace sebrané energie v reakčním centru, (2) oddělení náboje: v reakčním středisku se nashromážděné sluneční světlo používá oddělte od sebe kladné a záporné náboje, (3) rozdělení vody: kladné náboje se přímo vstříkují do katalytických center, kde používají se k rozdělení vody na vodíkové ionty a kyslík, (4) výroba paliva: elektrony z kroku 2 dostávají více energie z nových fotonů a následně v kombinaci s vodíkovými ionty a případně CO₂ za vzniku vodíku nebo palivo na bázi uhlíku. Technologie je stále ve fázi vývoje. https://www.sciencemag.org/news/2019/10/putting-artificial-ecosystem-drought-could-reveal-how-rainforests-will-cope-climate https://www.nature.com/articles/s41467-018-04067-1
Bioluminiscence (Bioluminescence)	Bioluminiscence je přirozená schopnost organismu produkovat světlo pomocí chemické reakce luciferinu a kyslíku v organismu. Přirozená bioluminiscence se vyskytuje u některých druhů hmyzu, hub, bakterií a mořských živočichů. Vývoj se v současné době zaměřuje na vznik umělé bioluminiscence a její aplikace při výrobě světla. Výzkumníci současně pracují na vývoji nových světelných zdrojů na bázi bioluminiscence, které by mohly snížit současné zatížení světové spotřeby energie. https://www.nature.com/articles/s41592-018-0274-x https://www.sciencemag.org/news/2018/02/these-glowing-cells-can-be-seen-deep-within-animals-bodies
Sběr energie (Energy Harvesting)	Energy harvesting je technologie pro získávání volné energie nejčastěji z přirozeně se vyskytujících vzorů. Energie je po získání energy harvesterem uložena, zpracována a může být využita k napájení dalších zařízení. Protože je však množství energie získané z těchto zdrojů (s výjimkou solárních panelů a větrných turbín) poměrně malé, hodí se převážně k napájení zařízení o malém příkonu. Vzhledem ke stálému snižování energetické náročnosti mnoha druhů elektrických zařízení ale předznamenává slibnou budoucnost této technologie, zejména při nových aplikacích a dalšího vývoje. https://www.nature.com/articles/s41427-019-0125-y https://www.nature.com/articles/s41378-018-0024-3
Mikrobiální palivové články (Microbial Fuel Cells)	Mikrobiální palivový článek (je bioelektrochemický systém, který zprostředkovává přenos elektronů z bakterií na anodu buňky. Stejně jako všechny standardní palivové články, technologie sestává z anodových a katodových komor oddělených protonovou membránou. Protony jsou vedeny do katodové komory přes membránu a elektrony proudí vnějším obvodem z anody na katodu, čímž se generuje elektřina. Kvůli nízké účinnosti a vysokým nákladům na komponenty materiálů je technologie mikrobiálních palivových článků stále ve fázi vývoje. https://www.nature.com/articles/s41598-018-21404-y https://www.nature.com/articles/s41579-019-0173-x?platform=hootsuite
Fotosyntetické palivo (Photosynthetic Fuel)	Technologie pro elektrochemickou konverzi CO₂ na vedlejší produkty na bázi uhlíku spojené s heterogenními enzymy by mohla replikovat přirozený proces fotosyntézy. Pomocí malého zařízení, které by používalo sluneční světlo a solární článek, by bylo možné přeměnit vodu na vodík a kyslík. Vodík by byl konvertován na kapalné, energeticky vysoce účinné palivo, které by bylo aplikovatelné v různých oblastech (doprava, elektronika). Technologie je čistá a obnovitelná. Kromě využití obnovitelných zdrojů technologie umožňuje recyklovat CO₂ uvolňovaný při procesu spotřeby. Technologie by mohla výrazně snížit využití fosilních paliv a snížit emise skleníkových plynů. https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax1814 https://www.nature.com/articles/s41598-018-35135-7
Protipožární biokompozity (Fire-resistant)	Vláknový kompozit (FRP) je umělý materiál složený z vláknové výtzuže a z plastického pojiva (matrice) je již standardním produktem. Nově se však do výtzuže začaly zpracovávat přírodní materiály, které lze zpracovávat s nižšími energetickými náklady,

Biocomposites)	a které jsou zároveň biologicky odbouratelné a recyklovatelné. Jedná se o objemové formovací směsi s jutovou, bavlnou nebo sisalovou vlákninou, které vykazují v závislosti na složení podobné vlastnosti jako tradiční FRP. Délka vlákna může být zvolena podle požadavků na konečný produkt a materiál může být tudíž vyráběn lisováním nebo vstřikováním. Kromě toho různé přírodní materiály otevírají nové možnosti aplikace (především ve stavebnictví). Přírodní materiály mají funkci retardéru hoření, nahrazují skleněná vlákna a snižují konečnou hmotnost produktu. Plasty zesílené přírodními vlákny mohou nabízet dobrou tepelnou a zvukovou izolaci. Kompozity jsou vysoce ekologicky šetrné a neškodné lidskému zdraví ani přírodnímu prostředí. Další vývoj tohoto směru předpokládá vytvoření nosné matrice na bázi z organických pryskyřic, která má nahradit v současnosti používanou polyesterovou pryskyřici. Tím se dosáhne kompozitního materiálu vyrobeného výhradně z přírodních látek. https://www.nature.com/articles/s41598-018-36032-9 https://www.nature.com/articles/s41598-019-52751-z
2. Digitální technologie	
Bioelektronický plast (Bioelectronic Plastic)	Pružné a tenké elektronické materiály a zařízení implementované na polymery pro interakce s okolními biologickými systémy. Technologie tak představuje kombinaci bioelektronického plastu a měkké, roztažitelné a mechanicky přizpůsobitelné organické elektroniky a umožňuje převod elektronických signálů na neurální impulzy a zpět. Cílem technologie je zlepšení rozhraní mezi elektronikou a biologickým systémem a eliminace odmítnutí současných elektronických zařízení v biologických systémech. Aplikační oblasti jsou zejména nositelná a implantovaná zařízení v protetice a bionice. https://www.nature.com/articles/s41528-018-0036-y https://advances.sciencemag.org/content/5/2/eaau7378?rss=1
Exoskelet (Exoskeleton)	Exoskelet je vnější umělá struktura určená k nošení za účelem kompenzace nebo zlepšení biologických a fyzických schopností. Je postaven pomocí robotiky a biomechatroniky a skládá se z nositelného zařízení, které spolupracuje s uživatelem. Materiály mohou být tuhé (lehké kovy, plasty nebo uhlíkové vlákna) nebo elastické a měkké. Jednou z hlavních oblastí aplikace technologie je oblast medicíny, kde se exoskeletony používají k obnově pohybu končetin pacientů. Jiné oblasti vývoje uvažují o vojenské a průmyslové aplikaci technologie. https://www.nature.com/articles/s41598-019-43628-2 https://robotics.sciencemag.org/content/3/16/eaat3911.full?ikey=XtQGrXi.6/YXQ&keytype=ref&siteid=robotics
Nanoboti (Nanobots)	Nanoboti jsou dynamické systémy, které svým chováním napodobují živé mikroorganismy. Technologie může mít implementované různé funkce. Hlavní předností technologie je (kromě mikroskopické velikosti) i schopnost samostatného aktivního pohybu v kapalině. Ten je vyvíjen díky spalování konkrétní chemikálie, které je v tekutině obsažené. Takto se nanoboti umějí pohybovat například v lidském těle nebo třeba v podzemní vodě. V současné době lze nanobota naprogramovat, aby se řízeně migroval tam, kde je potřeba, a dopravil na místo konkrétní lék, nebo naopak aby tam zlikvidoval nebezpečné látky. Vývoj nanobotů se soustředí na schopnost vzájemné komunikace pro jejich větší efektivitu. https://stm.sciencemag.org/content/11/501/eaay3576 https://www.nature.com/articles/d42473-018-00262-2
Chytré tetování (Smart Tattoo)	Technologie se skládá se z nositelných epidermálních kožních elektrod, které umožňují simultánní snímání různých environmentálních podnětů (tlak, dotek nebo blízkost) a fyziologických dat (srdeční frekvence, dýchání, obsah alkoholu a kyslíku v krvi, svalová aktivita, emoce) v reálném čase. Mezi klíčové výhody technologie oproti konvenčním senzorům patří velká flexibilita a přizpůsobení se lidské kůži, bezdrátové rozhraní pro sběr dat, bezdrátový výkon, jednorázové použití a relativně levná vzrostla. V budoucnu bude chytré tetování podporovat interaktivní telemedicina a léčebné systémy pro pacienty v oblastech, kde nejsou dostupné lékařské služby.

	https://www.nature.com/articles/s41598-019-41326-7 https://stm.sciencemag.org/content/10/437/eaap8562?rss=1
Neuromorfní čip (Neuromorphic Chip)	Cílem technologie je transformace systému výpočtu prováděných počítačem pomocí tranzistorů na čipu. Konvenčně tranzistory čipů provádějí výpočty binárně. Díky neuromorfnímu čipu, které spoléhá na umělé synapse, by signály procházející čipem měly různou intenzitu a byl by proti nim kladen různý odpor stejně jako v lidském mozku. Obvody čipu tak mohou měnit svůj odpor k propuštění signálu v různé intenzitě, stejně tak mohou neurony skrze synapse měnit vlastní míru propouštění signálu. Cílem je lepší učení systémů AI. Princip učení spočívá v opakování určité operace. Čím častěji je opakována, tím vyžaduje menší odpor na čipu a stává se rychlejší. Neuromorfní čipy tak prostřednictvím změny architektury jednak slibují zrychlení nejčastěji používaných počítačových operací, ale také dodají hardwaru jeho vlastní paměť. Neuroformní čipy by mohli nahradit simulované neuronové sítě. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1677-2 https://www.nature.com/articles/s41467-019-12521-x
Rozhraní mozku a stroje (Brain-Computer Interface)	Technologie propojující mozek s počítačem Jde o přímou komunikační cestu mezi mozkem a externím zařízením. BCI systémy jsou často zaměřeny na pomoc, rozšíření nebo opravu lidské kognitivní či smyslově-motorické funkce. Praktické využití lze nalézt v mnoha aplikacích, např. rychlé odpovědi na jednoduché otázky, převod myšlenek na text, ovládání prostředí na monitoru a v neposlední řadě provoz neuro-protéz, které se zaměřují na obnovu poškozeného sluchu, zraku a pohybu. https://stm.sciencemag.org/content/11/514/eaaz3717 https://www.nature.com/articles/s41587-019-0251-7
Rozpoznávání molekul (Molecular Recognition)	Technologie pro specifickou interakci mezi dvěma nebo více molekulami prostřednictvím komplementární nekovalentní vazby (např. vodíkové vazby, interakce kovů, hydrofobní nebo elektrostatické interakce). Technologie bude mít důležitou roli v biologii a bude zprostředkovávat interakce mezi receptory a ligandy, antigeny a protilátkami, nukleovými kyselinami a proteiny, proteiny a proteiny, enzymy a substráty a nukleovými kyselinami navzájem. Cílem technologie a jejího dalšího vývoje je rozpoznávání molekul a její další využití v oblasti medicíně. V současnosti se vyvíjí molekulární systémy pro včasnou diagnostiku nemocí, vyvíjí se dávkovací a transportní molekulární systémy pro účinnější a bezpečnější léčbu. https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax7946 https://www.nature.com/articles/s41598-019-41239-5
Laboratoř na čipu (Lab-on-a-chip)	Laboratoř na čipu představuje zmenšení více analytických přístrojů provádějících řadu automatizovaných laboratorních činností do jednoho čipu. Předpokládá se, že výroba čipů ve velkých počtech bude znamenat nižší ceny vyšetření – a to i díky nepatrným objemům reagentů, možnosti provádět řadu stanovení paralelně (jednotlivá patra čipu-mikrolaboratoře lze lepit na sebe jako plástve v úlu), mikroautomatizaci jednotlivých úkonů a úsporu původně lidské práce, vysokou rychlost a předpokládanou vysokou kvalitu stanovení i perspektivu dalšího rychlého rozvoje zejména v oblasti point-of-care technologií. Příštím cílem po „laboratoři na čipu“ bude „laboratoř uvnitř těla“, kdy čipy budou implantovány např. přímo v krevním oběhu a budou posílat zabezpečené výsledky do vašeho cloud computingu – společně s monitorem spánku, daty z chytrých nositelných zařízení apod. https://advances.sciencemag.org/content/5/4/eaat3080 https://www.nature.com/articles/s41378-018-0034-1
Bioinformatika (Bioinformatics)	Bioinformatika se zabývá sběrem, analýzou a ukládáním biologických dat. Bioinformatika představuje oblast na pomezí biologie a informatiky, která se zabývá zpracováním, prohledáváním a analýzou dat o sekvenci, struktuře a popřípadě i funkci biologických makromolekul, tedy hlavně DNA a proteinů. Cílem je porozumění informacím souvisejících se zkoumanými molekulami v širších souvislostech a organizace těchto

	informací. Bioinformatika tak extrahuje molekulární informační systém pro molekulární biologii. Její aplikace jsou především v biotechnologiích, farmacii, medicíně a genetickém inženýrství. https://www.nature.com/articles/s41598-019-47343-w https://www.nature.com/articles/s41598-018-37491-w
Biologicky rozložitelné senzory (Biodegradable Sensors)	Běžné senzory obsahují drahé a těžké kovy, a jsou proto nevhodné pro přímý kontakt s potravinami a lidským tělem. Proto jsou vyvíjeny zdravotně nezávadné senzory z hořčíku, oxidu křemičitého a nitridu křemičitého, které mají podobu biologicky rozložitelného tenkého drátu. Všechny prvky jsou biokompatibilní a rozkládají se ve vodě. Jako nosič je použit polymer vyrobený z kukuřičného a bramborového škrobu. Senzory mají nepatrnou tloušťku, funkční mohou být 24 hodin. Životnost se dá prodloužit další vrstvou použitého polymeru. Aplikační oblast senzorů je v medicíně (lékařské implantáty pro dočasné snímání v těle, transport léčiva, tkáňové inženýrství, mikrofluidika), potravinářství (sledování teploty a chemického prostředí balených potravin) či farmacii. Očekává se, že oblast internetu věcí se bude postupně rozšiřovat o novou oblast internetu potravin, kdy se jídlo bude propojovat s digitálním světem. Senzory v budoucnu nebudou odesílat pouze data o teplotě, ale také o tlaku, hromadění plynu nebo o ultrafialovém záření. https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaaw1899 https://www.nature.com/articles/s41551-018-0336-5
3. Úprava genomu a genová terapie	
Zapisování biologických informací (Biological DVRs)	Vývoj technologie pro ukládání informace o biologických procesech (včetně stárnutí). Informace se budou ukládat na bioDVR (digital video recorder) systémem CRISPR-Cas a budou zaznamenány po dobu několika dní až měsíců. Pokud bude možné kvantifikovat stárnutí a další fyziologické procesy na buněčné úrovni, bude možné tyto znalosti využít v medicíně a farmacii. https://www.nature.com/articles/s41576-019-0125-3 https://science.sciencemag.org/content/sci/361/6405/870.full.pdf
Přenos informací z DNA (DNA Information Transfer)	Vyvíjeny jsou technologie pro efektivní přenos informací v DNA na diagnostické přístroje. Cílem je testovat a řešit složitá původ onemocnění na základě informací získaných z lidských buněk. Na základě získaných informací by bylo možné vyrobit cílený farmaceutický preparát pro vhodnou léčbu, a to individuálně pro každého pacienta. K tomu se předpokládá využití molekulárních tiskáren. https://www.nature.com/articles/s41467-019-13310-2 https://www.sciencemag.org/news/2019/07/hidden-layer-gene-control-influences-everything-cancer-memory
Umělé buňky (Artificial Cells)	Umělé buňky nabízejí rozmanité využití. Mohou být využity například k detekci změn v těle pacienta a v případě potřeby k vypuštění molekul léčiva nebo mohou detekovat a následně odstraňovat nebezpečné látky v lidském těle. Simulují tak procesy přírodních buněk, ale v technologicky jednodušší formě. Současné umělé buňky mohou detekovat vnější chemické signály a reagovat na ně díky uměle vytvořené signální dráze. Vývoj však směřuje k vytvoření umělých buněk, které by detekovaly markery nádorů a v případě potřeby vyrobily účinné léčivo. Aby byla léčba efektivní, vyžaduje mnohdy dostat lék na správné místo, ve správný čas a správném množství. Proto je navržen umělý protein, který buňky přeprogramuje na chytré tak, aby uměly doručit pomoc ve správném množství a ve správný čas. https://www.nature.com/articles/s41598-018-22263-3 https://science.sciencemag.org/content/362/6417/877.summary
Bio Brick (Biobrick)	Synteticky navržené sekvence DNA, které mohou být sestaveny tak, aby vytvořily funkční kmeny DNA, které mohou být později začleněny do živých buněk. Každá BioBrick obsahuje sekvence DNA, které lze rozeznat restrikčními enzymy. Tyto enzymy jsou schopné řezat a vázat pouze specifické sekvence DNA. To znamená, že každý BioBrick

	bude složen pouze v sekvenci s jinou BioBrick která disponuje stejnou specifickou sekvencí DNA pro stejný enzym. BioBricks umožňují syntézu delších kmenů DNA. Jedná se o přední technologii s potenciálem zlevnit a zrychlit vývoj v syntetické biologii. V zemědělství by tato technologie mohla být použita v oblasti rostlinné biotechnologie, která by umožnila produkci potravin, paliv, léků a materiálů. https://www.nature.com/articles/s41438-018-0082-6 https://advances.sciencemag.org/content/advances/5/9/eaaw2853.full.pdf
Syntetická biologie (Synthetic Biology)	Syntetická biologie představuje novou oblast výzkumu, jejímž cílem je navrhování a výroba nových umělých biologických procesů, organismů nebo nástrojů nebo přeměna již existujících biologických systémů. Syntetická biologie se liší od genetického inženýrství v tom, že zahrnuje mnohem podstatnější rekonstrukci organismu, aby mohl vykonávat zcela nové funkce. Syntetická biologie kombinuje disciplíny biotechnologie, genetického inženýrství, molekulární biologie, molekulárního inženýrství, biologie systémů, membránové vědy, biofyziky, chemického inženýrství a biologického inženýrství, elektrotechniky a výpočetní techniky a evoluční biologie. Syntetická biologie aplikuje tyto disciplíny na vybudování umělých biologických systémů pro výzkum, inženýrství a lékařské aplikace. https://science.sciencemag.org/content/359/6376/eaad1067 https://www.nature.com/articles/s41477-019-0539-0
Škálovatelná precizní medicína (Precision Medicine)	Jedná se o nový přístup k precizní léčbě a prevenci, který umožňuje lékařům navrhnout léčebnou strategii pomocí analýzy genů pacienta. Cílem precizní medicíny je dosažení co nejlepšího možného klinického výsledku za současné redukce poškození zdravých, nenádorových buněk, a vyžaduje tedy přizpůsobení léčby jednotlivci a jeho onkologickému onemocnění na základě jedinečných molekulárních vlastností. Očekává se, že v budoucnu bude v daleko menší míře využívána hromadná medikace pro určité typy onemocnění, ale bude se využívat spíše individualizovaná (personalizovaná) léčba. https://www.nature.com/articles/s41467-019-11069-0 https://stke.sciencemag.org/content/12/609/eaaz0274.full
Screening DNA (DNA Screening)	Technologie předpokládá možnost detekce nemoci z DNA pomocí analýzy dechu. Čip v technologii obsahuje tři ultratenké vrstvy nanoporézní membrány z nitridu křemíku, která slouží jako předfiltr. Biosenzorová membrána obsahuje jediný nanopór. Prostor, který odděluje membrány pouze 200 nm. Uspořádání těchto vrstev vytváří nanocavitu, která je naplněna destilovanou vodou. Během provozu toto zařízení používá elektrizované pole k průchodu DNA přes pór předběžného filtru do senzorové membrány. Kontakt DNA a senzoru katalyzuje změny v elektrickém napětí zařízení nutné pro detekci a analýzu nemocí na bázi vzorku DNA. https://www.nature.com/articles/s41598-019-45523-2 https://www.nature.com/articles/d41586-018-06665-x

Příloha 5: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Umělou inteligenci

1. AI jako prostředek k posilování digitální transformace	
Cloud AI (Cloud AI)	Vytváření ekosystému na bázi AI na cloudovém prostředí s cílem poskytovat služby řízené AI i na vzdálených serverech. S propojením technologií strojového učení a zpracování velkého množství dat bude využití cloud AI posilovat. Nejvýznamnějšími lídry vývoje technologie je Amazon, Google, Alibaba a Baidu. https://dzone.com/articles/which-three-hot-markets-are-undergoing-cloud-nativ http://prsync.com/reportsweb/serverless-architecture-market-grow-at--cagr-to--3139446/
Automatizovaná tvorba virtuálních prostředí (Automated Creation of Virtual Environments)	Využití AI k automatizované tvorbě realistických 3D prostředí na základě informací z krátkých videoklipů. Automaticky generovaná grafika bude získávat data z datových sad s otevřeným zdrojovým kódem a bude využívat autonomní řídicí pole. Pomocí krátkých klipů rozdělených do různých kategorií (budovy, nebe, vozidla, značky, stromy, lidé) bude technologie vyškolená k vytváření nových verzí jednotlivých objektů. Aplikace technologie bude mít velmi široké uplatnění, - simulace pro logistiku (sklady, továrny, přepravní centra), tvorba urbanistických řešení, scénáře pohybu dopravy apod. https://www.nature.com/articles/d42473-019-00178-5 https://www.nature.com/articles/s41598-019-49506-1
Strojové učení v reálném čase (Real-Time Machine Learning)	Strojové učení je proces použití matematických modelů dat, pomocí kterých se počítač učí bez přímých instrukcí. Technologie se považuje se za součást umělé inteligence. Strojové učení využívá algoritmy k identifikaci vzorů v datech, které se pak používají k vytvoření datového modelu, který dokáže formulovat předpovědi. S větším množstvím dat a více zkušenostmi jsou výsledky strojového učení přesnější. Díky přizpůsobitelnosti je technologii využívat v situacích, kdy se data neustále mění, kdy se charakter požadavku nebo úlohy stále posouvá nebo kdy by naprogramování řešení nebylo efektivně možné. Aplikace strojového učení v reálném čase ukazuje, že je možné použít nepřetržitý tok transakčních dat a upravovat modely v reálném čase, což umožňuje nové způsoby získávání analyzované informace. https://www.nature.com/articles/s41598-019-48551-0 https://science.sciencemag.org/content/364/6446/eaat841
Porozumění přirozenému jazyku (Natural Language Understanding)	Porozumění přirozenému jazyku je odvětví umělé inteligence, které používá počítačový software k porozumění vstupu ve formě vět ve formátu textu nebo řeči. Technologie přímo umožňuje interakci člověk-počítač. Porozumění přirozeným lidským jazykům umožňuje počítačům porozumět příkazům bez formalizované syntaxe počítačových jazyků a počítačům komunikovat zpět s lidmi v jejich vlastních jazycích. Oblast NLU je důležitou a náročnou podmnožinou zpracování přirozeného jazyka. Obě technologie rozumí lidskému jazyku, porozumění přirozenému jazyku má za úkol komunikovat s netrénovanými jedinci a porozumět jejich záměru, což znamená, že technologie jde nad rámec porozumění slovům a interpretuje význam. Technologie je dokonce programována se schopností porozumět smyslu navzdory běžným lidským chybám, jako jsou nesprávné vysvětlení nebo transponovaná písmena nebo slova. Hlavní hnací silou vývoje technologie je vytvoření chatů a řečových robotů, které mohou efektivně komunikovat s veřejností bez dohledu. https://science.sciencemag.org/content/366/6461/55 https://www.nature.com/articles/s41467-019-12342-y
Porozumění strojovému čtení	Cílem technologie je učení stroje porozumět textu a jeho schopnosti odpovídat na dotazy s porozuměním kontextu. Technologie představuje vývojově velmi náročný směr v oblasti

(Machine reading comprehension)	umělé inteligence. Technologie umožní systémům číst, odvodit význam a okamžitě doručovat odpovědi při procházení obrovských datových sad s cílem nalézt přesnou odpověď na vyhledávací dotaz a nahradit tak konvenčního vyhledávání, které generuje seznam adres URL. V případě, že by měl systém k dispozici veškerou dokumentaci týkající se dotazu, očekává se, že by mohl identifikovat nejen odpověď na konkrétní dotaz, ale mohl by na základě analýzy textu i navrhnout konkrétní řešení vycházející z dotazu. Předpokládá se, že tato technologie a její další vývoj představuje nezbytný krok při realizaci obecné umělé inteligence. https://www.nature.com/articles/s41598-019-49632-w https://www.nature.com/articles/s41467-019-09406-4
Generování přirozeného jazyka (Natural Language Generation)	Technologie pro převod strukturovaných dat do nestrukturovaného textu. Technologie umožňuje díky algoritmům prohlížet velké datové sady a vytvářet z nich text, čímž umožní lidem lépe pochopit velkým datům a jejich analýze. Očekává se, že v technologii bude aktivně užívaná většinou zpravodajských a analytických platforem a bude automaticky analyzovat a vizualizovat a klíčová data. https://www.finextra.com/blogposting/17845/ai-natural-language-processing-and-the-battle-for-unstructured-data https://www.entrepreneur.com/topic/natural-language-generation
Rozpoznávání řeči (Speech Recognition)	Rozpoznávání řeči je interdisciplinární podoblast počítačové lingvistiky, které vyvíjí metodiky a technologie, které umožňují počítačům rozpoznávat a překládat mluvený jazyk do textu. Díky zvyšování výpočetního výkonu a vývoji nových algoritmů se technologie rychle vyvíjí. Díky technologiím zpracování přirozeného jazyka a rozpoznávání řeči bude možné trénovat AI tak, aby předvíдалa záměry svého uživatele a reagovala na jeho podněty v reálném čase. Problém vývoje technologie může představovat nedostatečná přesnost systémů rozpoznávání řeči a hlasu v hlučném pracovním prostředí. https://advances.sciencemag.org/content/5/5/eaav6134 https://www.nature.com/articles/s41598-019-49506-1
Robotický roj (Swarm Robotics)	Velké množství malých a autonomních robotů, které díky kolektivní inteligenci mohou pracovat na splnění složitého úkolu. Každý robot plní jednoduchou funkci a zároveň interaguje s ostatními roboty. https://robotics.sciencemag.org/content/4/34/eaax4316 https://www.nature.com/articles/d41586-019-02859-z
Neuromorfní čip (Neuromorphic Chip)	Cílem technologie je transformace systému výpočtu prováděných počítačem pomocí tranzistorů na čipu. Konvenčně tranzistory čipů provádějí výpočty binárně. Díky neuromorfnímu čipu, které spoléhá na umělé synapse, by signály procházející čipem měly různou intenzitu a byl by proti nim kladen různý odpor stejně jako v lidském mozku. Obvody čipu tak mohou měnit svůj odpor k propuštění signálu v různé intenzitě, stejně tak mohou neurony skrze synapse měnit vlastní míru propouštění signálu. Cílem je lepší učení systémů AI. Princip učení spočívá v opakování určité operace. Čím častěji je opakována, tím vyžaduje menší odpor na čipu a stává se rychlejší. Neuromorfní čipy tak prostřednictvím změny architektury jednak slibují zrychlení nejčastěji používaných počítačových operací, ale také dodají hardwaru jeho vlastní paměť. Neuroformní čipy by mohli nahradit simulované neuronové sítě. https://www.nature.com/articles/s41467-018-07565-4 https://www.nature.com/articles/s42256-019-0025-4
2. AI jako bezpečnostní prvek	
Intelligentní ochrana osobních dat (Intelligent Protection of personal data)	Každý den je vytvořeno velké množství dat, která jsou informačně využívána, a to často bez svolení jejich majitelů. Data jsou pak analyzována a využívána např. k cílené reklamě či předpovídání chování uživatele. V současné době jsou vyvíjeny technologie k inteligentní ochraně proti shromažďování a analýze soukromých dat a datového smogu. Důležitou součástí technologie bude také zamezení přístupu třetích stran k soukromým datům.

Algoritmy pro rozhodování AI (AI Decision Algorithms)	Cílem technologie je tvorba vysoce transparentních algoritmů pro rozhodování AI aplikací, pomocí kterých by měla být aplikace AI schopna předem vysvětlit svá rozhodnutí a tak nabízet možnost verifikovat probíhající operace. Výzvou bude zachování citlivých informací v rámci rozhodovacích procesů a zachování rychlosti a kvality výstupu rozhodování aplikací AI i při nutnosti vysvětlení celého rozhodovacího procesu. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1138-y https://www.nature.com/articles/s42256-019-0088-2
Blockchain (Blockchain Technologies)	Technologie pro sdílení a ukládání informací na distribuované databázi, kde jsou kryptograficky chráněny identity a transakce. Implementace blockchainu sestává ze dvou druhů záznamů: transakcí a bloků. Transakce představují data vložená do databáze uživateli, bloky pak záznamy potvrzující, kdy a jak byla konkrétní transakce přidána do databáze blockchainu. Transakce jsou vytvářeny uživateli, kteří systém používají jako databázi. Bloky oproti tomu vytváří těžaři, kteří používají software či hardware vytvořený specificky k vytváření bloků. Transakce vytvořené uživateli jsou volně předávané od uzlu k uzlu podle toho, kdo má zrovna s kým navázané spojení. Každý uzel obsahuje kompletní či částečnou kopii blockchainu. Tím je vyřešen problém centralizovaných databází, kterou používají konvenční technologie. Blockchain je stále vyvíjející se technologie a existuje řada výzev, které je třeba řešit, než dojde k masové implementaci. Hlavní výzvy vývoje blockchainu se týkají rychlosti, rozsahu a regulace. Decentralizované systémy jsou ze své podstaty méně účinné než centralizované systémy a musí řešit kompromisy mezi bezpečností a rozsahem svých služeb. Očekává se, že technologie na bázi blockchainu se budou využívat, kromě bankovníctví, i v hlavních průmyslových odvětvích, zejména pro plánování a správu dodavatelských řetězců. https://www.nature.com/articles/d42473-019-00220-6 https://www.thedailychain.com/interoperability-and-standardization-a-2021-blockchain-future
3. AI jako prostředek k precizní analýze velkých dat	
Čipové sady pro AI (AI Chipsets)	Standardní procesory nejsou navrženy tak, aby splňovaly výkonové požadavky pro algoritmy, se kterými pracuje AI, jelikož nedisponují dostatkem procesorových jednotek k provedení všech potřebných připojení a výpočtů. Nově vyvíjené čipy jsou připraveny pracovat na projektech AI a měly by slibovat vyšší rychlosti a bezpečnější data. Čipové sady pro AI zahrnují centrální procesorovou jednotku (CPU), grafickou procesorovou jednotku (GPU), procesor neuronové sítě (NNP), integrovaný obvod specifický pro aplikaci (ASIC), polní programovatelné hradlové pole (FPGA), procesor počítačů se sníženou instrukcí (RISC), urychlovače a další komponenty. Některé z čipových sad jsou zaměřeny na zpracování hran nebo zařízení, jiné jsou určeny pro servery používané v cloud computingu a jiné jsou zaměřeny na strojové vidění či na řízení autonomní vozidel. https://globaledge.msu.edu/blog/post/56783/artificial-intelligence-chip-sparks-competition-in-the-global-technology-market https://www.nature.com/articles/d42473-019-00220-6
Hluboká neuronová síť (Deep Neural Network)	Nový typ hluboké neuronové sítě je schopen zpracovávat informace a data pomocí hierarchických vztahů. To řeší kritický problém – konvenční neuronové sítě, které byly výchozím modelem, nejsou schopny detekovat některé klíčové prostorové hierarchie mezi jednoduchými a složitými objekty. V důsledku toho by tyto novější druhy sítí mohly snížit výpočetní chyby až o 50%. https://science.sciencemag.org/content/365/6455/821 https://www.nature.com/articles/s41467-019-12342-y
4. AI jako nástroj pro lékařské zobrazování a diagnostiku	
Hyperspektrální zobrazení (HyperSpectral Imaging)	Technologie představuje vysoce výkonný analytický zobrazovací nástroj založený na detekci prostorových a spektrálních informací uložených v rámci jednoho souboru dat. Přednosti hyperspektrálního zobrazení spočívají ve schopnosti určit chemické složení vzorku na základě charakteristických spektrálních vlastností pozorovaného objektu. Významnou aplikaci technologie lze očekávat v lékařských vědách, hodnocení

	kvality potravin, těžbě, recyklaci, bezpečnosti apod. Technologie je stále ve fázi vývoje. https://www.nature.com/articles/s41524-019-0148-5 https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaaw3108
5. Prediktivní činnosti	
Prediktivní strojová vize (Predictive Machine Vision)	Cílem technologie pro učení aplikací AI predikovat lidské chování v určitých situacích na základě široké databáze videoklipů s inkriminovaným chováním. Očekává se, že technologie bude aplikovaná v robotice a umožní robotům lepší orientaci v lidském prostředí a lepší interakci mezi roboty a lidmi na základě pohybu a chování lidského těla. Aplikace technologie může být v různých oborech, od výroby až k obchodním službám. https://www.nature.com/articles/s41598-019-45268-y https://www.nature.com/articles/s41598-019-49506-1
Mnohem rychlejší hluboké učení (Much Faster Deep Learning)	Hluboké učení je technologie založená na strojovém učení s významným potenciálem aplikace v mnoha oborech. Pro vývoj technologie se využívají speciální algoritmy pro analýzu velkého množství textových dat, obrázků, videí, audio souborů apod. Systém je naprogramoval tak, aby se učil sám. Konceptně není technologie nová, v poslední době se ale významně zvýšil výpočetní výkon a objem dat, která jsou k dispozici pro trénování technologie. Z praktického hlediska technologie umožní automatizovat čím dál více lidských činností, včetně psaní softwaru. https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaaw4967 https://www.nature.com/articles/s41377-019-0192-4
Průběžné učení (Continuous Learning)	Technologie vycházející z technologie hlubokého učení (které se stále soustředí na trénink specifických úkolů a vzorců chování). Cílem technologie průběžného učení je vytvořit algoritmy pro více autonomní a postupné budování rozvoje dovedností AI a cílem eliminovat sekvenci kroků využívaných v rámci technologie strojového a hlubokého učení (shromáždění dat, určení cíle analýzy, nasazení vhodného algoritmu). https://www.nature.com/articles/s41534-019-0193-4 https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaav6490
6. Konvergence AI a dalších technologií a personalizace AI	
Virtuální asistenti (Virtual Assistants)	Digitální virtuální asistenti (Siri, Alexa, Tiān Mǎo) a jejich prediktivní funkce pracují na bázi sémantického zpracování jazyka a analýzy velkých dat. Asistenti stále častěji spolupracují s dalšími aplikacemi a současným cílem technologie je vývoj infrastruktury pro virtuální asistenty pro pochopení lidského chování, zvyků a preferencí a pro předvídání lidských potřeb. Aplikace technologie je velmi široká, od zvýšení uživatelského komfortu po využití technologie bezpečnostními složkami. https://www.nature.com/articles/s41582-019-0188-y https://www.nature.com/articles/d41586-019-02873-1
Hybridní vidění člověka a počítače (Hybrid Human-Computer Vision)	Nová technologie využívající rozhraní člověk-stroj, a která, kombinuje technologii počítačového vidění s lidským zrakem. Technologie a umožňuje člověku vidět a rychle kategorizovat objekty v jeho zorném poli. Aplikace se nejprve očekává zejména u bezpečnostních složek. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1138-y https://science.sciencemag.org/content/364/6446/eaat8414
Generativní síť AI (AI Generative Network)	Technologie kombinuje systémy hlubokého učení složené ze dvou konkurenčních neuronových sítí, které pro trénink využívají stejnou sadu dat. První systém analyzuje data, druhý systém porovnává vygenerované výsledky s výsledky, které vytvořili lidé. Na základě úsudku druhého systému se prvním, který následně vylepšuje proces analýzy dat. Proces se cyklicky opakuje do doby, než první systém automaticky nevytváří výsledky, které odpovídají lidmi dodaným výsledkům. Cílem technologie je vyřešení problému s existujícími syntetickými daty, která mohou ovlivňovat chování systémů a aplikací založených na bázi umělé inteligence. Technologie umožňuje systémům AI pracovat se

	surovými daty ze skutečného světa, která nebyla systémem vyčištěna a bez přímého (kontinuálního) dohledu lidského programátora. https://www.nature.com/articles/s41534-019-0193-4 https://www.nature.com/articles/s41598-019-49397-2
Autoregresivní kvantilní sítě (Autoregressive Quantile Networks)	Autoregresivní kvantilní sítě pro generativní modelování představují inovativní technologii k vývoji algoritmů a k vyřešení jejich dlouhodobé stability v aplikacích AI. Aplikace technologie by mohla urychlit tempo vývoje v AI a a jejích dalších aplikacích. https://www.nature.com/articles/s41467-019-09230-w https://www.nature.com/articles/s41598-018-36777-3
Chatbots (Chatbots)	Technologie představuje aplikace, které mohou komunikovat s lidmi v reálném čase, a to prostřednictvím psaného textu nebo audio zvuku. Některé chatboty jsou samostatné aplikace. Jiné jsou integrovány do jiných aplikací (sociálních platforem, větších IT ekosystémů). Chatboty jsou využívány pro asistenci s konkrétními úkoly (nákupní objednávky, předpovědi počasí), stále více je vyvíjen rozsah jejich možných využití. Chatboty se budou výhledově uplatňovat v oblasti bankovníctví, telekomunikace, zdravotnictví a zábavy. https://www.nature.com/articles/d41586-018-07505-8 https://smartercx.com/the-voice-assistant-comes-of-age-chatbots-and-ai-drive-cx-solutions/
Bezdotykové rozpoznávání gest (Touchless gesture recognition)	Bezdotykové rozpoznávání je technologie, která umožní lidem interagovat s elektronickými zařízeními a gadgety pomocí gest prováděných mimo dotykový displej. Technologie využívá sonarový systém pro vysílání ultrazvukových signálů, které jsou odraženy tělem uživatele a následně zachyceny mikrofony a interpretovány algoritmy uvnitř zařízení. Bezdotykové rozhraní by mohlo zlepšit i profesionální zařízení, jako je lékařské nebo vojenské vybavení. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/gesture-recognition-changing-the-way-humans-interact-with-devices-industry https://emerj.com/ai-sector-overviews/artificial-intelligence-in-gestural-interfaces/

Příloha 6: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Mikro- a Nanoelektroniku

1. Pokročilé displeje	
MiniLED/ MicroLED/ NanoLED (MicroLED display)	Technologie MicroLED umožňuje produkci displejů s velmi vysokým jasnem, vysokým kontrastním poměrem, širokým barevným gamutem, s velmi rychlou odezvou, nízkou energetickou náročností, vysokou flexibilitou a vysokým stupněm průhlednosti. Očekávaná aplikace technologie je v automobilovém průmyslu, přístrojích pro virtuální realitu, nositelné elektronice, domácích aplikacích atd. https://advances.sciencemag.org/content/5/11/eaay0418 https://www.nature.com/articles/d42473-019-00225-1
Technologie Quantum Dot (Quantum Dot)	Technologie Quantum Dot může vylepšit charakteristiky současných LCD displejů tím, že umožňuje vyšší jas (4000 cd/m² a vyšší) a výrazné zvýšení barevného gamutu. To může přiblížit výkon LCD obrazovek k technologii OLED a dokonce jej může v některých charakteristikách předčít. Vyvíjena je i technologie Quantum Dot pro OLED displeje, která by měla zjednodušit strukturu displeje a tím i proces výroby. Tento proces však vyžaduje vysoce efektivní modré OLED materiály s dlouhou životností. https://www.nature.com/articles/d42473-019-00297-z https://advances.sciencemag.org/content/5/10/eaav3140
Flexibilní displej (Flexible display)	Technologie umožňuje výrobu tenkého lehkého displeje s větší velikostí, a v menším tvarovém faktoru za využití ultra tenkého polarizátoru. Výsledkem je flexibilní a odolný displej (lze složit a rozložit více než 100000x). Krycí sklo displeje je nahrazeno flexibilním polymerním krycím filmem. Pokračovat bude vývoj výrobních technologických procesů, použitých materiálů, které budou vhodné pro masovou výrobu. https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaaw1160 https://www.nature.com/articles/d42473-019-00297-z
Holografický displej (Holographic display)	Displej se schopností zobrazovat hologramy. Technologie funguje na principu více vrstev LCD se směrovým podsvícením. Technologie umožňuje vidět zobrazené objekty každým okem s mírným posunem, což lidský mozek vyhodnotí jako 3D obraz vystupující nad displej. 3D obraz lze navíc zaznamenávat, a to díky duálním fotoaparátům vpředu i vzadu. Očekává se teprve další vývoj technologie. https://www.nature.com/articles/s41467-019-09126-9 https://www.nature.com/articles/s41598-018-38326-4
2. Bezdrátové nabíjení	
Bezdrátové nabíjení na dlouhé vzdálenosti (Long Range Wireless Charging)	Technologie, která umožňuje zvýšení nabíjecího dosahu zařízení snížením velikosti přijímačů a přidáním výkonnějších bezdrátových magnetických indukčních vysílačů. Elektrický proud je přenášen mezi dvěma objekty pomocí cívek určených k indukci elektromagnetického pole při zachování bezpečného, nepřetržitého a spolehlivého přenosu energie. Bezdrátové nabíjení již bylo implementováno pro přenosná zařízení, i když v současné době má omezení týkající se vzdálenosti. Očekává se, že bezdrátové nabíjení na dlouhé vzdálenosti ovlivní jak konstrukci a funkci ručních zařízení, tak i nositelné technologie, protože umožní volně držet a používat spotřebiče i během nabíjení. https://science.sciencemag.org/content/365/6455/803 https://www.nature.com/articles/s41528-018-0045-x
Induktivní bezdrátové nabíjení (Inductive wireless)	Technologie pro přenos elektrické energie, který umožní nabíjení baterií v automobilech pomocí vytvoření střídavého elektromagnetického pole s indukční cívkou ve vozidle. Systém lze využít k nabíjení zaparkovaných vozidel i pohyblivých vozidel pomocí elektrifikovaných silnic.

charging)	https://www.nature.com/articles/s41586-019-1293-1 https://www.nature.com/articles/s41467-019-08559-6
3. Nová generace ukládání dat	
Přímo připojené úložiště (Direct-Attached Storage)	Technologie přímo připojeného úložiště (DAS) představuje základní a jednoduchou architekturu, která umožní řadu funkcí pro přístup k uloženým datům a informacím. Jakýkoli počítač nebo notebook může přímo přistupovat ke svému vlastnímu DAS nebo získat přístup k informacím uloženým na DAS přímo připojeným k úložným serverům prostřednictvím sítě. DAS je výhodná pro její nízké náklady. https://robotics.sciencemag.org/content/4/33/eaax7020 https://science.sciencemag.org/content/365/6449/155
Síťové úložiště (Net-Attached Storage)	Technologie pro síťově připojené úložiště (NAS) bude pravděpodobně rychle posilovat, a to díky snadnému používání síťové infrastruktury a spolehlivým funkcím (automatizované zálohování dat, více úložného prostoru a ekonomické stanovení cen). Očekává se, že růst technologie bude dále poháněn zvýšenou potřebou pro přístup k informacím z jediného připojeného zařízení pro více uživatelů prostřednictvím autentizované sítě. https://advances.sciencemag.org/content/5/1/eaav3294 https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaaw1160
4. Brain-computer interface	
Systémy pro převod řeči (Spelling systems)	Technologie určené pro zjednodušení komunikace lidí s okolím v případě poruchy schopnosti řeči. V současnosti nejpokročilejší systémy používají jako prostředek pro převod řeči ustálený zrakový evokovaný potenciál, který se zprostředkovává propojením mozkových signálů a počítače skrze EEG snímače. Ustáleným zrakovým potenciálem vybere pacient požadovaný čtverec se skupinou symbolů. Tento proces se opakuje až do doby, kdy je vybráno určité písmeno či znak z daného čtverce. Tato technologie nahrazuje jednoduchou slovní komunikaci. https://www.nature.com/articles/s41467-019-10994-4 https://www.nature.com/articles/s41586-019-1119-1
Virtuální končetina (virtual limb)	Jedna z aplikací Brain-computer interface pro náhradu hybnosti poškozené končetiny, je tzv. virtuální končetina. Technologie umožňuje grafickou vizualizaci dlaně a s mozkiem člověka je propojena pomocí snímače EEG signálů. Pacient si představuje pohyb končetinou, snímač vyhodnotí elektrické signály z mozku, technologie vizualizuje daný pohyb končetiny. https://www.nature.com/articles/s41586-019-1687-0 https://www.nature.com/articles/s41598-019-45397-4
Neuroprotetické náhrady (Neuroprotetic Prostheses)	Technologie umožňující propojení lidského nervového systému s počítačem pro efektivní kontrolu pohybu umělých končetin a obnovu ztracené smyslové funkce. Umělé zařízení komunikuje přímo s nervovým systémem pomocí implantovaného čipu nebo externí helmy. Přímé spojení mezi neuroprotetickou náhradou a nervovým systémem umožňuje rozšíření funkčních aplikací protetiky. Pomocí technologie strojového učení je tato technologie vyškolená k dekódování daných neurálních vzorů, které představují specifické příkazy pro pohyb protetiky. Zařízení se učí reagovat na signály mozku tak, aby poskytovalo uzavřenou kooperativní zpětnou vazbu pro pacienta a postupně zlepšovalo své kognitivní a fyziologické funkce. https://stm.sciencemag.org/content/11/503/eaaw5858 https://advances.sciencemag.org/content/5/10/eaax4961
5. Flexibilní a nositelná elektronika	
Flexibilní elektronika v biomedicínských	Technologie využívající tiskové procesy, které umožňují vyrábět elektronický hardware s vhodnými technickými vlastnostmi – měkkost, lehkost a přizpůsobivost lidskému tělu. Tisk umožní vyrábět i jednorázové senzory a e-textil. Využití elektronických součástek, jako

aplikacích (Flexible Electronics in Biomedical Applications)	jsou antény, elektrody, teplotní senzory a tlakové senzory implantované na lidském těle na vhodných biokompatibilních materiálech, jako je termoplastický polyuretan (TPU), umožňuje nepřetržité monitorování tělesných funkcí. Zařízení se mohou integrovat s kůží fyzicky nepostřehnutelným způsobem. Technologii odpovídá i materiálový výzkum, který vytváří materiály, které mají fyzikální vlastnosti lidské kůže. https://www.nature.com/articles/s41928-019-0292-4 https://www.nature.com/articles/s41551-018-0336-5
Epidermální augmentační zařízení (Radiofrequency Finger Augmented Devices)	Technologie kombinuje pokročilou flexibilní elektroniku s bezdrátovou komunikací založenou na pasivním zpětném rozptylu. Cílem je přeměna lidských prstů na smyslová rozhraní, jejichž funkcí je obnovení ztracených periférií zajišťujících citlivost u lidí postižených hypoestézií. Další vývoj představují plně funkční R-FADy, koncipované jako pomocná zařízení, která budou poskytovat uživatelům zpětnou vazbu o okolních podmínkách (teplota, vlhkost apod.). https://advances.sciencemag.org/content/5/7/eaaw1297 https://www.nature.com/articles/s41598-019-45007-3

Příloha 7: Potenciálně významné technologie a aplikační oblasti pro Fotoniku

1. Kvantová optika	
Kvantové počítače (Quantum Computing)	Technologie představuje počítač využívající k zápisu informace kvantové mechanické vlastnosti částic (spin elektronů nebo atomových jader). Kvantový počítač nese současně informaci o všech možných hodnotách spinu a tím provádí paralelně výpočet všech možností, které mohou nastat. Výpočet je mnohonásobně efektivnější než u klasického počítače. Základní jednotka informace se nazývá qubit (kvantový bit). V současnosti je technologie ve stádiu ověřování základních principů. Současné konvenční superpočítače simulují kvantový počítač a analyzují doprovodné kvantové algoritmy. Současné kvantové počítače mohou interferovat s elektromagnetickým zářením nebo dalšími vlivy životního prostředí, což ovlivňuje spolehlivost výpočtu. https://science.sciencemag.org/content/365/6460/1364 https://advances.sciencemag.org/content/5/10/eaaw9918
Kvantové senzory (Quantum sensors)	Kvantové senzory využívají principů interakce fotonů dopadajících na senzory. Fotony způsobují změnu konduktivity fotorezistoru a pohyb uvolněných nosičů náboje k elektrodám. https://www.nature.com/articles/s41377-019-0182-6 https://www.nature.com/articles/s41598-019-55097-8
Technologie Kvantové tečky (Quantum Dot)	Technologie Quantum Dot může vylepšit charakteristiky současných LCD displejů tím, že umožňuje vyšší jas (4000 cd/m² a vyšší) a výrazné zvýšení barevného gamutu. To může přiblížit výkon LCD obrazovek k technologii OLED a dokonce jej může v některých charakteristikách předčít. Vyvíjena je i technologie Quantum Dot pro OLED displeje, která by měla zjednodušit strukturu displeje a tím i proces výroby. Tento proces však vyžaduje vysoce efektivní modré OLED materiály s dlouhou životností. https://www.nature.com/articles/d42473-019-00297-z https://advances.sciencemag.org/content/5/10/eaav3140
Kvantová kryptografie (Quantum cryptography)	Kvantová kryptografie aplikuje principy kvantové mechaniky k vykonávání bezpečných kryptografických operací. Nejrozšířenější je kvantová distribuce klíčů (QKD). Základním stavebním blokem jsou metody kvantové komunikace, kdy je vždy možné detekovat, zda byla kvantová částice pozorována či nikoliv. https://www.nature.com/articles/s42005-019-0238-1 https://www.nature.com/articles/s41534-019-0133-3 https://www.nature.com/articles/s41534-019-0164-9
2. Transfer a uchovávání dat	
Nová optická datová úložiště (Optical data storage)	Optická datová úložiště (např. 5D úložiště krystalů) jsou dalším krokem ve vývoji velkokapacitních odolných úložišť, která umožní rychlé zapisování rostoucího objemu dat za pomoci laserů. https://www.nature.com/articles/s41578-018-0076-x
Laserová komunikace a přenos dat (Laser Communication)	Laserová komunikace umožňuje přenos velkých objemů dat na velké vzdálenosti, a to velmi rychle a je vhodná zejména pro přenos dat v meziplanetárním prostoru či z dálkového průzkumu Země. Technologie směřuje k širšímu komerčnímu využití za využití různých konceptů. Technologie směřuje k vytvoření sítě pro dostupný internet na nejvzdálenějších místech planety (vytvořením tzv. fiber-in-the-sky). Pro meziplanetární komunikaci je dále vyvíjen systém pokročilých laserů (Deep Space Optical Communication), který se snaží přiblížit možnost komunikace např. z orbity Marsu téměř v reálném čase. https://www.nature.com/articles/s41598-019-39304-0 https://www.nature.com/articles/s41598-019-51496-z

3. Zobrazovací technologie a metrologie	
Pokročilé displeje	Více viz Příloha 2: MicroLED, Flexibilní displej, Holografický displej
Spektroskopické zobrazování (Spectroscopic Imaging)	Technologie pro identifikaci materiálů prostřednictvím jejich charakteristických optických či chemických vlastností. Technologie umožní vizualizovat změnu složení a charakteristik materiálu způsobenou například kontaminací, přítomností viru apod., Technologie má obrovský aplikační potenciál (koncentrace znečištění, zralost ovoce, lékařské zobrazování apod.). Technologie umožní zaznamenat digitální obraz zobrazovaného předmětu. https://www.electronicweekly.com/news/business/imec-shortwave-ir-imaging-camera-2018-02/ https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaaw7794
Optické biosenzory (Optical biosensors)	Optické biosenzory umožňují přímou detekci mnoha biologických a chemických látek v jejich okolí v reálném čase. Mezi jejich výhody patří vysoká citlivost, malá velikost a nákladová efektivita. Při implementaci nových optických biosenzorů se používá více pokročilých konceptů a vysoce multidisciplinárních přístupů, včetně mikroelektroniky, mikroelektromechanických systémů, mikro- a nanotechnologií, molekulární biologie, biotechnologie a chemie. Výzkum a technologický vývoj optických biosenzorů zaznamenal v posledním desetiletí exponenciální růst a byl zaměřen především na jejich aplikaci v oblasti zdravotnictví, životního prostředí a biotechnologického průmyslu. Biosenzory lze rozdělit do různých skupin v závislosti na metodě přenosu signálu (optický, elektrochemický, termometrický, piezoelektrický nebo magnetický). https://www.nature.com/articles/s41467-019-11583-1 https://www.nature.com/articles/s41598-018-23785-6
4. Produkční technologie	
Spintronika (Spintronics)	Spintronika je technologie využívající spinu elektronů, která nabývá pouze diskretních hodnot, k uchovávání, přenosu a zpracování informace. Při efektivní aplikaci této technologie může dojít k výrobě velmi kompaktní a výkonné konstrukci elektronických obvodů. Základní problém technologie, který se v současnosti řeší, spočívá v přenosu signálu z běžného rozhraní na úroveň spinu elektronu a zpět. https://advances.sciencemag.org/content/5/9/eaax8467 https://science.sciencemag.org/content/366/6464/509
Holografický 3D tisk (Holographic 3D Printing)	Technologie používá jako prostředek k 3D tiskovým objektům hologramové 3D obrazy promítané do fotocitlivé pryskyřice. Na rozdíl od běžného 3D tisku tato technika vytiskne objekty najednou, nikoli vrstvu po vrstvě, přičemž trvá jen několik sekund namísto hodin. Předchozí verze technologií 3D tisku na bázi světla obecně používaly lasery k tomu, aby pryskyřice po jednotlivých vrstvách vytvrdla v definovaném vzoru postupně. Nová technologie využívá jako prostředku pro definování konečného tvaru 3D světelných projekcí pro zrychlení a plné 3D zpracování. https://advances.sciencemag.org/content/4/8/eaat1659 https://science.sciencemag.org/content/366/6461/105
Fotoluminiscenční nanomateriály (Photoluminescence materials)	Fluorescenční nanomateriály mají velký potenciál k využití pro efektivní fluorescenční sondy a optické biosenzory. https://www.nature.com/articles/s41598-019-50242-9 https://www.nature.com/articles/s41598-019-50242-9

Příloha 8: Potenciálně významné trendy v oblasti Zabezpečení a konektivity

1. Nárůst počtu a efektivity kybernetických útoků	
Vzrůstající počet krádeží dat a manipulace s nimi (Data Theft Becomes Data Manipulation)	Očekává se vznik nových druhů kybernetických útoků s cílem získání osobních dat a s jejich následnou manipulací s cílem dlouhodobého poškození dotčených subjektů (ztráta integrity dat, ztráta partnerů či zákazníků). Cílem útoku budou jak veřejné subjekty, tak soukromé firmy. https://securitybrief.co.nz/story/cyberattacks-becoming-increasingly-targeted-in-nature-research-finds https://www.nature.com/articles/s41746-019-0161-6
Cílení útoků na spotřební zařízení (Consumer Device Targeting)	Díky rozšíření technologie internetu věcí se velmi rozšíří počet cílů potenciálních kybernetických útoků. Cílem je získání dat o uživateli objektů připojených na internet věcí, případně peněžní zisk útočníků (poplatek za zpřístupnění/odemčení napadeného objektu na internetu věcí). https://www.nature.com/articles/s41746-019-0082-4 https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3339252.3340339
Biometrický malware (Biometric Malware)	Vznik nového škodlivého softwaru zaměřeného na biometrické ověřování. Tento nástroj je schopen odstranit fotografie ze sociálních médií a použít je k zahájení sofistikovaných phishingových útoků. https://carnegieendowment.org/2019/08/28/new-tech-new-threats-and-new-governance-challenges-opportunity-to-craft-smarter-responses-pub-79736 http://cybersciencelab.org/research/cyber-threat-intelligence-analytics/
Útoky na kritickou infrastrukturu (Critical Infrastructure Targets)	Nárůst počtu kybernetických útoků na kritickou infrastrukturu a zařízení po celém světě. Hackeři budou moci deaktivovat přehrady, elektrárny a semaforey a další prvky kritické infrastruktury. https://www.themandarin.com.au/111660-critical-infrastructure-at-risk-from-gaping-holes-in-control-systems-warns-cybersecurity-firm/ https://infosecadmin.wixsite.com/infosecmonitor/post/critical-infrastructure-protection-an-open-source-intelligence-approach
Větší zranitelnost aplikací s otevřeným zdrojovým kódem (Open Source App Vulnerabilities)	Vznikají nové formy malwaru, který je schopen infikovat software postavený na otevřeném zdrojovém kódu (OpenSSL, Heartbleed, OpenAI Gym atd.). Otevírá se tak nový prostor pro kybernetickou kriminalitu, která zneužívá zranitelnosti aplikací a softwaru s otevřeným zdrojovým kódem. Vzhledem k tomu, že ekosystém AI dynamicky roste a zahrnuje stále více otevřeného zdrojového kódu a dalších komunitních nástrojů, bude obzvláště důležité zvýšit bezpečnostní kontrolu nástrojů využívajících otevřeného zdrojového kódu. https://www.nature.com/articles/d41586-019-02549-w https://www.sciencemag.org/news/2019/08/cryptographers-scramble-protect-internet-hackers-quantum-computers
Rozvoj aktivit na darknetu a rozvoj potenciálu kryptoměn (Proliferation of Darknets and Cryptocurrencies)	Darknet - skrytá část Internetu, která není indexována standardními vyhledávači - zaručuje anonymitu pro často nezákonné činnosti (nákup a prodej drog a zbraní, malware, hacknutá osobní data). S rozvoje darknetu je spojen rozvoj kryptoměn, které představují hlavní transakční nástroj pro obchody na darknetu, jelikož jsou šifrovány a téměř znemožňují sledování transakcí. S rozvojem kryptoměn (nejen Bitcoinu) budou pravděpodobně posilovat aktivity na darknetu. Lze očekávat snahu o větší regulaci a legislativní zajištění přístupu a aktivity na darknetu ze strany veřejného sektoru. https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2019/09/the-truth-about-the-dark-web-kumar.htm https://www.forbes.com/sites/billybambrough/2019/10/18/serious-dark-web-warning-

	issued-after-tor-browser-users-have-bitcoin-stolen/#352108f941b6
Zvýšená intenzita DDoS útoků (DDoS Attacks)	K útoku DDoS (Distributed Denial of Service Attack) dochází, když hackeři pošlou vysoký počet požadavků na jednotlivé servery, což způsobí velké zpomalení celé sítě. V posledních několika letech počet útoků DDoS velmi zintenzivnil a zvyšuje se i délka jejich trvání (útoky trvají až desítky dní). Polovina světových útoků má původ v Číně. Hackeři používají sofistikovanější nástroje, což znamená, že budoucí útoky budou mít větší rozsah a mohou mít větší geografický dopad. https://techcrunch.com/2019/09/07/wikipedia-blames-malicious-ddos-attack-after-site-goes-down-across-europe-middle-east/?guccounter=1&guce_referrer_us=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlmNvbS8&guce_referrer_cs=4yvf-QQhwPaKjLtx6IHoyA https://ieeexplore.ieee.org/document/8768551
2. Zvyšování bezpečnosti digitálních služeb a infrastruktury	
Pojištění kybernetického rizika (Cyber Risk Insurance)	Na trh začnou vstupovat nové formy pojištění, které mají podnikům pomoci před hackery. Pojistitelé nabídnou nejen ochranu krádeží základních informací, ale také ochranu před poškozením reputace, ztrátou operační kapacity a náklady na upgrade poškozeného systému. https://www.fdd.org/analysis/2019/09/11/cyber-insurance/ https://science.sciencemag.org/content/366/6469/1066.summary
AI obrana proti hackování (AI-Powered Automated Hacking)	Díky pokroku v oblasti umělé inteligence je jedním z hlavních trendů v zabezpečení vytváření software pro automatizované hackování (software, který je vytvořen pro hackerství lidských hackerů). Cílem je vytvoření počítačových systémů schopných porazit hackery. Inteligentní automatizované systémy mohou zkrátit dobu odezvy na hackerský útok (v řádu sekund) a autonomně vyvinout opravy systémových chyb. Očekává se, že budou vznikat pokročilé učící se algoritmy pro autonomní detekci a opravu hackerských útoků. https://www.globalsign.com/en/blog/new-tool-for-hackers-ai-cybersecurity/ https://emerj.com/ai-sector-overviews/artificial-intelligence-for-atms-6-current-applications/
Globální pakty o kybernetické bezpečnosti (Global Cybersecurity Pacts)	Koncem roku 2018 podepsalo více než 50 zemí a více než 200 nejvýznamnějších technologických společností mezinárodní dohodu o zásadách kybernetické bezpečnosti. Signatáři dohody se zavázali ukončit nebezpečné a nepředvídatelné aktivity v kyberprostoru. Přestože je dohoda nezávazná, šlo o první pokus vyvinout normy a standardy pro chování států a velkých společností v kyberprostoru. Mezi signatáři signatářů chybí Rusko, Čína, Severní Korea, Izrael a Spojené státy americké. Lze očekávat další prohlubování a rozšiřování této dohody. https://defence.nridigital.com/global_defence_technology_mar19/international_collaboration_on_cybersecurity_the_paris_call_and_beyond https://www.grain.org/system/articles/pdfs/000/006/371/original/GISW%20Artificial%20Intelligence%20full%20publication.pdf?1575289297
Trvalý zvukový dohled (Persistent Audio Surveillance)	Díky nové technologii inteligentních mikrofónů a reproduktorů a lepším algoritmům strojového učení mohou být veřejné prostory konstantně odposlouchávány. Čína již zavedla nové sítě mikrofónů a reproduktorů, které odposlouchávají konverzace a algoritmy AI je upravují tak, aby dávaly významový smysl. V minulém roce byla patentována technologie, která umí odposlouchat interakce mezi hosty obchodu a personálem a ostatní zvuky v obchodě. Veškerá data lze následně využít k analýze spotřebního chování zákazníků. https://www.nature.com/articles/d41586-019-01704-7 https://carnegieendowment.org/2019/09/17/global-expansion-of-ai-surveillance-pub-79847

3. Integrované služby poskytované elektronickou veřejnou správou	
Výchozí nastavení digitálních služeb (Digital-by-Default Services)	Poskytování veřejných služeb prostřednictvím integrovaného digitálního kanálu s jednotným nastavením poskytovaných služeb (např. e-Social Security, e-Health information system apod.) umožní uživatelů s nižší digitální gramotností využívat digitálních služeb v plném rozsahu za minimální asistence podpůrných nástrojů. https://www.digitalmarketplace.service.gov.uk/g-cloud/services/141519453533620 https://www.computerweekly.com/opinion/eIDAS-and-EUs-mission-to-create-a-truly-portable-identity
Digitální dovednosti (Digital Skills)	Vytváření a revize nástrojů podpory digitálních dovedností široké veřejnosti pro posílení schopnosti poskytovatelů digitálních služeb a jejich klientů. Budování kapacit pro poskytování digitálních služeb ve veřejné správě a vytváření vhodné veřejné infrastruktury pro podpůrný digitální ekosystém. https://www.weforum.org/agenda/2019/03/the-digital-skills-gap-is-widening-fast-heres-how-to-bridge-it/ https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/public-services-egovernment
End-to-End služby (End-to-end Services)	Transformace stávajících veřejných služeb na transakční end-to-end služby, které nevyžadují fyzický kontakt. Nutné je zajištění interoperability a sdílení dat mezi jednotlivými systémy, které jsou využívány veřejnou správou a zajištění dostatečné kybernetické bezpečnosti. http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/608706/EPRS_BRI(2017)608706_EN.pdf https://www.capgemini.com/news/egovernment-benchmark-2019/
4. Otevřená veřejná data	
Otevřená primární data (Open Data-by-Default)	Veřejné informace spravované veřejnými subjekty by měly být ve výchozím nastavení veřejně přístupné, aby bylo možné je znovu použít. Výjimku představují pouze citlivé a utajované informace a data ovlivněné zvláštními zákony, jako jsou osobní informace, dokumenty podléhající duševnímu vlastnictví nebo údaje, které porušují veřejnou bezpečnost. https://sunlightfoundation.com/2017/05/16/open-data-by-default-challenging-but-worth-it/ https://www.discoverpassenger.com/2018/01/31/open-data-default/
Veřejná služba založená na využití dat (Data Driven Culture)	Přesun od veřejné správy založené na tradičním managementu k data-driven managementu veřejné správy, které při úplné adaptaci vede ke vzniku data-driven kultury. Tedy kultury, která lépe pracuje s daty a efektivněji využívá nejen datových skladů, ale i ostatních datových platform. V rámci veřejné správy je možná integrace využívání dat pro strategické rozhodování, formulaci politiky, monitorování a neustálé zlepšování kvality veřejných služeb. https://www.forbes.com/sites/brentdykes/2017/10/26/creating-a-data-driven-culture-why-leading-by-example-is-essential/#135fc3ee6737 https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/building-an-innovative-data-driven-culture-an-interview-with-shoprunner-ceo-sam-yagan
5. Podpora elektronického participativního rozhodování	
Spoluvytváření veřejných služeb (Co-creation of Services)	Zapojení a úzká spolupráce s veřejností, neziskovými organizacemi i podnikatelským sektorem při navrhování a implementaci nových digitálních služeb poskytovaných veřejnou správou. https://www.ibm.com/industries/government/digital-transformation https://ec.europa.eu/futurium/en/egovernment4eu/co-creation-egovernment-services-citizens-and-businesses-1
Elektronická účast	Účelem participace je dát občanům a nevládním organizacím příležitost podílet se na

(E-Participation)	přijímání rozhodnutí, která se týkají veřejných záležitostí. E-participace představuje prostředek a možnost, jak to dělat s pomocí informačních technologií. E-participace je důležitou výzvou pro orgány veřejnou správu a prvkem, který může pomoci výrazně zvýšit transparentnost veřejné správy a účast veřejnosti na organizování veřejného života. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563217307112 https://publicadministration.un.org/en/eparticipation
-------------------	--

Příloha 9: Klíčová slova pro jednotlivé KETs získané textovou analýzou abstraktů patentů z EPO

Umělá inteligence				
Machine Learning	Personal Data	Credit Card	Search Engine	People Different
Deep Learning	Real Time	Data Sharing	Connected Device	Number People
Artificial Intelligence	Computer Vision	Speech Recognition	Digital Assistant	Product Service
Natural Language	Data Set	Cloud Computing	Creating New	New Type
Social Medium	Personal Information	Open Source	Law Enforcement	One Example
Neural Network	Decision Making	Artificial Neural	Facial Recognition	Make Possible
Language Processing	Self Driving	IoT Device	Big Data	Machine Vision
Sensitive Data	Programming Language	Learning Model	Processing Unit	Image Video
Real World	Deep Neural	Learning Algorithm	Sensitive Information	Third Party
Public Service	Augmented Reality	Large Scale	Detection Tool	Sensor Data

Mikro- a nano elektronika				
3D Printing	Electronic Engineering	Logic Gates	Optical Networks And Systems	Semiconductors
Ambient Intelligence	Embedded Systems And Real Time Systems	Magnetic and Superconductory	Packaging	Silicon
Automotives	Healthcare	Material Physics	Performance Evaluation	Smart Cards and Access Systems
Building Automation	Heterogeneous Integration	Micro and Nanotechnologies	Peripherals Technologies	Smart Parking
Complex Adaptive Systems	High Frequency Technology	Microelectronics	Photovoltaic Cells	Social Networks
Complexity Modelling	Human Healthcare	Molecular Electronics	Polymer Electronics	Strain Engineering
Connected Vehicles	Integral Systems	Nanobiotechnology	Printed Circuits And Integrated Circuits	Sustainable Energy
Digital Divide	Integrated Circuit Packaging	Nanoelectronics	Quality of Life	Transistors
Dynamic Charging Stations	Integrated Circuit Technology	Nanotechnologies	Quantum Informatics	Urban Healthcare
Dynamic Resource Allocation	Intelligent Transportation	Off-Grid Buildings	Scaling	Urban Mobility

Fotonika				
Light Emitting	Power Supply	Refractive Index	Light Emitted	Laser Device
Light Source	Lamp Holder	Optical Waveguide	Laser Beam	Lamp Tube
Led Lamp	Lighting Device	Emitting Layer	Light Guiding	Display Panel
Optical Fiber	Heat Dissipation	Emitting Element	Control Circuit	Remote Control
Light Guide	Organic Light	Optical Element	Thin Film	Led Module
Led Light	Emitting Device	Lamp Shell	Lamp Lamp	Power Source
Lamp Body	Guide Plate	Energy Saving	Surface Light	Output End
Emitting Diode	Light Beam	Semiconductor Laser	Liquid Crystal	Constant Current

Street Lamp	Quantum Dot	Illuminating Lamp	Fiber Laser	Lamp Base
Display Device	Circuit Board	Device Light	Lamp Bead	Electrically Connected

Pokročilé výrobní technologie				
3d Printing	Graphene Quantum	Electric Current	Building Block	Human Body
Self Healing	Take Advantage	Capable Self	Self Assembly	Third Party
Machine Interface	Self Assembling	Stem Cell	Fiber Optic	Brain Computer
Carbon Nanotube	Next Generation	Human Tissue	Natural Language	Nitrous Oxide
Supply Chain	Millimeter Wave	Le Energy	Wi Fi	Memory Polymer
Molten Salt	Wide Range	Work Together	Wireless Charging	Electronic Component
Quantum Dot	Electronic Device	3d Object	Data Processing	Cleaning Material
Artificial Intelligence	Electronic Circuit	One Day	Additive Manufacturing	Synthetic Polymer
Human Machine	Self Cleaning	Dust Particle	Low Cost	Medical Implant
Internet Thing	Cellulose Nanofiber	Energy Efficient	Physical Property	Actual Data

Pokročilé materiály				
Composite Material	Material Prepared	Material High	Coupling Agent	Service Life
Flame Retardant	Following Step	Rare Earth	Resin Part	Oxide Part
Carbon Fiber	Silicon Carbide	Epoxy Resin	Low Temperature	Zinc Oxide
Raw Material	Thin Film	Magnesium Alloy	Corrosion Resistance	Temperature Resistant
High Strength	Environment Friendly	Fiber Friction	Carbon Black	Master Batch
High Temperature	Part Weight	Carbide Carbon	Prepared Weight	Following Component
Aluminum Alloy	Polyvinyl Alcohol	Mechanical Property	Anti Aging	Calcium Carbonate
Agent Part	Alloy Material	Rubber Part	Belongs Field	Low Cost
Friction Material	Glass Fiber	Powder Part	Cable Material	Molecular Weight
Weight Part	Temperature Deg	Polyvinyl Chloride	Boron Carbide	Polylactic Acid

Nanotechnologie				
Quantum Dot	Mixed Solution	Mem Device	Nano Structure	Temperature Deg
Carbon Nanotube	Micro Nano	Raw Material	Surface Area	Shell Structure
Composite Material	Nano Particle	Nano Composite	Silicon Dioxide	Hydrothermal Reaction
Nano Material	Titanium Dioxide	Carbon Quantum	Specific Surface	Carbon Dot
Electrode Material	Nanometer Material	Three Dimensional	Oxide Nano	Large Scale
Ion Battery	Particle Size	Negative Electrode	Aqueous Solution	Nano Particles
Lithium Ion	Zinc Oxide	Metal Oxide	High Temperature	Simple Process
Following Step	Carbon Nano	Graphene Oxide	Belongs Field	Solar Cell
Core Shell	Room Temperature	Nano Tube	Carbon Material	Light Emitting
Thin Film	Low Cost	Deionized Water	Material Lithium	Silicon Substrate

Průmyslové biotechnologie				
Water Oxidation	Body Part	Raw Material	3d Printed	Post Processing
Emotion Recognition	One Main	Electric Pulse	Electronic Signal	Without Causing
Carbon Dioxide	Brain Computer	Gene Editing	Device Intended	Chemical Reaction
Human Cell	Neural Network	Direct Air	Environmentally Friendly	Orange Peel
Water Treatment	Different Type	Key Component	New Way	Wastewater Treatment
Machine Interface	Microbial Cell	Barrier Function	Biological Material	Main Component
Brain Activity	Electrical Activity	Treatment Facility	Hydrogen Sulfide	3d Printing
Cognitive Function	Electronic Component	Dna Rna	Process Water	Electrical Signal
Treatment One	Carbon Fiber	Cell Body	Food Industry	Water Quality
Personal Care	Printed Object	Short Chain	Smart Device	Treatment Process

Zabezpečení a konektivita				
Law Enforcement	Magnetic Tape	Sensitive Information	Millimeter Wave	Explosive Device
Open Source	Power Grid	Device Enter	Device Managing	Chip Component
Social Medium	Bank Account	Data Without	Device Smart	Type Virtual
Machine Learning	Internet Connection	Contact Person	Data Device	Consumer Device
Artificial Intelligence	Digital Assistant	Credit Card	Power Plant	Type Digital
Data Protection	Available Data	Next Generation	One Example	Web Interface
Biometric Data	Many People	Learning Algorithm	Long Term	Ambient Noise
Wide Area	Facial Recognition	Access One	Public Opinion	Financial Data
Store Data	Encrypting Data	Hardware Software	Chat Room	Financial Service
Third Party	Data Created	Machine Vision	Cyber Security	Smart Glass