

Analýza technologických trendů identifikovaných domén specializace Zlínského kraje a mapování technologických trendů na přesahu těchto odvětví

## **Doména specializace Inovace v konstrukčních činnostech**

*březen 2019*

Technologické centrum AV ČR

Projekt „Analýza technologických trendů identifikovaných domén specializace Zlínského kraje a mapování technologických trendů na přesahu těchto odvětví“ je řešen s finanční podporou z projektu Smart Akcelérátor Zlínského kraje



**TIC** Technologické Inovační Centrum

Projekt reaguje na výzkumné potřeby identifikované Technologickým inovačním centrem ve Zlíně, které rovněž představuje primárního uživatele předložených výsledků projektu.

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vazba RIS3 Zlínského kraje na strategické dokumenty ČR</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Rešerše informačních zdrojů</b>	<b>6</b>
3.1	Informační zdroje	6
3.2	Přehled klíčových informačních zdrojů	6
<b>4</b>	<b>Megatrendy ovlivňující ekonomický vývoj regionu</b>	<b>7</b>
4.1	Továrna budoucnosti	8
4.2	Near-shoring	9
4.3	Asijská poptávka	10
4.4	Zakládání klastrů a platforem	11
4.5	Energetická/zdrojová efektivita	12
4.6	Poptávka po talentech	13
4.7	Nanotechnologie a nanovýroba	13
4.8	Obchodní modely založené na službách	14
4.9	Řízení zdrojů	15
4.10	Aditivní výroba	16
<b>5</b>	<b>Analýza technologických trendů pro doménu specializace Inovace v konstrukčních činnostech</b>	<b>17</b>
5.1	Budoucí vývoj strojírenského průmyslu	17
5.2	Budoucí vývojové trendy pro aplikaci produktů strojírenského průmyslu	18
5.3	Budoucí technologie pro rozvoj strojírenského průmyslu	21
5.4	Budoucí vývoj leteckého průmyslu	25
5.5	Budoucí vývojové trendy pro aplikaci produktů leteckého průmyslu	26
5.6	Budoucí technologie pro rozvoj leteckého průmyslu	29
<b>6</b>	<b>Shrnutí analýzy technologických trendů</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Řízené rozhovory s regionálními aktéry a expertní kulaté stoly</b>	<b>35</b>
7.1	Řízené rozhovory	35
7.2	Shrnutí výsledků řízených rozhovorů	35
7.3	Kulaté stoly	36
<b>8</b>	<b>Přílohy</b>	<b>46</b>
8.1	Příloha 1: Seznam respondentů řízených rozhovorů	46
8.2	Příloha 2: Osnova strukturovaného rozhovoru s regionálními aktéry	47

## 1 Úvod

Cílem studie bylo identifikovat všechny potenciálně významné a disruptivní technologie, které mohou ovlivnit charakter výroby a produkčního řetězce ve vybraných technologických doménách Zlínského kraje, případně související činnosti. Jedná se o širší přehled technologií sestavený s využitím rešerše relevantních informačních zdrojů, který byl posléze na základě zvolených kritérií prioritizován ve spolupráci s klíčovými aktéry v regionu. Výsledkem je popis vybraných technologií, které jsou nejvýznamnější pro vývoj hlavních průmyslových odvětví v regionu.

Samotné vymezení pojmu technologie naráží na neustálenost v jeho chápání. V rámci řešení tohoto projektu bylo pracováno se širším vymezením technologií, nikoliv pouze jako artefaktů (motor, počítač apod.), ale současně jako souboru znalostí a postupů, které vytváří nástroje, procesy či organizační praktiky. Technologie tedy v zásadě představuje určitou aplikaci dovedností a know-how pro řešení problémů. Přirozeně nejviditelnější a svými dopady nejvýznamnější jsou právě pokročilé technologie v podobě přístrojů a technologických celků.

Nastupující technologické trendy stimulují nové způsoby chování obyvatel, vyvolávají změnu v celkové organizaci společnosti a mění zavedené výrobní i obchodní modely. Řada současných globálních technologických trendů paradoxně neposiluje kontinuální trend globalizace, ale spíše směřuje k procesu individualizace s důrazem na autonomii a soběstačnost uživatele technologie v lokálním i regionálním kontextu. Tím je následně ovlivňováno i prostředí, ve kterém se uživatelé pohybují. Nové technologie tedy snižují tradiční závislost na centralizovaných zdrojích, výlučných podpůrných sítích a infrastrukturách a veřejných intervencích. Setrvačnost řady tradičních technologií ale současně bude bránit zavádění alternativ.

Za současných podmínek se jeví pro budoucí aplikaci jako nejslibnější ty technologie, které autonomizují uživatele, přináší mu vyšší míru nezávislosti a osvobozují jej od rostoucích nákladů na provoz a degradaci prostředí v důsledku jejich využívání. Nové technologie současně s obecnou globalizací posilují lokální a regionální soběstačnost. Pravděpodobně nejvýznamnějším příkladem jsou technologie z oblasti informačních a komunikačních technologií (ICT), které přímo ovlivňují inovační obchodní modely a otvírají prostor i pro své další společenské využití s přímým dopadem na regionální ekonomiku i společnost. Technologie internetu, vysoké výpočetní kapacity, digitálních komunikací, síťových organizačních struktur apod. již do praxe pronikly a radikálně mění chování celé společnosti.

Vedle tempa, s jakým jsou technologie přijímány, je důležité chápat jejich komplexitu a vzájemnou provázanost. Postmateriélní, postmoderní společnost směřuje k vysoké míře individualizace svých požadavků na využívání nových technologií, což bude mít vliv i na strategický regionální rozvoj. Charakter technologických změn naznačuje, že budoucí vývoj nebude založen na převažujícím dlouhodobém modernizačním megatrendu, ale spíše na souboru menších a variabilních změn, které budou průběžně a dlouhodobě měnit organizaci společnosti a způsoby využití prostoru. Schopnost reagovat na kvalitativní technologické transformace vyžaduje posun ve strategickém řízení. Nestačí tyto trendy jen pochopit, ale je nutné jejich předpokládaný vývoj integrovat do aktivit strategického plánování, a to v různých časových horizontech a na odlišných územních úrovních.

Technologické trendy jsou velmi úzce provázané se společenskými a ekonomickými změnami. V mnoha případech zůstává obtížné odlišit, která ze sfér představuje původce změny a která se na nové podmínky adaptuje, resp. zda nové technologie reagují na proměny společnosti, nebo je primárně vyvolávají. Převažující povaha nových technologií navíc obvykle nevyvolává extenzivní přímé dopady na území, ale často působí zprostředkovaně právě prostřednictvím vlivu na socioekonomické vzorce svých uživatelů. Zásadní je proto hledat průsečík obou domén - technologické i socioekonomické - a uvažovat jejich společné působení v regionu.

## 2 Vazba RIS3 Zlínského kraje na strategické dokumenty ČR

Regionální výzkumná a inovační strategie inteligentní specializace Zlínského kraje (dále též RIS3 ZK) představuje krajskou přílohu k Národní výzkumné a inovační strategii pro inteligentní specializaci ČR (NRIS3). Hlavním cílem NRIS3 je podpora hospodářského růstu směrem k ekonomice založené na znalostech. Krajské přílohy NRIS3 pak zohledňují specifika regionálních inovačních ekosystémů a ekonomické specializace a zpřesňují prioritní oblasti národní úrovně.

Současná podoba a vymezení hospodářských domén specializace RIS3 ZK naplňuje uvedené cíle NRIS3 a představuje tak jeden ze základních strategických dokumentů pro realizaci politiky podpory ekonomického růstu postaveného na využívání regionální znalostní specializace a na reflektování současných regionálních potřeb. Takto definovaný ekonomický růst je založen zejména na podpoře tvorby inovací ve všech společenských oblastech, pokročilých technologiích a službách, výrobě s vysokou přidanou hodnotou, kvalifikovaných a kreativních lidech a prosperujících a ambiciózních malých a středních firmách.

**Tabulka 1: Tematický průnik mezi národními doménami specializace (NRIS3) a doménami specializace Zlínského kraje (RIS3 ZK)**

Národní úroveň		Domény specializace Zlínského kraje		
Národní domény specializace	Národní prioritní aplikační domény	Inovativní aplikace polymerů	Inovace v konstrukčních činnostech	Inteligentní a úsporné elektronické systémy
Pokročilé stroje/technologie pro silný a globálně konkurenceschopný průmysl	Strojírenství - mechatronika			
	Energetika			
	Hutnictví			
Digital Market Technologies a Elektrotechnika	Elektronika a elektrotechnika v digitálním věku			
	Digitální ekonomika a digitální obsah			
Dopravní prostředky pro 21. století	Automotive			
	Letecký a kosmický průmysl			
	Železniční a kolejová vozidla			
Péče o zdraví, pokročilá medicína	Léčiva, biotechnologie, prostředky zdravotnické techniky, Life Sciences			
Kreativní Česko	Tradiční kulturní a kreativní průmysly			
	Nové kulturní a kreativní průmysly			
Zemědělství a životní prostředí	Udržitelné hospodaření s přírodními zdroji			
	Udržitelné zemědělství a lesnictví			
	Udržitelná produkce potravin			
	Zajištění zdravého a kvalitního životního prostředí a efektivní využívání přírodních zdrojů			
Regionální klíčová odvětví aplikací znalostí	Chemie a chemický průmysl			
	Sklářství, keramika			
	Gumárenství, plastikářství			
	Textil			

*Zdroj: Vlastní zpracování*

*Poznámka: Sytost barvy značí sílu překryvu národních a regionálních priorit*

RIS3 ZK představuje základní rámec pro zacílení finančních prostředků z různých zdrojů do oblastí, které jsou z krajského hlediska perspektivní a jejichž podpora vede k posílení znalostní ekonomiky regionu. Primárně jde o zdroje z fondů a programů EU, jedná se však také o koordinaci a zacílení dalších veřejných i soukromých aktivit a investic do rozvoje kreativity, výzkumu, vývoje a inovací v regionu. Implementace RIS3 ZK je proto zásadní nejen z hlediska zajištění finančních zdrojů pro kraj, ale především z pohledu prosazování žádoucího nasměrování intervencí z evropských fondů do prioritních oblastí s největším potenciálem pro rozvoj Zlínského kraje.

### 3 Rešerše informačních zdrojů

Anotovaný seznam perspektivních technologií vznikl jako výsledek rešerše a syntézy informací z vybraných veřejně dostupných publikací, které se aktuálními a výhledovými technologickými trendy zabývají.

#### 3.1 Informační zdroje

Do výběru byly zařazeny informační zdroje relevantní pro výzkumný, podnikový, veřejný sektor i mezinárodní instituce. Kritériem pro výběr informačních zdrojů bylo také stáří studie a horizont, ve kterém byly uvažovány potenciální technologické trendy a nové technologie. V neposlední řadě byl výběr zaměřen na spíše obecnější/průřezové technologické trendy, které budou ovlivňovat ekonomiky napříč všemi obory, a dále na technologie a trendy specifické pro oborové vymezení této studie – tj. vybrané technologické domény Zlínského kraje, které reprezentují skupiny výzkumných specializací RIS3 Zlínského kraje, a které odpovídají krajským inovačním platformám:

- A) Inovativní aplikace polymerů
- B) Inovace v konstrukčních činnostech
- C) Inteligentní a úsporné elektronické systémy

Informační zdroje pocházejí od renomovaných institucí, které se problematikou technologických trendů zabývají dlouhodobě, a vývoj pohledu na jednotlivé trendy lze v časové řadě prognóz sledovat i několik let zpětně.

#### 3.2 Přehled klíčových informačních zdrojů

Předmětem vstupní rešerše pro identifikaci relevantních megatrendů byly ve shodě s výše uvedenými kritérii publikace těchto vydavatelů: PwC (3 publikace), Gartner (2 publikace), dále KPMG, Accenture, Future Today Institute (FTI), OECD, Deloitte, IDC, Joint Research Centre/Evropská komise (JRC/EC) a McKinsey (viz tabulka 2). V souboru byly zahrnuty publikace z let 2014-2018 orientované na soukromý sektor i na veřejný sektor.

**Tabulka 2: Přehled klíčových informačních zdrojů pro výběr relevantních megatrendů**

PwC	Tech Breakthroughs Megatrend: How to Prepare for Its Impact	2016
	2017 Global Digital IQ® Survey: 10th Anniversary Edition: A decade of digital - Keeping Pace with Transformation	2017
	2018 Global Digital IQ Survey Emerging Technology Insights	2018
Gartner	Top 10 Strategic Technology Trends for 2018	2017
	Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018	2018
KPMG	Future State 2030	2014
Accenture	Technology Vision 2018	2018
FTI	Tech Trend Report 2017	2017
OECD	Science, Technology and Innovation Outlook 2017	2017
Deloitte	Tech Trends 2017 - The Kinetic Enterprise	2017
IDC	IDC FutureScape: Worldwide IT Industry 2017 Predictions	2017

JRC/EC	Industrial Landscape Vision 2025	2016
McKinsey	Aging with tech support – The Promise of New technologies for Longer and Healthier Living	2016

Zdroj: Vlastní zpracování

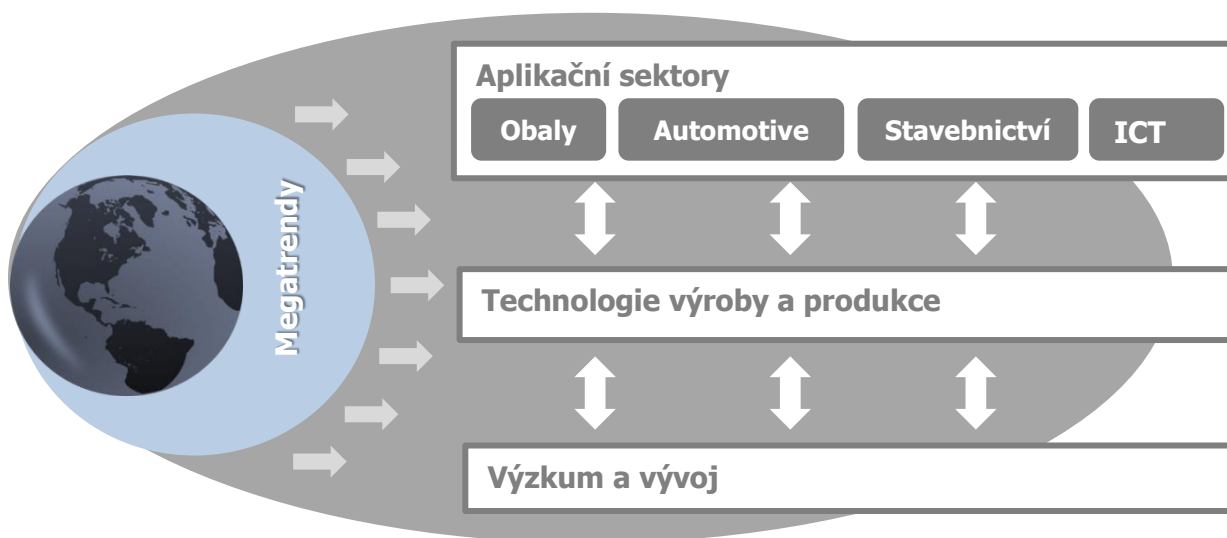
U jednotlivých informačních zdrojů uvedených v tabulce proběhla obsahová analýza, na jejímž základě byla sestavena databáze perspektivních trendů pro zadavatelem definované prioritní technologické oblasti s důrazem na trendy s disruptivním potenciálem, neboť právě disruptivní trendy mají potenciál vyvolávat největší socioekonomické dopady a stimulovat hospodářský přínos. Na souboru identifikovaných trendů proběhla jejich syntéza, a to na základě obsahové podobnosti.

## 4 Megatrendy ovlivňující ekonomický vývoj regionu

Globální megatrendy (GMT) představují významné transformační procesy, které v dlouhodobém časovém horizontu ovlivňují organizaci společnosti a formují novou budoucí realitu na globální úrovni. Představují významný faktor pro strategické rozhodování a mohou být zásadním podnětem k přehodnocení současných forem řízení veřejné politiky, podnikatelských procesů i sociálních systémů.

Poznání jejich zákonitostí a schopnost vyhodnotit jejich dopady jsou proto klíčové pro formulaci efektivních politik a dalších strategických dokumentů. Schopnost České republiky (ČR) ovlivnit vývoj globálních megatrendů je omezená, dopad globálních megatrendů na budoucí vývoj ČR je však významný. Proto je jejich vliv nutné zohlednit při přípravě strategických dokumentů na národní, regionální i sektorové úrovni.

**Obrázek 1: Schéma vazeb mezi megatrendy, aplikačními sektory a technologickým vývojem**



Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě existujících studií renomovaných mezinárodních konzultantských společností a nadnárodních organizací (např. PwC, McKinsey či OECD) byly identifikovány následující klíčové megatrendy, které je účelné zohlednit při uvažování o budoucím vývoji Zlínského regionu a aktualizaci jeho Regionální inovační strategie (RIS).

Vzhledem k vysokému stupni propojení technologických domén s průmyslovými odvětvími, budou uvažovány zejména megatrendy s potenciálním dopadem na průmyslovou výrobu (např. Industrial Manufacturing - Megatrends Research, KPMG LLP, a UK limited, 2017, Stephen Cooper, [www.kpmg.com/uk/manufacturing](http://www.kpmg.com/uk/manufacturing)).

V důsledku globálního socioekonomického vývoje jsou výrobci zboží a producenti služeb nuceni stále častěji přezkoumávat své procesy související s managementem firem - zejména se zaměřením na řízení rizik a finanční riziko v krizových situacích a musí zohledňovat relativně dynamicky se rozvíjející ekonomické podmínky: trhy, obchodní modely, výrobní procesy a další výzvy v hodnotovém řetězci, které se mění ve stále více propojeném světě stále častěji. Některé spouštěče těchto změn, tzv. megatrendy, vedou k dalekosáhlým procesům transformace napříč regiony a průmyslovými odvětvími. Z hlediska vývoje průmyslové produkce je možné uvažovat o megatrendech, které se přímo dotýkají či formují následující oblasti:

- Hnací síly vývoje průmyslové produkce,
- Přímé a nepřímé dopady transformačních procesů na přidanou hodnotu průmyslové produkce,
- Působení megatrendů na socioekonomický rozvoj regionu,
- Připravenost firem na dopady megatrendů.

#### 4.1 Továrna budoucnosti

- Automatizace může být ještě nákladově efektivnější než outsourcing výroby do rozvíjejících se ekonomik.
- V rámci vzájemně propojeného výrobního hodnotového řetězce budou společnosti čelit rostoucím bezpečnostním rizikům v oblasti IT.
- Zvýšení množství právních ustanovení, předpisů a průmyslových standardů.

Výrobní společnosti přizpůsobují stále více a více digitální technologii síti a transformují své výrobní procesy. Továrna budoucnosti (Factory of Future) může být široce definována jako budoucí pohled na vzájemně propojený výrobní hodnotový řetězec zahrnující informační a komunikační technologie (ICT) a automatizační technologie: software bude komplexně propojovat a spravovat distribuované tovární prostředky. Vestavěné datové kolektory ve zpracovatelských centrech budou propojeny s podnikovými systémy s různými funkcemi, což umožní obousměrnou výměnu dat v reálném čase a plnou kontrolu kvality výroby. V továrně budoucnosti bude přizpůsobení různých digitálních technologií také umožněno výměnu dat z výzkumu a vývoje (CAD, virtuální simulační nástroje, rapid prototyping) do továrního prostoru (automatizace/robotika, řídicí technologie, řízení životního cyklu (PLM), aditivní výroba) distribučním partnerům (analytické aplikace) a zpět, od dodavatelů k OEM zákazníkům a naopak.

Hnací síly trendu:

- Očekávání významného zvýšení efektivity, bezpečnosti a udržitelnosti zdrojů ve výrobě a logistice.
- Optimalizovaná spotřeba zdrojů pomocí energeticky a materiálově efektivních procesů a strojů.
- Zvyšující se náklady na pracovní sílu povedou k širšímu procesu automatizace.
- Snížení návrhových chyb a zkrácení času na uvedení výrobku na trh, optimalizace výrobních procesů pomocí modelování digitálních továren.
- Flexibilní stroje a nástroje, které zároveň zajistí snadnou udržitelnost procesu.
- Zvyšující se výkonnost ICT a sofistikovanější analytický software umožňují analýzu produkčních výkonů v reálném čase.
- Trvalá a stabilní kvalita produktu díky vyšší robustnosti a přesnosti výrobního procesu.



### Dopady a důsledky trendu pro firmy

- Rychlá technologická inovace, efektivita nákladů a požadavky zákazníků přimějí mnoho výrobců k managementu nákladů na životní cyklus výrobku, aby zvýšili variabilitu produktu a flexibilně měnili objemy výroby.
- Inteligentní výroba s využitím ICT může vyžadovat speciální konstrukci produktu: nové výrobní technologie mohou vyžadovat nové materiály.
- Aditivní výroba nahrazuje redukční procesy (CNC obrábění, procesy primárního tvarování, lití, slévárenské procesy a procesy práškové metalurgie).
- Zvyšování nákladů na implementaci, servis a údržbu IT systémů; zvyšování nákladů na vývoj softwaru pro speciální aplikace; nové požadavky na rozhraní člověk-stroj pro zvládnutí zvýšené složitosti systémů.
- Zvýšená potřeba zabezpečení interních-externích sítí.
- Automatizační a inženýrské společnosti musí přizpůsobit komponenty a softwarová řešení (rozhraní), aby podporovaly vzájemnou propojenost svých produktových portfolií.

Předpokládá se výrazný nárůst trhu s průmyslovou automatizací, a to v důsledku energetické účinnosti, pokročilých technologií a rozvíjejících se ekonomik. Významné investice nebo akvizice mohou být v blízké budoucnosti pozorovány v oblasti aditivní výroby. Ještě více poroste poptávka po výkonných analytických nástrojích, které umožní firmám v reálném čase shromažďovat, ukládat a analyzovat data. Firmy budou stále častěji konfrontovány s narůstajícími průmyslovými bezpečnostními riziky v oblasti IT, nárůstem právních ustanovení, předpisů a průmyslových standardů.

## 4.2 Near-shoring

- Výrobní společnosti hledají outsourcing back office služeb, z důvodu uvolnění nutných kapacit na hlavní operace.
- Mzdy v offshore lokalitách se zvyšují.
- Očekává se, že ve východní Evropě budou v blízké budoucnosti realizovány významné výrobní investice.

Megatrend Near-shoring (Zdroje blíže koncovému trhu) začíná dynamicky posilovat a týká se přesunu obchodního i produkčních aktivit firem do zemí, které jsou geograficky a kulturně bližší a vykazují podobnou kvalitu práce a ekonomickou strukturu jako země, ve které domovská firma sídlí. Důsledkem těchto aktivit je snižování produkčních nákladů a zlepšování služeb pro zákazníka.

A rostoucí počet výrobců si uvědomuje, že fyzická blízkost výrobních operací a trhu může mít významný dopad na celkovou konkurenceschopnost firmy. Blízkost všech firemních procesů zároveň umožňuje udržet si vysokou úroveň kontroly a současně snižovat náklady na produkci. Near-shoring je tedy strategická reakce firem na zvládnutí řízení rizik včasných a kvalitních dodávek zboží a služeb a umožňuje plně integrovat řízení rizik (selhání dodavatele, kontinuita nabídky, riziko protistrany a regulační riziko) v dodavatelském řetězci do firemního managementu.

### Hnací síly trendu:

- Výrobní společnosti hledají outsourcing back office služeb z důvodu prioritní orientace na základní výrobní operace.
- Rizika související s řízením dodavatelského řetězce se zvyšují v zemích s nízkými náklady (třetí země).
- Mzdové náklady práce v rozvíjejících se ekonomikách, jako je Čína, Indonésie, Thajsko a Malajsie, rostou.

- Náklady na přepravu zboží po celém světě rostou kvůli vyšším cenám pohonných hmot.
- Střední a východní Evropa se prosazuje jako vhodná lokalita pro Near-shoring operace, disponuje příznivými faktory jako je vysoce kvalifikovaná pracovní síla (zvláště technické dovednosti), geografická blízkost koncových trhů, vykazuje kulturní podobnost se zeměmi západní Evropy, podporuje zákony na ochranu osobních údajů a na ochranu duševního vlastnictví.

#### Dopady a důsledky pro firmy

- Rostoucí náklady na energie mají vliv na zdražování dodavatelského řetězce působícího v zemích s nízkými náklady
- Některé globální automobilové, strojírenské a průmyslové firmy začaly přesouvat výrobu zpět do EU a USA
- Atraktivní poměr výrobních nákladů a kvality produkce a další rozvoj dodavatelského řetězce povzbuzují výrobní společnosti, aby využívaly near-shoring.
- Rozvoj near-shoringu v některých zemích může omezovat míra byrokracie a vysoké regulační opatření
- Očekává se, že východoevropský region bude v blízké budoucnosti cílem významných výrobních investic (válečné blízkovýchodní události, méně vhodné geograficko-klimatické podmínky v jihovýchodní Asii).

### 4.3 Asijská poptávka

- Asijský ekonomický vliv globálně roste.
- Zvýšení důležitosti pro místní výzkum a vývoj, výrobní a montážní zařízení, regionální dodavatelské řetězce a přizpůsobení výrobků tak, aby vyhovovaly potřebám místních trhů.

Celosvětový výrobní sektor prochází dynamickou změnou, neboť stále více posiluje trend rostoucí poptávky ze zemí východní Asie. Velká a rostoucí populace, větší kupní síla střední třídy, zvýšená urbanizace a stále se rozvíjející se ekonomika vede ke zvýšené poptávce po zboží a službách v Asii. Velké zavedené asijské ekonomiky (např. Čína, Indie) a nové trhy (např. Indonésie, Vietnam atd.) globálně rostou. Během posledních několika let se podíl těchto ekonomik v globálním "hrubém domácím produktu" (HDP) rychle zvyšuje, zatímco vyspělé trhy jako USA a Evropa rostou pomaleji.

#### Hnací síly trendu:

- Klíčovými hnacími silami přesunu hlavní poptávky po zboží a službách na východ je ekonomický růst místních ekonomik, demografický růst a rostoucí příjmy obyvatelstva. Dalšími hlavními faktory tohoto trendu jsou:
  - Customizace produktů pro místní trhy
  - Blízkost regionálních surovin/zdrojů
  - Velká operabilita a flexibilita výroby
  - Pracovitost a rostoucí technologická připravenost místní pracovní síly
  - Snižování nákladů na logistiku.
- Asijské země se staly jednou z hlavních destinací pro lokalizaci významných poboček nadnárodních společností.
- Růst pracovních sil a zvýšení lokálních investic v regionu.
- Posilování účinnosti národních/regionálních regulačních plavidel pro výrobu a obchod (bezpečnostní standardy atd.).

- Země ASEAN jako Kambodža, Laos, Thajsko a Vietnam poskytují relativně dynamicky se rozvíjející pracovní trh se vzdělanými absolventy a nižšími mzdovými náklady.

#### Dopady a důsledky pro firmy

- Silnější zaměření na místní výzkumné a vývojové aktivity, výrobní a montážní zařízení, regionální dodavatelské řetězce a přizpůsobení výrobků potřebám místních trhů.
- Zaměření průmyslové výroby na země jihovýchodní Asie (např. Indonésie a Filipíny), které mají politickou a měnovou stabilitu a vlády podporující zahraniční investory a významně nižší výrobní náklady než v Číně.
- Významné globální firmy (zvláště automotive) rozšiřují své aktivity v Číně, zejména z důvodu rostoucí místní poptávky.
- Přesun špičkových CEO do oblastí jako Hongkong a Singapur, aby byli blíže dynamicky růstovým trhům

## 4.4 Zakládání klastrů a platforem

- Klastry se stanou klíčovým faktorem pro posílení zpracovatelského průmyslu, zejména v oblasti tvorby inovací a produktové a výrobní efektivity.
- Nutnost fyzické blízkosti klastrů k lokálním vývojovým centrům zákazníků klastru a vědeckým a výzkumným institucím.

Zakládání klastrů souvisí s regionální koncentrací vzájemně propojených společností, které působí v rámci všech článků celého hodnotového řetězce, tzn. včetně výrobců, poskytovatelů služeb, dodavatelů, klíčových zákazníků, výzkumných ústavů, univerzit a obchodních sdružení apod. Klastry jsou často zakládány v určité geografické oblasti a využívají výhody z fyzické blízkosti klíčových kompetencí, kvalifikované pracovní síly a specialistů a specializované (fyzické a znalostní) infrastruktury. Geografická koncentrace klastru poskytuje jedinečné prostředí pro urychlení technologických inovací, stimulování nových začínajících firem a přilákání investic. Kritický masový efekt často přitahuje další společnosti, investory, služby a dodavatele a také vytváří skupinu kvalifikované pracovní síly a zvyšuje inovace prostřednictvím výměny znalostí.

#### Hnací síly trendu:

- Klíčovými faktory, které vedou k posílení ekonomické aktivity klastrů, jsou:
  - Účinnost: efektivnější provozní náklady, včetně nákladů na logistiku
  - Produktivita: sdílené zdroje, znalosti a infrastruktura
  - Flexibilita: vysoká mobilita pracovních a jiných zdrojů
  - Inovace: spill-over znalosti, výsledky výzkumu a vývoje a spolupráce.
- Společnosti v klastru získávají konkurenční výhody v důsledku specializované, inovativní a efektivní dodavatelské základny.
- Klastry jsou zakládány v těsné blízkosti technických vysokých škol, univerzit a výzkumných a vývojových center, a to z důvodu přístupu k novým znalostem a vysoce kvalifikované pracovní síle.

#### Dopady a důsledky pro firmy

- Klíčovými výhodami firem zapojených do funkčních klastrů, jsou:
  - Aktivní dodavatelské řetězce a snížené provozní náklady
  - Schopnost rychle řešit nedostatky v produktech nebo službách.
- Zapojení akademických institucí pomáhá firmám zlepšit kvalitu, řešit technické a návrhové problémy.

- Výzkumné instituce mohou získat přístup k vybavení firem, podnikovým informacím a datům a mohou se otevřít nové pracovní příležitosti.
- Klastry mohou profitovat z některých výhod - preferenční přístup k surovinám, prosperujícím prodejním trhům, přístupu k moderní infrastruktuře, vládní podpora či pobídky apod.

#### 4.5 Energetická/zdrojová efektivita

- Ceny komodit, efektivita využívání energie a zdrojů a řízení jejich distribuce budou pro udržení konkurenceschopnosti rozhodující.
- Očekává se, že automatizovaná výroba a nové výrobní technologie budou hrát klíčovou úlohu při snižování spotřeby materiálů a energie a při snižování množství odpadu.

Výrobní firmy na celém světě sledují z důvodu své konkurenceschopnosti efektivitu svých výrobních procesů. Firmy aktivně zkoumají, testují a zavádění nové zdroje energie, materiály, technologie zpracování a logistické strategie, aby se staly energeticky a zdrojově efektivnější a zároveň snížily svou uhlíkovou stopu a náklady na materiály. S postupným zlepšováním a rozsáhlými investicemi firmy snižují dopad svých aktivit na životní prostředí tak, aby splňovaly zákonné požadavky. Zavádění technologií a procesů pro snižování energetických nároků a pro optimalizaci vztahu mezi vstupními zdroji a výstupními produkty by mělo vést k růstu udržitelnosti v každé fázi životního cyklu výrobku, od výroby a aplikace až po recyklaci.

Hnací síly trendu:

- Energetická a zdrojová efektivita výroby představuje stále významnější faktor rozvoje, který je posilován dalšími megatrendy (globální změna klimatu, nedostatek přírodních zdrojů, volatilní ceny energie, nové právní předpisy apod.).
- Ceny energií budou kvůli vyšší poptávce nadále růst, očekává se, že obnovitelné zdroje se budou rovnoměrně rozvíjet. V roce 2030 může obnovitelná energie představovat více než 50 procent celosvětové instalované výrobní kapacity.
- Náklady na dopravu a pohonné hmoty, stejně jako náklady spojené s komplexními logistickými procesy se stále zvyšují.
- Přírodní zdroje a kritické suroviny se stávají vzácnými a dražšími.
- Vzrůstající poptávka po udržitelné výrobě ze strany zákazníků a stále náročnější právní předpisy na celém světě určující podmínky a pravidla výroby.

Dopady a důsledky pro firmy

- Pro efektivnější nakládání s energiemi a zdroji, snižování výrobních nákladů a pro udržení produkce vysoce kvalitních vysoce kvalitních výrobků se společnosti zaměřují na:
  - Revize/zdokonalení produkčního řetězce (návrh výrobku, výroba a zpracování)
  - Integrace virtuálních prototypů, 3D simulace a analýzy
  - Výměna zastaralých komponent (motory, čerpadla, ložiska atd.), integrace ovládacích prvků a regulačních prvků.
- Potřeba inteligentních přístupů k údržbě, které zvyšují životnost a energetickou účinnost výrobního zařízení.
- Nutnost sledovat spotřebu energie svých výrobních procesů prostřednictvím začlenění inteligentních systémů, jako je monitorování a analýza dat

## 4.6 Poptávka po talentech

- Poptávka po MINT (mathematics, informatics, natural sciences and engineering) talentech (strojní pracovníci, tvůrci nástrojů a programátoři strojů) je na vzestupu.
- Dynamika ekonomického vývoje bude trvale zvyšovat mzdy u expertů a specialistů.

Globální zpracovatelský průmysl se nadále vyvíjí a roste, zejména díky dalším světovým megatrendům, jako je zrychlující se globalizace, technologický pokrok a demografické změny. Tyto faktory zase vedou k poptávce po vyšších dovednostech v průmyslových odvětvích. Vyspělé i rozvíjející se ekonomiky v současnosti čelí nedostatku talentů. Ve vyspělých ekonomikách se firmy snaží realizovat znalostně náročnou výrobu a k tomu využívají dostupné vysoce kvalifikované experty. Na rozvíjejících se trzích je dostupnost vysoce kvalifikované pracovní síly nízká. Know-how a expertní znalosti tak představují konkurenční výhodu, které je hlavní hnací silou schopnosti vytvářet a zavádět inovace. Nedostatek vysoce kvalifikované a flexibilní pracovní síly ovlivňuje konkurenceschopnost výrobních firem a brání jim v zavádění inovací.

Hnací síly trendu:

- Management talentů se stává klíčovým strategickým požadavkem pro možný růst inovačního potenciálu a konkurenceschopnosti.
- Růst nových požadavků na talenty v důsledku globalizace, vstupu firmy na nové trhy a rozšířeného využívání stále sofistikovanějších a rychle se měnících technologií.
- Výrobci po celém světě obtížně hledají zdroje vysoce kvalifikovaných technických talentů (včetně ICT specialistů).
- Demografické trendy (stárnutí pracovní síly, nízká porodnost v evropských zemích, USA, Číně a Japonsku) vedou k nedostupnosti talentů na těchto trzích.

Dopady a důsledky pro firmy

- Poptávka po absolventech technických a ICT oborů stoupá, nedostatek disponibilní vysoce kvalifikované pracovní síly povede k vyššímu stupni internacionalizace strategií firem v oblasti lidských zdrojů a čím dál více budou spoléhat na zahraniční pracovníky
- Stálý růst mezd kvalifikovaných pracovníků
- Z důvodu nárůstu mzdových nákladů na pracovní sílu v Číně a dalších zemích jihovýchodní Asie bude posilovat trend near-shoringu a přiblížení výroby ke koncovým zákazníkům.
- Výrobní firmy ve vyspělých ekonomikách stále více aktivně spolupracují s univerzitami na vytváření a zavádění specializovaných certifikačních vzdělávacích programů. Rovněž participují na rekvalifikačních iniciativách.
- Firmy musí rozvíjet nové modely zaměstnávání, které zohledňují nové hodnoty potenciálních zaměstnanců (rovnováha mezi pracovním a soukromým životem, nepeněžní odměna, dovolená apod.).

## 4.7 Nanotechnologie a nanovýroba

- Očekává se, že nanotechnologie budou mít v blízké budoucnosti velký dopad na udržitelnost produkce.
- Neznámé dopady na životní prostředí, zdraví a bezpečnost vyplývající z nanočástic během jejich životního cyklu představují nové výzkumně-průmyslové odvětví s významnými problémy a příležitostmi v oblasti řízení rizik.

Nanotechnologie je definována jako kombinace materiálové vědy a technologie pro manipulaci se strukturou hmoty na molekulární úrovni. Nanovýroba pak znamená výrobou produktů z nanomateriálů. Nanotechnologie i nanovýroba poskytují nové rozvojové možnosti mnoha průmyslovým odvětvím (automobilový průmysl, letecký průmysl, elektronika, energetika, chemie, biomedicína, zdravotnictví apod). Pokroky v nanovýrobě pomáhají vytvářet nové trhy pro nanočástice, nanostruktury a nanotechnologie. Klíčovým poznatkem o nanotechnologiích je, že mohou nabídnout nejen lepší materiály a produkty, ale také výrazně zlepšený výrobní proces.

Hnací síly trendu:

- Zaměření výrobních firem na optimalizaci energetické efektivity výroby, snižování vlivu na životní prostředí a zefektivnění výrobních procesů jsou jedny z faktorů aplikace nanotechnologií při výrobě:
  - Používání uhlíkových nanotrubic pro úsporu energie
  - Nanotechnologické snímače pro měření toku elektřiny
  - Používání nanokompozitů ve větrných elektrárnách a solárních článcích pro vyšší výkon.
- Poptávka po účinných, lehčích a nákladově efektivnějších materiálech a produktech vzrůstá.
- V leteckém průmyslu přetrvává potřeba vývoje lehčích letadel a poptávka po pokročilých materiálech (kompozitní materiály).
- Vytváření dalších funkčních vrstev v produktu – například schopnost samočištění nebo opravy, dokonce změna tvaru a formy.

Dopady a důsledky pro firmy

- Využívání nanotechnologií a nanomateriálů pro dosažení vyšší energetické účinnosti a bezpečnosti při výrobě a aplikaci produktů
- Dodavatelé nanotechnologií spolupracují s firmami, vysokými školami a institucemi na vývoji nových technologií a aplikací
- Nové materiály na bázi nanotechnologií (nanokompozity), se již používají v automobilovém průmyslu a pomáhají dosáhnout 10 až 15 procent snížení hmotnosti a zároveň snižují spotřebu o 20 až 25 procent.

#### 4.8 Obchodní modely založené na službách

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Inovace způsobů prodeje stávajících produktů a služeb stávajícím i novým zákazníkům skrze monitoring a vyhodnocování jejich potřeb a požadavků</li><li>• Komercializace výsledků výzkumu a vývoje a technologických inovací do obchodovatelné kombinace produktů a služeb.</li></ul> |
|--|

Firmy působící v rozvinutých ekonomikách reagují na nové požadavky zákazníků a rozšiřují své původní aktivity a vytvářejí nové obchodní modely tak, aby plně využívali přidané hodnoty svých produktů a maximalizovali jejich návratnost. Tyto společnosti rozšiřují svou úlohu v celém hodnotovém řetězci a nabízejí pokročilé služby nebo kompletní řešení, která jsou úzce propojena s výslednými produkty a vyvíjejí vlastní produktově zaměřený obchodní model na míru pro klienta (řešení, která vyhovují životnímu cyklu produktů, které využívá konkrétní klient).

Aby bylo možné dodat customizované řešení a služby, výrobci cílí na užší spolupráci se zákazníky. Aby se více přiblížili zákazníkovi, přebírají kontrolu nad činnostmi v odběratelsko-dodavatelském řetězci, které jsou jinak prováděny přímo zákazníky nebo třetími stranami. Poznatky o potřebách a chování zákazníků budou stále důležitějším faktorem růstu konkurenceschopnosti firem.

Hnací síly trendu:

- Dostatek standardního zboží a služeb ve vyspělých ekonomikách vedou k rozvoji inovačních služeb a řešení.
- Klíčovými hybnými silami pro obchodní modely založené na službách je rostoucí globální konkurence, cenový tlak a vyhledávání nových růstových příležitostí.
- Zákazníci vyžadující větší přidanou hodnotu od svých dodavatelů, výrobci nabízejí více služeb orientovaných na zákazníka, aby zvýšili konkurenceschopnost svých produktů.
- Vývoj nových obchodních modelů založených na službách je méně rizikový a nákladný než vývoj nových produktů nebo vyhledávání nových trhů.
- Obchodní modely založené na službách mohou snižovat náklady a zvyšovat efektivitu tím, že snižují dopravní náklady a zkracují dobu obratu produktů.

Dopady a důsledky pro firmy

- Změna managementu a řízení organizace výroby a prodeje výrobků, monitoring nákladů pro analýzu přínosu změny obchodního modelu.
- Větší míra investic a rozvoj odborných znalostí a kapacit při aplikaci obchodního modelu založeného na službách.
- Řízení a realizace dlouhodobých vazeb s klientem.
- Změna kultury a filozofie firmy.
- Konzistentní využívání znalostí zákazníků (požadavky a potřeby).
- Transformace prodejních sítí z produktově zaměřeného modelu a konzultačně prodejní přístup.

#### 4.9 Řízení zdrojů

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Potřeba vysoce kvalifikované organizace zabývající se zadáváním veřejných zakázek, která bude zapojena na příslušných úrovních hodnotového řetězce.</li><li>• Přístup řízení zdrojů se zaměřuje na kompletní externí dodavatelský řetězec výrobní společnosti - dodavatelé a subdodavatelé jsou proto součástí podnikové odpovědnosti.</li></ul> |
|--|

Tradičně vnímané řízení zdrojů je soustředěno na vnitřní správu a řízení firem, firmy se však stále více angažují v managementu a kontrole dalších procesů odehrávající se mimo firmu, tzn. na kontrolu managementu externího subdodavatelského řetězce. Hlavním cílem je dosažení vedoucího postavení firmy v řetězci s možností managementu snižování a kontroly rizik (zejména z důvodu zajištění bezpečnosti dodávek produktů a služeb). Risk management zahrnuje identifikaci a kontrolu rizik z hlediska dodavatelů, komoditních skupin na globálních trzích. Přístup řízení zdrojů se zaměřuje na celý externí dodavatelský řetězec společnosti – dodavatelé a subdodavatelé jsou tedy součástí odpovědnosti firem.

Hnací síly trendu:

- Zvyšující se množství dílů a komponent od dodavatelů je důsledkem snižování vertikální integrace produktů.
- Potřeba udržitelného snižování nákladů, optimalizace pracovního kapitálu nebo zajištění bezpečnosti dodávek v době rostoucího nedostatku zdrojů, kolísání cen a geopoliticky nestabilních trhů s primárními surovinami.
- Rostoucí požadavky na udržitelnost a nové národní nebo mezinárodní normy, rozvoj mezinárodních standardů na nové produkty.



- Zvyšování dostupnosti informací a znalostí o odvětvích (znalosti o průmyslu, konkurentech, dodavatelích, technologiích, materiálech atd.).
- Změny v hodnotovém řetězci (nový poskytovatel/dodavatel služeb, nové materiály/náhražky, nové výrobní metody a technologie zpracování atd.).

#### Dopady a důsledky pro firmy

- Zaměření na řízení dodavatelského řetězce s cílem optimalizovat komplexní plánování v celém hodnotovém řetězci. Přemýšlení a jednání v dodavatelských řetězcích (outsourcing, module sourcing, průzkum inovací atd.).
- Vysoké náklady na specializované dovednosti.
- Zvýšení počtu strategických dodavatelů/partnerů zdůrazňuje potřebu efektivních struktur řízení zdrojů.
- V případě outsourcingu musí být identifikováno efektivní řízení jako základní požadavek na úspěšné uspořádání této formy spolupráce.
- Zvyšující se regulační rizika budou vyžadovat odpovídající dodržování předpisů.

### 4.10 Aditivní výroba

- Aditivní výroba vytvoří nové obchodní modely s efekty pro průmysl, firmy a společnost.
- Zvyšující se důležitost struktury hodnotového řetězce firmy

Aditivní výroba (3D tisk) je označení technologie pro tvorbu trojrozměrného objektu libovolného, digitálně navrženého, tvaru. Tento výrobní postup využívá aditivní proces, při kterém jsou po sobě jdoucí vrstvy materiálu (například plast, kov, keramika) uloženy v různých tvarech a vrstvách. 3D tisk může sloužit jako nástroj pro rychlé prototypování, nebo jako nástroj pro výrobu velmi složitých a specifických objektů pro různá průmyslová odvětví (např. letecký a obranný průmysl, automobilový průmysl, lékařská technika).

Aditivní výroba může zásadně změnit celý hodnotový řetězec a pravděpodobně povede k novým formám a metodám v rámci dodavatelského řetězce. Bude mít významný dopad na výrobu s malým objemem a vize domácí 3D tiskárny může vytvořit přímou vazbu firem na konečného zákazníka (včetně odstraněním celého logistického řetězce). Vyřízení objednávky konečného produktu může probíhat jako odeslání datového souboru na 3D tiskárnu, která bude schopna tisknout vysoce kvalitní statické i dynamické objekty.

#### Hnací síly trendu:

- Potřeba zrychlování doby uvedení nového produktu na trh.
- Poptávka po jedinečnosti, výrobcích na míru, malých sériích a regionální dostupnosti.
- Nižší náklady na jednotku v důsledku snížených nároků na materiál, na pracovní sílu a na drahé logistické sítě.
- Technologie s nízkým dopadem na primární zdroje a na životní prostředí.
- Dostupnost robustního a cenově dostupného hardwaru.
- Konkurenceschopnost 3D tisku s tradičními výrobními technologiemi.

#### Dopady a důsledky pro firmy

- 3D tisk bude v čase nahrazovat některé technologie zpracování, což povede v určitých odvětvích ke změně celého dodavatelského a hodnotového řetězce.



- Nové obchodní modely: malé, flexibilní a specializované 3D výrobní jednotky (fabbing companies) vstoupí na trh jako součást zavedených výrobních firem (interně) nebo jako noví konkurenti tradičních průmyslových odvětví.
- Díky decentralizaci, blízkosti zákazníků a optimalizovaným dodacím lhůtám může být dostupnost produktů 3D tisku "just in time", což povede ke změně složitých a drahých logistických řetězců.
- Výroba s malým objemem, vysokou hodnotou, bez použití nástrojů a nízké riziko fixních nákladů bude snižovat riziko vstupu nových firem na trh.
- Práce bude představovat menší podíl výrobních nákladů - cenové výhody v zemích s nízkými náklady se budou snižovat a bude probíhat návrat výroby do zemí původu (back-sourcing).
- Návrh, design a výroba koncového produktu se přesunou směrem k zákazníkovi.

## 5 Analýza technologických trendů pro doménu specializace Inovace v konstrukčních činnostech

Jedná se o konstrukční činnosti v celé řadě odvětví (důraz na letectví a strojírenství), která se budou vyznačovat zejména některou z níže uvedených charakteristik:

- nové a výrazně inovované technologie, postupy a konstrukční řešení, integrální konstrukce
- nové materiály a povrchové úpravy zlepšující vlastnosti konstrukcí
- využití nových a inovovaných surovin a inovace procesů jejich zpracování
- inovace a snižování energetické náročnosti zpracovatelských procesů
- design s přidanou hodnotou a komfortem pro uživatele
- zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti produktů
- energeticky úspornější produkty a nižší zátěž produktů na životní prostředí
- design pokročilých polovodičových součástek

### 5.1 Budoucí vývoj strojírenského průmyslu

V uplynulém desetiletí byl světový růst (nejen) ve strojírenském průmyslu tažen především rychlým růstem reálného HDP v Číně (do roku 2012 ročně přes 10 %). Přes zpomalení růstu HDP v posledních letech lze očekávat, že Čína zůstane tahounem světového obchodu se strojírenskými výrobky i v dalších letech. Expanze pokračuje také v dalších rychle se rozvíjejících zemích a ve střednědobém horizontu bude motorem globálního růstu v této průmyslové oblasti. Poptávka po motorových vozidlech či high-tech spotřebitelském zboží, která bude dle očekávání v příštích pěti letech v rozvíjejících se zemích růst rychleji než důchody na hlavu (díky pokračující expanzi střední třídy), bude z velké části určovat také růst v oblasti strojírenské obráběcí techniky.

Díky cyklickým tendencím, které vykazuje sektor výrobních strojů, by tak ve střednědobém horizontu měl pokračovat robustní růst spotřeby výrobních strojů. Čína, největší výrobce a spotřebitel těchto strojů, by si tak měla udržet své vedoucí postavení – díky pokračující expanzi domácí poptávky i atraktivity jako výrobní základny pro export do zbytku světa. Tento trend by neměl ve střednědobém horizontu zvrátit ani kontinuální růst konkurenceschopnosti Číny z důvodu růstu tamních mezd.

V Evropě je naproti tomu očekáván v letech 2016-2020 pouze mírný růst spotřeby výrobních strojů (cca o 1,6 % ročně). Problémem je vedle pokračující recese a dluhů veřejných financí především pomalý růst nabídky pracovních sil v důsledku stárnutí populace. Tato situace může být výrobcům řešena na úkor evropských ekonomik přesunutím produkce do rozvíjejících se zemí s dostatkem pracovních sil a nižšími výrobními náklady.

Přestože poptávka po výrobních strojích bude pokračovat i v Evropě díky nahrazování starších zařízení a stimulovat zde tak výrobu a investiční výdaje, větší dynamika se očekává v rozvíjejících se státech, kde nasazení těchto strojů ve výrobě dosud nedosahuje evropské úrovně. Globálně mírně rostoucí

tendenci poptávky strojírenské výrobní techniky lze minimálně do roku 2020 očekávat v následujících hlavních spotřebitelských sektorech: motorová vozidla, letecká technika, ostatní dopravní prostředky a těžká transportní technika, přesné a optické přístroje a elektrotechnika, speciální stroje, univerzální stroje, kovovýroba, zpracování základních kovových materiálů (Technologický foresight oboru strojírenské výrobní techniky pro horizont 2030).

## 5.2 Budoucí vývojové trendy pro aplikaci produktů strojírenského průmyslu

Strojírenský průmysl bude v následujícím období (z krátkodobé perspektivy) nucen reagovat především na níže uvedené trendy, jejichž význam bude s postupem času růst ve většině segmentů tohoto průmyslové odvětví):

### 5.2.1 Průmysl 4.0<sup>1</sup>

Celosvětově se šířící trend automatizace a robotizace výroby bude nadále zásadním způsobem ovlivňovat produktivitu práce (nejen) ve strojírenském průmyslu. Cílem je především maximální spolehlivost a samostatnost výroby a minimalizace závislosti na lidském faktoru. Automatizace a robotizace výroby nepochybně povede k masivnímu rušení méně kvalifikovaných pracovních pozic. Na druhé straně ovšem bude růst poptávka po přístrojových a kontrolních technikách, inženýrech specializovaných na automatizaci a vývojářů průmyslových kontrolních systémů.

Reakcí strojírenského průmyslu na šíření trendů souvisejících s šířící se digitalizací, automatizací a robotizací výroby bude v nejbližší budoucnosti především podpora aktivit popsanych ve výzkumných a inovačních prioritách programu HORIZON 2020 (EFFRA Project Brochure 2012):

- Vývoj flexibilních a rekonfigurovatelných strojů a robotů
- Vývoj vestavěných poznávacích funkcí – umožnění komunikace mezi stroji a robotickými systémy s cílem optimalizace času, nákladů a spotřeby energií.
- Interakce bezpečných a produktivních robotů, robotů pro služby a multimodální spolupráce „Člověk – Stroj – Robot“.
- Multidisciplinární inženýrské nástroje pro mechatronické systémy (modelování a virtuální validace ve stadiu konstrukce)
- Adaptivní automatizační procesy, inteligentní „plug-and-play“ systémy, PLM systémy aj.

S probíhající čtvrtou průmyslovou revolucí je spojena též implementace technologií aditivní výroby, která bude nadále zrychlovat a narůstat na významu. 3-D tisk je tak již běžně využíván při výrobě prototypů a rychle se šíří jeho využívání též při výrobě koncových produktů – zejména v leteckém a kosmickém průmyslu, obranném průmyslu, automobilovém průmyslu či výrobě lékařských nástrojů a potřeb. Vysoké investice největších světových průmyslových hráčů do potřebných technologií („rapid technologies“) povede k růstu poptávky po inženýrech a specialistech schopných vyvíjet nové aplikace a integrovat nové technologie do výrobních procesů.

Nástup digitalizace výroby napříč průmyslovými odvětvími bude v blízké budoucnosti stále více ovlivňovat způsoby organizace výroby, např. prostřednictvím konceptu „smart factory“ využívajícího průmyslový internet věcí („industrial internet of things“) a umožňujícího propojenost dat mezi výrobními stroji, obráběcími CAD/CAM systémy, systémy pro plánování podnikových zdrojů a dodavateli. Další přínos využívání internetu věcí v průmyslu spočívá ve schopnosti výrobních zařízení zaznamenávat a cíleně opravovat chyby ve svém vlastním provozu. Využívání těchto prostředků povede k dalšímu zvyšování produktivity a výrobní efektivity díky zlepšení možností analýzy dat a řízení výrobních procesů. S rostoucími požadavky na lepší monitorovatelnost, kontrolovatelnost, řiditelnost a plánovatelnost výroby tak budou ICT stále více pronikat do výroby, strojů, nástrojů,

---

<sup>1</sup> <https://www.kellyservices.us/us/careers/career-resource-center/employment-trends/2018-industry-trends-for-engineering-talent/>

dodavatelů a odběratelů. Spolu s požadavky na adaptivitu strojů poroste význam konceptu „Intelligent Machines“.<sup>2</sup>

### 5.2.2 Optimalizace výroby

Strojírenská výroba se bude v příštích letech stále více zaměřovat na optimalizaci v klíčových oblastech, jakými jsou výroba, dodavatelský řetězec či design výrobků. Klíčový význam kvality produktů a procesů bude zvyšovat poptávku po kvalitních inženýrech, analyticích a dalších specialistech zabývajících se optimalizací. Je odhadováno, že 35 % v současnosti nabízených pracovních míst ve strojírenství souvisí s optimalizací výroby (17 % se zajišťování kvality, 11 % s aplikací strategie řízení Lean Six Sigma a 7 % s metodikou štíhlé výroby/lean manufacturing).<sup>3</sup>

### 5.2.3 Udržitelnost

S otázkou zajištění udržitelnosti strojírenské výroby souvisí především celosvětově probíhající snahy o hospodárné nakládání s energií a přírodními zdroji, kontrolu emisí, využívání obnovitelných zdrojů energie či snížení objemu odpadů. V blízké budoucnosti bude – ať již z důvodu ceny energií či pod tlakem globální environmentální politiky – kladen zvýšený důraz na energetickou a materiálovou účinnost obráběcích strojů a technologie obrábění. Příkon strojů bude hodnocen s ohledem na množství použitého materiálu při jednotlivých typech operací. Uživatelé strojů budou vyžadováni energetické a LCA audity strojů, jakož i monitorování spotřeby s cílem maximalizace úspor.<sup>4</sup>

### 5.2.4 Nové materiály

Odlehčování výrobků a obalů je dalším trendem, který je (nejen) ve strojírenství spojen se zajišťování udržitelnosti výroby, a na který bude v průmyslové výrobě (i z hlediska personálního zajištění) kladen stále větší důraz, též v souvislosti s vlivem těchto opatření na snížení nákladů na lodní i pozemní přepravu.

Vlivem moderní dopravy bude stále větší důraz kladen na efektivitu a související snižování hmotnosti všech částí nosných struktur i pohonů. To povede k širšímu využití kompozitů, sendvičových struktur, speciálních ocelí, titanu a superslitin a dalších těžko obrobitelných materiálů (DTC materiály). Uvedené materiály bude nutné obrábět přesně, jakostně, produktivně a levně.<sup>5</sup>

Výzkum a vývoj pokročilých materiálů představuje celosvětově stále významnější oblast VaV. Z hlediska materiálů využívaných ve strojírenství a výrobě kovových výrobků bude VaV směřovat především k následujícím cílům:

- kovové materiály – zlepšování vlastností, snižování ceny, vývoj nových slitin, zvyšování teplotní odolnosti,
- kompozitní materiály – simulace multifázových kompozitů, předvídání vlastností, nové metody nedestruktivního testování, nové metody výroby,
- „lightweight materials“ – výzkum a vývoj nových, méně hmotných materiálů pro využití zejména v letectví a automobilovém průmyslu,
- nanomateriály – průmyslová výroba CNT (Carbon Nano Tubes), rozšiřování uplatnění (membrány, substráty), funkční nanočástice, vysoce efektivní solární články atd.,

<sup>2</sup> TP Strojírenská výrobní technika: Strategická výzkumná agenda oboru Strojírenská výrobní technika pro období 2015-2020 [http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA\\_aktualizace2014.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA_aktualizace2014.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.kellyservices.us/us/careers/career-resource-center/employment-trends/2018-industry-trends-for-engineering-talent/>

<sup>4</sup> [http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA\\_aktualizace2014.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA_aktualizace2014.pdf)

<sup>5</sup> [http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA\\_aktualizace2014.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/aktivita/SVA_aktualizace2014.pdf)

- povrchové inženýrství a povlakování – zlepšování vlastností povrchů (tření, opotřebení, koroze, izolace, biokompatibilita, vodivost, optické vlastnosti),
- inteligentní materiály – piezoelektrické materiály, kovy s pamětí, magneto (elektro) striktivní materiály, elektro (magneto) reologické kapaliny, bionika.<sup>6</sup>

### 5.2.5 Open Innovation

Moderní procesy výzkumu a vývoje probíhají (nejen) ve strojírenském průmyslu na principech „open innovation“, tedy otevřeného inovačního procesu, do kterého jsou zapojeny široké projektové týmy zahrnující vedle instituce sponzorující výzkum a vývoj (zpravidla výrobní firmy) také dodavatelé, konzultanti, servisní firmy či samostatní výzkumníci. Podobné týmy jsou sestavovány za účelem realizace konkrétních projektů ve strojírenské výrobě a postupně nahrazují minulou praxi, kdy výrobní firma samotná řídila výzkumné a vývojové procesy realizované pouze jejími zaměstnanci.<sup>7</sup>

### 5.2.6 Konkurence z rychle se rozvíjejících zemí

Zatímco v minulém desetiletí největší firmy působící v oblasti strojírenství a stavebnictví v rychle se rozvíjejících zemích (zejména v Číně, Koreji či v Indii) posilovaly své pozice na vnitřních trzích, v současnosti – spolu se zpomalením růstu na jejich domácích trzích – jsou více připraveny expandovat na zahraniční trhy a soutěžit se zavedenými globálními hráči. Asijské firmy tak budou v příštích letech častěji soutěžit o velké projekty ve vyspělých zemích a vytvářet obtížnou konkurenci pro zavedené domácí firmy. Zvláště v případě některých obřích projektů – a zvláště projektů umožňujících zapojeným firmám výrobu dílčích prvků (modulů) zakázky v mateřské zemi a jejich přepravu lodí na místo určení ke kompletaci – mohou čínské a korejské firmy těžit z nižších cen jejich nabídek.<sup>8</sup>

### 5.2.7 Požadavky přímých uživatelů strojírenské výrobní techniky

Obráběcí a tvářecí stroje představují tzv. mateřské stroje, tedy základnu pro výrobu dalších strojů využívaných jednotlivými segmenty strojírenského průmyslu i všemi ostatními odvětvími zpracovatelského průmyslu. Ostatní výrobní obory jsou tedy do značné míry ovlivňovány stavem techniky v tomto odvětví a zároveň vytváření impulsy pro jeho další rozvoj. Ve vztahu mezi výrobcí strojírenské obráběcí techniky a jejími přímými uživateli bude i v dalších letech pokračovat trend spočívající v komplexních požadavcích na dodávky strojů včetně jejich automatizace, zapojení do výrobního systému a odladěných technologií. Pouze výrobci schopní dodávat požadovaná komplexní řešení tak mohou na dnešním globálním trhu obstát. Zároveň budou růst požadavky na vývojové nástroje umožňující podnikům vytvářet zákaznická řešení s maximální pružností a nízkými riziky. K těmto nástrojům patří zejména znalosti, know-how, prostředky virtuálního prototypování, verifikované nástroje pro simulace a optimalizace strojů i technologických procesů.<sup>9</sup>

Dále bude růst úroveň „customizace“, tedy specifických přizpůsobení strojů a technologií konkrétním zakázkám. S tímto trendem souvisí také pojem „**adaptivní výroba**“, tedy schopnost výrobců častěji měnit výrobu pomocí univerzálnějších strojů, strojů s širšími technologickými možnostmi a strojů/příslušenstvích připravených na změnu výroby či na své umístění ve výrobě. Větší přizpůsobivost a univerzálnost výrobních procesů se bude odrážet také ve schopnosti integrovat více technologií v jedné operaci a v jednom stroji, jakož i v multifunkčnosti výrobních strojů umožňujících

<sup>6</sup> Česká technologická platforma Strojírenství (2013): Strategická výzkumná agenda strojírenství ČR na období 2010 – 2020. <http://www.ctps.cz/cs/dokumenty/>

<sup>7</sup> <https://www.kellyservices.us/us/careers/career-resource-center/employment-trends/2018-industry-trends-for-engineering-talent/>

<sup>8</sup> <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/2017-Engineering-and-Construction-Trends.pdf>

<sup>9</sup> Technologický foresight oboru strojírenské výrobní techniky pro horizont 2030 [http://www.tpsvt.cz/images/tisk/TPSVT\\_III-Foresight-prubezny-3-11-2017.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/tisk/TPSVT_III-Foresight-prubezny-3-11-2017.pdf)

více technologií řešit sériově. Stroje a technologie jejich využití i plánování výroby se tak budou muset přizpůsobit větší dynamice ve změnách výroby.<sup>10</sup>

### 5.2.8 Vliv vývoje KETs (Key Enabling Technologies)

Tzv. „klíčové umožňující technologie“ (Key Enabling Technologies, dále KETs) se uplatňují v nových produktech náročných na znalosti a s vysokou přidanou hodnotou a představují tak základní kámen výroby pro zajištění ekonomického růstu. KETs mají vliv také na další rozvoj strojírenství, zatímco výroba základních strojů (strojírenské výrobní techniky) je zároveň jednou z klíčových technologií. KETs budou mj. zvyšovat požadavky na obrábění dílců a nástrojů z hlediska přesnosti i jakosti povrchů. Porostou nároky na přesnost nejen v oblasti malých strojů, ale též strojů střední velikosti i těžkých obráběcích strojů. Na budoucí vývoj strojírenství a strojírenské výrobní techniky budou mít určující vliv především tyto KETs: Mikroelektronika v oblasti řízení, pohonů a senzoriky, Fotonika v oblasti špičkových odměřovacích systémů, Nanotechnologie v oblasti funkčních povrchů nástrojů, Pokročilé materiály v oblasti stavby a zpracování nosných struktur, jakož i Pokročilé výrobní procesy, které jsou předmětem strojírenské výrobní techniky a technologie.<sup>11</sup>

## 5.3 Budoucí technologie pro rozvoj strojírenského průmyslu

V návaznosti na výše uvedené trendy a očekávaný vývoj v klíčových oblastech pro aplikace strojírenského průmyslu byly identifikovány následující výzvy v oblasti technologického rozvoje, kterým je potřebné věnovat pozornost za účelem zlepšování užitečných vlastností strojů a zefektivnění výrobního procesu<sup>12</sup>.

### 5.3.1 Optimalizace řízení výroby

#### Číslicové řízení (NC) strojů

V oblasti automatizovaného číslicového řízení (NC) strojů bude docházet k rozvoji a aplikaci nových technik umožňujících generovat optimalizovaný NC kód zohledňující dynamické vlastnosti stroje, vřetene, pohonů a řídicího systému. Cílem je lepší využití stávající techniky, již implementované v řídicích systémech.

#### Práce s daty

Zdokonalení výrobního procesu bude vyžadovat tvorbu standardů pro výměnu dat a zdokonalenou komunikaci mezi CAM technologiemi obecně a obráběcím strojem s cílem efektivnějšího využití stroje a zkrácení času přípravy a ladění technologie.

Vývoj v oblasti práce s daty bude zahrnovat též vývoj technik pro sběr a schraňování dat o prováděných procesech (především současný záznam odbavovaného NC kódu a záznam měření z diagnostických čidel např. na vřetenu a pohonech). Data budou shromažďována i za účelem dimenzování komponent zejména z hlediska životnosti. Další oblastí práce s daty je monitorování zátěžných spekter pohonů a periférií s cílem poskytnutí relevantních dat pro budoucí dimenzování a návrh strojů.

#### Znalostní systémy

Budou vyvíjeny znalostní systémy pro rozpoznávání trendů a zákonitostí (metody, které dokážou z měřených dat, především z měření vibrací, teplot a proudů vyhodnocovat stav měřeného systému a

<sup>10</sup> [http://www.tpsvt.cz/images/activity/SVA\\_aktualizace2014.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/activity/SVA_aktualizace2014.pdf)

<sup>11</sup> [http://www.tpsvt.cz/images/tisk/TPSVT\\_III-Foresight-prubezny-3-11-2017.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/tisk/TPSVT_III-Foresight-prubezny-3-11-2017.pdf)

<sup>12</sup> [http://www.tpsvt.cz/images/activity/SVA\\_aktualizace2014.pdf](http://www.tpsvt.cz/images/activity/SVA_aktualizace2014.pdf), <http://www.ctps.cz/cs/dokumenty/>

predikovat poruchy, chyby a nutnost údržby). Součástí je vývoj algoritmů pro vyhodnocení aktuálních i budoucích stavů stroje, nástroje a upínače, predikce stability a spolehlivosti.

### Komplexní dynamická simulace strojů

Pro predikci chování stroje při reálném obrábění slouží simulační modely mechanické stavby stroje, modely pohonů, agregátů, řízení a dalších obslužných systémů. Simulace umožňují ve spolupráci s komplexním dynamickým modelem stroje realizovat virtuální obrábění a inspekci virtuálně obrobeného povrchu. Tato řešení jsou velmi významná pro dokončování forem a tvarově složitých dílců. Přispívá ke zvýšení spolehlivosti rezného procesu.

### Predikce výsledků výroby

Predikce výsledků výroby společně s její optimalizací je třeba řešit již v návrhovém stádiu stroje (pro optimalizaci vlastností stroje) nebo výroby (ve fázi plánování výroby pro existující stroj). Zásadní je rovněž volba vhodné kombinace řízení a mechanické stavby stroje. Cílem je vytvoření provázaného návrhu vhodné kinematické struktury stroje, topologické a parametrické optimalizace konstrukce a pohonů. Uvedené nástroje by měly být rozvíjeny zejména u multifunkčních strojů.

### Pokročilé řídicí techniky a strategie

Budou vyvíjeny nové pokročilé/moderní řídicí techniky a strategie (Manufacturing Execution Systems / MES) přesahující dnes běžnou kaskádní regulaci. Budou aplikovány nestandardní a méně rozšířené řídicí systémy schopné dynamicky reagovat na změny podmínek pro výrobu. Pozornost bude zaměřena též na řízení přídavných zařízení (např. tlumičů) nebo přídavných funkcí (jako teplotní kompenzace).

## 5.3.2 Inovace v konstrukci strojů

### Multifunkční stroje

Jedná se o stroje s rozvinutou schopností plnohodnotně provádět více druhů obrábění – např. plnohodnotně soustružit i frézovat, nebo frézovat a brousit, apod. Cílem VaV v této oblasti by mělo být zmenšení počtu obráběcích strojů potřebných pro výrobu jedné součásti, snížení podílu manipulace, zkrácení vedlejších časů, minimalizace znovuustavování obrobků a maximalizace souběhu prováděných operací. Hlavní pozornost by měla být směřována na vývoj komponentů a koncepcí strojů umožňujících maximální multifunkčnost stroje.

### Rekonfigurovatelné stroje

Prioritou vývoje budoucích strojů bude rovněž snadná rekonfigurovatelnost strojů na základě požadavků zákazníka. Cílem je dosažení stavu, kdy jeden stroj, sestavený ze základních modulů, bude možné např. jednou připravit jako primárně soustružnický stroj a podruhé jako primárně frézovací nebo brousící stroj.

### Obsluha strojů

Vývoj bude směřovat ke konstrukci snadno obsluhovatelných strojů s nízkými nároky na kvalitu obsluhy a její znalosti a zkušenosti (včetně usnadnění obsluhy a programování multifunkčních strojů) s cílem minimalizace chyb způsobených lidským faktorem. To předpokládá samo-vysvětlující ovládání stroje a vývoj technologií schopných včasné detekce chyb. Budou vyvíjeny samorozhodovací systémy, které vedou obsluhu při ovládání stroje. Součástí vyvíjených technologií bude zavedení „virtuální reality“ v práci se stroji, resp. virtuálních návodů pro zaměstnance.



Zároveň budou vyvíjeny technologie zvyšující bezpečnost stroje pro lidskou obsluhu, ale také pro eliminaci poškození stroje, nástroje a obrobku. Jejich součástí budou systémy vyhodnocující nárůst rizik při specifickém využívání stroje nebo při specifické technologii, manipulaci s obrobky a nástroji, systémy pro „online“ vyhodnocování rizik a kontakt s obsluhou a údržbou a její varování. Bezpečnostní funkce budou aplikovány i na oblast upínání obrobků.

### 5.3.3 Zlepšování fyzikálních vlastností strojů a výroby

#### Vývoj strojů s lepšími fyzikálními vlastnostmi

Další oblast technologického rozvoje spočívá ve vývoji strojů s vyšší statickou a dynamickou tuhostí a teplotní stálostí. Zároveň je žádoucí se zaměřit na výrobu konstrukcí s vyšší absorpcí či eliminací vibrací (s vyšší statickou a dynamickou tuhostí s použitím nových materiálů s vyšším tlumením). Za účelem dosažení maximální statické a dynamické tuhosti při minimálních nákladech je třeba optimalizovat vlastnosti skeletu, vřetena a pohonů. Vhodné je především využití lehkých (málo hmotných) materiálů s vysokou tuhostí a vyšším tlumením.

Pro cílené zvyšování dynamické tuhosti a tlumení strojů a jejich komponentů je žádoucí využít nekonvenční materiály a materiálové struktury (vláknové kompozity, hybridní materiály: sendviče, kov + pěna / lehčený polymerbeton / materiálové směsi, keramika), které umožňují odlehčení komponent pohybových os, zvýšení dynamické tuhosti a zvýšení produktivity.

Pro eliminaci tepelných deformací nosných soustav budou vyvíjeny protékané a skrápěné rámy, chlazené pohony, symetrické konstrukce, softwarové kompenzace jakož i inteligentní řízení chlazení s cílem zvýšení přesnosti strojů.

Zdokonalování vlastností budoucích strojů bude zahrnovat též optimální navržení periférie strojů (okruhy chlazení stroje, chlazení řezného procesu, hydrauliky, rozvody stlačeného vzduchu, apod.) vzhledem k dosažitelným řezným podmínkám, výkonům a reálným požadavkům procesu.

#### Povrchové inženýrství

Ke zvyšování kvality výrobků ve stále větší míře přispívá aplikace povrchového inženýrství, v jehož rámci se v současné době se rozvíjí mnoho metod (PVD, CVD, chemická konverze, svařování, využití laserů atd.)

#### Snižování energetické náročnosti

Za účelem snižování energetické náročnosti obráběcích strojů (pohonů i ostatních agregátů a systémů stroje) bude věnována pozornost zvláště využívání moderních elektronických prvků (rychlých výkonových tranzistorů s minimálními tepelnými ztrátami) a technik zaměřených na zvýšení modulační frekvence proudu, snižování akustických emisí stroje, snižování znečištění okolí průsaky, odpařováním a exhalacemi.

#### Hardwarové a softwarové prostředky

Nové účinné HW (aktivní dynamické hltiče) i SW prostředky (algoritmy pro potlačování vibrací uplatněné v pohonech) budou vyvíjeny za účelem potlačování parazitních vibrací stroje, nástroje i obrobku. Měla by být navrhována funkční průmyslově využitelná řešení, která umožní zvýšit produktivitu obrábění u problematických strojů/obrobků. Je potřeba nejen vyvíjet nové metody, ale též lépe využít možnosti stávajících řídicích systémů pro potlačování vibrací, resp. pro nevybuzování stroje pohonem.

### 5.3.4 Zdokonalování strojírenského obrábění

#### Zdokonalování řezných nástrojů

Využívané řezné nástroje budou zdokonalovány z hlediska geometrie řezných ploch i utvářečů třísek, antichatter řešení. Zdokonalovány budou rovněž používané řezné materiály a funkční povlaky. Cíle je zvýšení stability řezu, trvanlivosti nástroje a kvality obrobeneho povrchu. V oblasti vývoje nových řezných nástrojů je nutné věnovat pozornost také zlepšení upínacího rozhraní a nástrojových držáků z hlediska tuhosti, tlumení a potlačování vibrací, zlepšení upínání a výměny řezných destiček, jakož i zdokonalování přívodu chlazení.

#### Optimalizace řezných procesů

Podmínky pro řezné procesy bude třeba optimalizovat za účelem minimalizace nákladů maximalizace produktivity výroby, maximalizace dosahované jakosti povrchů, predikovatelné životnosti nástrojů, predikovatelné stability řezu, predikovatelných energetických nároků na obrábění a minimalizace dopadů na životní prostředí. Budou vyvíjeny nové matematické modely řezného procesu, zdokonalovány experimentální techniky pro analýzu řezného procesu a vyvíjeny nové softwary pro spolehlivou a rychlou optimalizaci řezných podmínek dle zvolených kritérií.

Oblast CAM bude rozšířena o oblast optimalizace řezných podmínek již ve fázi návrhu obrábění. Řezné podmínky bude třeba maximálně vylepšit s využitím širších znalostí o dynamickém chování nástroje, vřetene, stroje a obrobku. Cílem je zvýšení výkonnosti a využití instalovaného výkonu, jakož i spolehlivosti řezného procesu.

Pro optimální využití řezných kapalin je potřeba řešit otázky spojené s jejich přívodem do místa řezu, s volbou vhodných řezných kapalin, jejich množstvím a pracovními tlaky, jakož i se zařízeními a technologiemi pro jejich přípravu, sběr, čištění, obnovování, výměnu a monitorování. Pozornost je třeba zaměřit rovněž na využití minimálního chlazení (MQL).

#### Kombinace obráběcích technologií

K dosažení optimální kombinace požadované přesnosti a výkonnosti strojírenské obráběcí techniky budou kombinovány tradiční třískové technologie s ostatními technologiemi (laser, elektronový paprsek, voda, EDM apod.). Budou tak uplatňovány pokročilé výrobní procesy, které budou nahrazovat několik dosud oddělených procesů procesem jedním (např. třískové obrábění + povrchové úpravy, příprava polotovarů pomocí metod Additive Manufacturing a jejich následné obrábění, texturování, kalení, měření součástí vše na jedno upnutí během jednoho procesu). S tím souvisí i eliminace dodatečných operací (leštění, odjehlení, čištění, apod.) a s nimi spojených vedlejších časů.

#### Minimalizace výrobních postupů

Technologie „net shape manufacturing“ umožňuje výrobu obrobků velmi blízkých finálním produktům, což významně zmenšuje potřebu povrchových úprav výrobků. Redukováním tradičních výrobních postupů (obrábění, broušení apod.) dochází ke značnému snížení výrobních nákladů a tedy i dopadů na životní prostředí.

### 5.3.5 Diagnostika, senzorika, optika

#### Rozvoj progresivních metod v diagnostice

Za účelem zlepšování kvality strojírenských výrobků budou rozvíjeny metody NDT – Nedestruktivní testování, SHM – Structural Health Monitoring, PHM – Prognostic and Health Management. Mezi rozvíjené znalosti v oblasti diagnostiky ve strojírenství budou patřit především následující:

- analýza signálů
- vibrodiagnostika (rozbor kmitání)



- hluková diagnostika
- akustická emise
- termografie
- endoskopie
- interferometrie
- ultrazvuková defektoskopie
- magnetická defektoskopie
- elektromagnetická radiologie
- kapilární defektoskopie

### Vzdálená diagnostika

Cílem by mělo být zdokonalení metod vzdálené diagnostiky a měření na strojích, zajištění bezpečnosti při provádění testů a měření na dálku. Technologický rozvoj se bude prioritně zaměřovat na využití řídicích systémů pro dlouhodobé monitorování stroje (vibrace, zatížení pohonů aj.), on-line měření a identifikaci parametrů stroje, vyhodnocení stability řezu, apod. Prioritou by mělo být rovněž zajištění bezpečného přenosu dat.

### Senzorika a měření

Dalším předpokladem pro zvýšení výkonu, spolehlivosti a hospodárnosti používaných strojů je spolehlivější a snazší nasazení senzorů/aktuátorů založené na kombinaci nebo dalším zpracování v současné době již dostupných a řízených dat/signálů. Cílem je podstatné snížení počtu zdrojů poruch. Využijeny budou senzorika a způsoby měření se zvýšenou robustností, odolné vůči znečištění, kapalinám, EM rušení, přepětím, chybnému zapojení. Bude vyvíjena bezdrátová senzorika a robustní přenos signálů z pohyblivých, rotujících nebo vzdálených částí. Prioritou je rovněž vývoj pokročilé vyhodnocovací elektroniky, signálových procesorů, zpracování dat v blízkosti senzoriky a následného digitálního přenosu dat.

### Využití optiky a laserů

Pro měření polohy středu nástroje (TCP) vůči obrobku budou využity nové techniky, které budou integrovány do řídicích algoritmů stroje. Budou např. využívány přídatné odměřovací systémy založené především na optických a laserových principech, které umožňují měřit geometrii skeletu stroje za chodu a přiblížit se ideálu měření polohy konce nástroje.

## 5.4 Budoucí vývoj leteckého průmyslu

Celosvětové zisky leteckého a obranného průmyslu (v analýze SCORE consortium partners 2018 jsou data za tato dvě odvětví uváděna společně) v roce 2016 přesahovaly 670 mld. USD, při ročním růstu 2,4 %. Evropští výrobci letadel se přitom podíleli zhruba 30 % na celkových ziscích, zatímco severoameričtí 60 %. Celosvětově toto průmyslové odvětví zaměstnávalo ve stejném roce téměř 2 mil. osob.<sup>13</sup>

Růst leteckého (a kosmického) průmyslu je přímo spojen s hybnými silami a dopady globalizace. Ekonomický růst, a v posledních desetiletích zvláště růst rozvíjejících se ekonomik, má přímý dopad na nárůst letecké přepravy a investice velkých korporací a vlád do zajištění těchto služeb. V souvislosti s pokračující globalizací a očekávaným ekonomickým růstem v rozvíjejících se regionech mimo světové

<sup>13</sup> SCORE consortium partners (2018): D2.3 Analysis of competitiveness of European transport manufacturers from an economic perspective. [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

ekonomické jádro je v civilním leteckém průmyslu očekávána rostoucí poptávka po nových letadlech, která by do roku 2035 měla vrůst téměř o 40 % (z cca 1400 na 2200 nově vyrobených letounů ročně).<sup>14</sup> Pro dosažení této úrovně výroby se odpovídajícím způsobem bude muset zvýšit také počet zaměstnanců v leteckém průmyslu. Odhaduje se, že do roku 2028 budou regiony mimo Evropu a Severní Ameriku provozovat zhruba polovinu osobní letecké přepravy. Vývoj v oblasti financí a ekonomiky tak nadále bude hlavním hybatelem kontinuálního růstu leteckého průmyslu.

Zároveň lze sledováním vývoje leteckého průmyslu dospět k závěru, že vzhledem k dlouhodobým strategiím tohoto odvětví neovlivňují vývoj zisků v podstatné míře jevy jako globální recese v průběhu hospodářské krize či změny geopolitických scénářů. V příštích dvaceti letech tak bude – zejména díky pokračujícím dopadům globalizace – zřejmě pokračovat současný trend v civilním leteckém průmyslu spočívající ve zvýšených investicích do nových trhů, který umožní udržet růstovou trajektorii výroby.

Přes naznačené vývojové trendy zůstává výroba odvětví, resp. její přidaná hodnota z 80 % koncentrována ve vyspělých regionech západní Evropy a Severní Ameriky (přestože např. podíl Číny se v období 2010-2015 zdvojnásobil na 8 %).<sup>15</sup> Důvodem je přítomnost pevně ukotvených dodavatelských řetězců a blízkost dodavatelů hlavních výrobců. S ohledem na stárnutí pracovních sil a existující překážky pro relokační leteckého průmyslu do oblastí s nižšími náklady čelí ovšem výrobci z uvedené jádrové oblasti tvrdé konkurenci z regionů s prudce se rozvíjejícími se trhy. V těchto rozvíjejících se regionech (např. Čína, východní Evropa, Mexiko, Indie) lze ovšem v dalším období očekávat další nárůst mezd v leteckém průmyslu v souvislosti se vzrůstající konkurencí a nabídkou mladých pracovních sil.

V EU je leteckému průmyslu přikládána z makroekonomického hlediska mimořádná důležitost. Letecký průmysl se vyznačuje vysokou produktivitou a vzhledem k excelenci tohoto odvětví a jeho vybavení má pozitivní vliv na rozvoj ostatních průmyslových odvětví prostřednictvím transferu kvality a technologií VaV. V roce 2013 se podílel na HDP EU 2,6 %, do roku 2020 se očekává nárůst na 3,3 %. V nejbližších letech by tak měl být jedním z nejdynamičtěji se rozvíjejících se odvětví v EU.<sup>16</sup>

## 5.5 Budoucí vývojové trendy pro aplikaci produktů leteckého průmyslu

Celosvětový vývoj v leteckém průmyslu určuje nejméně posledních 30 let soupeření dvou hlavních výrobců, kteří pokrývají drtivou většinu výroby v tomto odvětví (80 % kusů vyrobených letadel a 95 % hodnoty produkce v období 2015-2019) – evropského Airbusu a amerického Boeingu. Také v následujících dekádách lze očekávat naprostou dominanci těchto dvou gigantů a jejich přibližně vyvážený podíl na trhu.

### 5.5.1 Dopady na životní prostředí

Za účelem snižování negativních environmentálních dopadů a zajištění cíle „bezuhlíkového růstu“ po roce 2020 bude ve střednědobém horizontu potřeba zvýšit využívání udržitelných alternativních paliv. Dlouhodobým cílem EU, uvedeným v Bílé knize dopravy z roku 2010, je dosažení minimálně 40% podílu udržitelných alternativních paliv v letectví do roku 2050. Globální cíl Air Transport Action Group pro rok 2050 je pak dosažení poloviční úrovně emisí CO<sub>2</sub> oproti roku 2005. Za tímto účelem bude muset mít velká většina nově vyvíjených leteckých paliv silně zkrácený životní cyklus vznikajících skleníkových plynů v porovnání s konvenčními leteckými palivy.

<sup>14</sup> [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

<sup>15</sup> [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

<sup>16</sup> Česká technologická platforma pro letectví a kosmonautiku: Strategická výzkumná agenda českého leteckého a kosmického průmyslu (do roku 2025) [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

### 5.5.2 Vývoj objemu letecké přepravy

Dynamika trhů v leteckém průmyslu je určována především strmým nárůstem letecké přepravy v rychle se rozvíjejících (zvláště asijských) státech mimo Evropu a Severní Ameriku. V období 2016-2035 je očekáván trojnásobný nárůst letecké přepravy v těchto státech, který bude vyžadovat odpovídající navýšení v kapacitě nových strojů. Nárůst letecké přepravy uvnitř Evropy a Severní Ameriky je očekáván v příštích dvou dekádách výrazně nižší (zhruba o 70-80 %). Zatímco podíl Evropy a Severní Ameriky na civilní přepravě klesl v letech 1995-2015 z 64 % na 48 %, v roce 2035 je očekáván další pokles podílu těchto dvou regionů na 37 %<sup>17</sup>. Podíl asijských zemí by tedy měl v této době převážet. Do roku 2030 se očekává, že podíl letecké přepravy z, do nebo uvnitř Asijsko-pacifického makroregionu bude představovat zhruba polovinu celosvětové přepravy.

Na celosvětový nárůst poptávky budou muset být výrobci letadel a jednotlivých komponent v dalším období náležitě připraveni – jak z hlediska výrobních kapacit, tak z hlediska přizpůsobování jejich portfolia různým aspektům výrobků – požadované velikosti letadel, požadovaným vlastnostem motorů, interiérů apod. Tyto aspekty jsou pojednány v dalších odstavcích. Evropští výrobci jsou přitom i nadále schopni udržet stávající 40% podíl na výrobě letadel se 100 a více sedadly, což potvrzují objednávky letadel z celého světa vytvořené na příštích 20 let.<sup>18</sup>

V souvislosti s celosvětově rostoucím objemem letecké přepravy i produkce leteckého průmyslu je nutné počítat také s rostoucími náklady vynaloženými na údržbu a opravy infrastruktury (MRO – Maintenance, Repairs and Overhauls), resp. globálního leteckého parku. Tyto náklady budou přitom nejrychleji růst v rozvíjejících se regionech s nejrychleji rostoucím objemem přepravy a leteckým parkem. Dle expertních odhadů tak náklady na údržbu a opravy v desetiletí 2015-2025 nejvíce vzrostou oblasti Středního Východu (103 %), Číny (93 %), Afriky (85 %), Latinské Ameriky (73 %), střední a východní Evropy (72 %) či v asijsko-pacifickém regionu bez Číny (71 %). V severoamerickém (17 %) či západoevropském (10 %) regionu je naopak očekáván relativně nižší nárůst těchto nákladů.

### 5.5.3 Typy produkovaných letounů

Z hlediska typu využívaných letounů se u kategorie úzkotrupých letounů očekává výraznější růst podílu oproti dalším kategoriím, u širokotrupých letounů by nemělo dojít k větším změnám podílu, zatímco podíl regionálních dopravních letounů s dvouproudovými motory (regional jets), a letounů s turbopropovými motory se sníží. Zatímco u úzkotrupých letounů (letounů s jednou uličkou) bude pravděpodobně pokračovat trend rostoucí poptávky po větších a výkonnějších strojích, v segmentu širokotrupých letounů lze naopak očekávat vývoj opačný – podíl velkých širokotrupých letounů, které byly v letech 1995-2015 z velké části vytlačeny středně velkými, bude nadále klesat. S velikostí využívaných letounů rovněž souvisí nové business modely v letecké přepravě, zejména boom nízkonákladových leteckých společností využívajících v největší míře středních velikostí letadel (D se 101-150 sedadly či E s 151-200 sedadly), na jejichž produkci se tak bude letecký průmysl ve stále větší míře zaměřovat.<sup>19</sup>

Dle jiného zdroje<sup>20</sup> je ovšem podíl flotily regionálních letounů<sup>21</sup> na globální flotile poměrně významný (37 % v roce 2011), jakož i jejich podíl na počtu letů (42 %) a letových hodin (26 %). Regionální letové linky (s průměrnou délkou trati 600 km) využívá v Evropě ročně cca 200 mil. cestujících a je očekáváno ztrojnásobení tohoto počtu během příštích 20 let. Z toho vychází předpověď trhu na toto období, která hovoří o potřebě 9 300 nových letounů (turbopropových i proudových) v hodnotě cca 280 mld. EUR. V posledních 20 letech evropští výrobci v podstatě vyklidili tento segment ve prospěch dnes dominujících zámořských výrobců (brazílská Embraer, kanadský Bombardier). V EU proto vznikají

<sup>17</sup> [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

<sup>18</sup> [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

<sup>19</sup> [http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status\\_quo\\_-\\_economic\\_aspects.pdf](http://transport-scoreboard.eu/site/assets/files/1223/status_quo_-_economic_aspects.pdf)

<sup>20</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>21</sup> Současně představě typického regionálního letounu vyhovuje turbopropový nebo proudový letoun do 120 cestujících (30 až 120), optimalizovaný pro krátké nebo střední trati.

projekty usilující o konkurenci současným lídrům (skupina EADS či program HELENA). Trendem u regionálních letounů je rovněž neustálé zvyšování jejich kapacity, které vzdaluje jejich výrobu možnostem malých států jako ČR. Tato situace může být tedy pro ČR úspěšně řešena pouze účastí ve větším mezinárodním projektu (výše zmiňovaný projekt HELENA).

V nejnižší kategorii produkovaných letounů – General Aviation, do 9 cestujících – je značný prostor pro náhradu starých strojů (z velké části ze 70. let), které v tomto segmentu dominují. Klíčovou otázkou bude přitom cenová úroveň nově dodávaných letounů, která bude únosná pro provozovatele. Důležitá bude rovněž úroveň přijatelných provozních nákladů.

V kategorii lehkých sportovních letadel (ultralightů) je ČR v současnosti druhým největším evropským výrobcem a exportérem za Německem. Nástup nových evropských předpisů (ELA1 a ELA2) pro tuto kategorii a pro kategorii sportovních a turistických letounů (dosud certifikovaných dle EASA CS-23) bude mít nepochybně velké dopady na celý trh v těchto kategoriích letounů. Výrobci budou nuceni na tyto změny pružně reagovat konstrukcí nových typů letounů.<sup>22</sup>

#### 5.5.4 Nástup bezpilotní letecké techniky

Na stále větším významu nabývá bezpilotní letecká technika. Dosud je využívána převážně pro vojenské účely, ale v blízké budoucnosti lze předpokládat její masivnější využívání v řadě odvětví národního hospodářství – především pro monitorování, ale i pro přímé zásahy v oblasti životního prostředí, zemědělství, přírodních katastrof, dopravy, přenosových soustav, dálkovodů, vodních zdrojů a toků, komunikací, bezpečnosti, atd. Bepilotní letecká technika tak bude představovat stále podstatnější část leteckého průmyslu, jehož rozvoj již nebude bez ní představitelný.<sup>23</sup>

#### 5.5.5 Ochrana domácího leteckého průmyslu na vládní úrovni

V souvislosti s klíčovým významem, který je leteckému průmyslu přikládán (a to nejen v zemích EU), a zvláště po vzniku ekonomické krize v r. 2008, narostla vládní podpora, úlevy, resp. ochrana domácího leteckého průmyslu v zemích, kde je toto odvětví nejvíce rozvinuto (Francie, Německo, USA aj.). Vliv těchto opatření se bude negativně projevovat na menší země, kde je letecký průmysl koncipován jako kooperační, tedy poskytující dodávky a služby finalistům v klíčových zemích. Nejhorší dopady ve formě poklesu zakázek lze očekávat v zemích, které nejsou na vládní úrovni zapojeny do žádného klíčového leteckého programu (Airbus, Eurofighter, JSF, A400M aj.), což se týká i ČR.

Vzhledem k zahraničně-politické, ekonomické i vojenské důležitosti leteckého průmyslu je koordinace činnosti firem na vládní úrovni a jejich odpovídající podpora (především politická, ne pouze ekonomická) z úrovně státu v zájmu všech států, které chtějí úspěšně rozvíjet vlastní letecký průmysl. Nezáleží přitom na formě vlastnictví firem (státní, soukromé s kapitálovou účastí státu, soukromé domácí či zahraniční) – letecké firmy vystupující na mezinárodní úrovni (EU, NATO) jsou obecně vnímány jako reprezentanti daného státu.<sup>24</sup>

#### 5.5.6 Vývoj finálních výrobků, tj. nových typů letadel

Vývoj nových typů letadel dnes není otázkou primárně technická, ale především otázka dostatku kapitálu a zajištění podpory ze strany zákazníků. Vývoj v plném rozsahu (full-scale development) má proto smysl zahájit (industrial launch of the programme/ILP) po předchozí studijní etapě až když je jasné kapitálové zajištění celého procesu vývoje a přípravy sériové výroby. Na financování vývoje a přípravy sériové výroby jsou přitom nutné prostředky o 2 řády vyšší, než je jednotková cena finálního výrobku. Zároveň je třeba počítat s návratností investic v délce trvání 10 a více let od jejich vložení do

<sup>22</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>23</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>24</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

programu. Financování musí umožňovat certifikaci do 4-6 let od ILP, jinak se vyhlídky na ziskovost programu snižují. Pokud vývoj přesáhne dobu 8 let od ILP, naděje na realizovatelnost programu klesá. Z hlediska celkových objemů prodeje musí výrobce letadel, který chce být konkurenceschopný, dosáhnout v daném segmentu trhu prodeje minimálně v řádu stovek kusů celkově a desítek kusů ročně. Segment trhu musí být přitom definován nejen z hlediska poptávky na trhu po dané kategorii letecké techniky, ale také z hlediska teritoriální schopnosti výrobce (prodejce) zajistit podporu zákazníků za provozu na požadované úrovni.<sup>25</sup>

### 5.5.7 Výroba komponent, podsestav a sestav

Trend přesouvání masové výroby komponent civilní letecké techniky (od dílů, přes sestavy až po některé finální výrobky, nebo jejich části) do Asie (Čína, Indie) bude nadále pokračovat. Důvodem je zejména rostoucí odbyt finálních výrobků na místních trzích, cenová výhodnost i offsetové závazky. Výroba komponent, podsestav a sestav tvoří přitom v současnosti rozhodující část produkce i zaměstnanosti českého leteckého průmyslu (export ve výši cca 4,5 mld. Kč /rok).

Z výše uvedených důvodů má smysl rozvíjet především výrobu s vysokou specializací, přidanou hodnotou a náročností na realizaci. Zároveň je třeba se soustředit na produkty, které nejsou na trhu vůbec, nebo kde je konkurence omezená. Odbyt výrobků by měl být ideálně zajištěn u stabilních finalistů, případně by měl navazovat i na výroky používané v zemích NATO, kde nehrozí přesun výroby mimo teritorium aliance. Sledovanými cíli by rovněž mělo být zvýšení globální konkurenceschopnosti českých výrobců a dosažení synergických efektů využitím stejných kapacit a technologií pro české finální výrobky a pro dodávky v rámci globálního nadnárodního řetězce.<sup>26</sup>

### 5.5.8 Inženýrské služby

Outsourcing inženýrských služeb ze strany finalistů má dlouhodobě vzrůstající tendenci – zatímco v minulosti dosahoval 20% úrovně, výhledově se očekává dosažení až 80% úrovně outsourcingu. Důvodem je mj. skutečnost, že při současné dlouhodobosti a malé četnosti finálních programů nemohou finalisté z technických a ekonomických důvodů zajišťovat kompletní vývoj (engineering) jen vlastními týmy. V blízké budoucnosti tak nastanou optimální podmínky pro rozvoj nabídky inženýrských služeb. Podpora inženýrských služeb vyžaduje především investice do vzdělávání a HW/SW prostředků. Tyto investice se vyznačují nižší rizikovostí, rychlou návratností a přinášejí z hlediska národního hospodářství vysoce pozitivní efekty, protože podporují rozvoj vzdělání a vysoce kvalifikované technické pracovní síly a zároveň zabraňují odlivu mozků do zahraničí, resp. umožňují příliv zahraničních specialistů.<sup>27</sup>

## 5.6 Budoucí technologie pro rozvoj leteckého průmyslu

V návaznosti na výše uvedené trendy a očekávaný vývoj v klíčových oblastech pro aplikace leteckého průmyslu byly identifikovány následující výzvy v oblasti technologického rozvoje, kterým je potřebné věnovat pozornost.<sup>28</sup>

<sup>25</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>26</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>27</sup> [http://www.alv-cr.cz/download/SVA\\_2013.pdf](http://www.alv-cr.cz/download/SVA_2013.pdf)

<sup>28</sup> Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe (2017): *Strategic Research & Innovation Agenda. Delivering Europe's Vision for Aviation. 2017 Update. Volume 1.*  
[https://www.acare4europe.org/sites/acare4europe.org/files/document/acare-strategic-research-innovation-volume-1-v2.7-interactive-fin\\_0.pdf](https://www.acare4europe.org/sites/acare4europe.org/files/document/acare-strategic-research-innovation-volume-1-v2.7-interactive-fin_0.pdf)

## 5.6.1 Materiály a nátěrové hmoty v letectví

### Lehké materiály a kompozity

Draky letadel (včetně interiérů) budou vylepšovány s využitím multifunkčních lehkých materiálů s vysokou odolností, včetně kompozitů. Jejich využívání bude vyžadovat nové přístupy k designu a výrobě letadel. Zároveň by měl být brán zřetel na snižování výrobních nákladů a zvyšování produktivity výroby při využívání těchto materiálů. Při výrobě kompozitních dílů v letectví je v posledních letech patrný trend v příklonu k jiným než autoklávovým technologiím výroby (tedy např. termoforming). Ve vývoji kompozitů pro letectví budou velkou roli hrát multifunkční kompozity – zvláště pak díky jejich vlastnostem umožňujícím jejich nehořlavost, resp. samozhášivost, která kromě leteckého průmyslu nalezne silné využití také při výrobě ostatních dopravních prostředků, ve strojírenství či v elektrotechnice.

Kromě dynamického vývoje kompozitních materiálů pro letectví se rychle vyvíjejí i nové kovové materiály, zvláště nové slitiny na bázi hliníku. Zároveň došlo k uvolnění výsledků vývoje kosmických a vojenských programů v oblasti kovů, například v oblasti lithiových slitin, které jsou konkurentem kompozitů zejména v hmotnostních úsporách, tedy v rozhodujícím parametru pro letectví. Trupy nových regionálních letadel zůstávají kovové (C-Series, SuperJet). Tato skutečnost může signalizovat změnu ve strmosti křivky nástupu kompozitů a novou rovnováhu mezi používáním kovových a kompozitových materiálů při konstruování letadel. Z hlediska budoucích trendů ve využívání materiálů v leteckém průmyslu je již nyní zřejmé, že v dalších 15 letech budou letecké konstrukce hybridní. To přináší nutnost vývoje postupů spojování (kompozity, hliníkové slitiny, titan, ocel), prevence koroze, řešení otázek vodivosti apod.

### Recyklované materiály

Vývoj povede k využívání recyklovaných materiálů, které budou při výrobě některých typů letadel dominovat (dominance recyklovaných materiálů se ovšem příliš netýká malých výrobců). Je proto nutné rozvíjet technologie a schopnosti pro repasování a recyklaci letadel po skončení jejich životního cyklu.

### Nátěrové hmoty

Na povrchové úpravy v letectví jsou kladeny vysoké nároky vzhledem ke skutečnosti, že použité nátěrové hmoty musí být uzpůsobeny změnám klimatických podmínek při zemském povrchu i v různých letových hladinách. Požadavky na vysokou odolnost vůči vnějším vlivům v různých prostředích jsou kromě toho kombinovány s nároky na použití na různých typech konstrukčních materiálů i na nízkou hmotnost nátěrových hmot. Potřeba zdokonalování použitých nátěrů a snižování spotřeby paliva pak vede k vývoji laků s vysokou viskozitou, jejichž použití zajišťuje menší odpor vzduchu. Vyrůstají rovněž nároky na ekologické standardy používaných nátěrů, resp. zvláště na vývoj nátěrů s nízkým obsahem VOC (těkavých organických látek) nebo na nahrazování zdravotně a ekologicky závadných sloučenin obsahujících šestimocný chrom či kadmium. V oblasti nátěrových hmot pro letectví je v současnosti velmi relevantní rovněž vývoj interaktivních nátěrových hmot, zvláště pak termochromických nátěrů měnících odstín v reakci na změnu teploty, či chemicky a radiačně odolných vrstev, elektricky vodivých nátěrů, povlaků s nízkou povrchovou energií aj.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Vývoj a výzkum nátěrových hmot pro letecký průmysl. MM Průmyslové spektrum 2015/12, s. 124. <https://www.mmspektrum.com/clanek/vyvoj-a-vyzkum-naterovych-hmot-pro-letecky-prumysl.html>



## 5.6.2 Pohon letadel a palubní systémy

### Zdroje energie

Pro uskutečnění revolučních změn ve vývoji letadel, které budou potřeba vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na leteckou přepravu, bude potřeba využívat nové zdroje energie – elektrickou energii, alternativní paliva (nekerosinová) či obnovitelné zdroje energie. V dlouhodobém horizontu bude snaha o řešení s nulovými emisemi, např. prostřednictvím elektrické energie z obnovitelných zdrojů. V krátkodobém až střednědobém horizontu je přechod na elektrický pohon reálný pouze u malých, několikamístných letadel, příp. u středně velkých letadel na krátkých trasách. Problémem je především velikost a hmotnost baterií generujících elektrickou energii. Vývoj baterií, které bude možné plošněji využít v letecké dopravě, vyžaduje rovněž vyřešení otázek bezpečnosti (náchylnost k přehřátí u lithium-iontových baterií) a energetické kapacity (např. pevná lithiová baterie dosahující vyšší energetické hustoty oproti stávajícím bateriím s tekutým elektrolytem).

Pro snižování uhlíkové stopy v krátkodobém a střednědobém horizontu připadají v úvahu zvláště udržitelná alternativní „drop-in“ paliva. Tato alternativní paliva mohou být vyráběna z různých zdrojů – např. z biomasy obsahující odpad a zbytky ze zemědělství a lesnictví či z odpadu z průmyslu a domácností. Rovněž jsou zkoumány a vyvíjeny procesy výroby alternativních paliv z obnovitelné energie a CO<sub>2</sub> z průmyslu či z atmosféry na principu technologií power-to-liquid či solar-to-liquid.

Uvedení nových dodavatelů energie bude vyžadovat též za tímto účelem provedené úpravy letišť.

### Snižování spotřeby paliva

Spotřeba paliva zůstane hlavní složkou nákladů na provoz letadel. Během dekády 2003-2013 se podíl těchto nákladů na celkových provozních nákladech u úzkotrupých i širokotrupých letounů zdvojnásobil, u širokotrupých dokonce nyní činí 50 % provozních nákladů. Vývoj technologií se tedy bude koncentrovat především na další snižování spotřeby paliva, ke které kontinuálně dochází již řadu desetiletí. Na spotřebu paliva bude mít určující vliv konstrukce leteckých motorů a nové materiály na jejich výrobu. Také design křídel je určujícím faktorem spotřeby paliva, jakož i snížení emisí CO<sub>2</sub>. Zvyšování efektivity letounů bude mít přímý vliv na zvětšování jejich doletu a nosnosti.

### Motory letadel

Rozvoj pohonů letadel musí sledovat dosažení vyšší termální a pohonné efektivity. V dracích letadel budou zásadní roli hrát materiály – nové vylehčené struktury a materiály odolné vysokým teplotám pro jádra motorů. Výsledky výzkumu zdravotních dopadů částic NO<sub>x</sub> a zbytků spalování povedou k rozvoji výzkumu a inovací spalovacích systémů. Důležitou roli pro snižování celkových emisí CO<sub>2</sub> budou hrát alternativní paliva (např. high-blend drop-in kerosin). Úkolem výzkumu bude tedy především poznat jejich efekt na letecké motory a letadlové systémy.

Instalace inovovaných, komplexnějších a pravděpodobně i větších spalovacích motorů bude vyžadovat úzkou spolupráci mezi výrobcí draků letadel a leteckých motorů. Výzvou bude v této oblasti konstrukce motorů s extrémně vysokými hodnotami „bypass-ratio“. Tyto motory budou využívat vysokorychlostní reduktory (převodovky), jejichž vývoj a uvedení bude vyžadovat nové technologie.

### Palubní systémy

Palubní systémy a vybavení budou vyvíjeny s cílem vzniku letadel více využívajících elektrickou energii. To v sobě zahrnuje otázky spojené s generováním elektřiny prostřednictvím hlavního motoru nebo přídavné jednotky, dále pak její distribuce a převádění. Alternativní palubní aplikace pro využívání elektřiny (all-electric bleed, palivové články) již prošly fází demonstrace. Výzkum se musí zaměřit především na možnosti systémů, váhové a nákladové úspory, jakož i zvyšování spolehlivosti.

Snižování hlučnosti a váhy může být v palubních systémech rovněž dosaženo prostřednictvím vývoje přístávacího převodového stupně, zařízení a aktuátorů s vysokým zdvihem a nízkohlučných a

nízkotlakých motorových gondol. Instalace motorů s extrémně vysokými hodnotami „bypass-ratio“ bude pro uvedení těchto klíčových systémů zásadní, úkolem výzkumu bude rovněž sladit některé s tím související protichůdné potřeby.

Nové palubní systémy musí naplňovat koncepce pro snižování emisí a hluku. To obnáší vývoj navigačních systémů se zvýšenou přesností a integritou, nové atmosférické senzory a konektivitu pro flexibilní optimalizaci letových drah.

### 5.6.3 Konstrukční inovace

#### Aerodynamika

Inovace v aerodynamice – např. v oblasti laminárního proudění nebo kontroly aero-elasticity – umožní zvyšování výkonu letadel v nízkých i vysokých letových rychlostech.

#### Radikální inovace v konstrukci letadel

Zavedení radikálních inovací, mezi které patří např. složený vrtulník (compound helicopter), tiltrotor, letouny s vysokou efektivitou spalování s distribuovaným spalováním či „blended“ struktury opěrných křídel bude vyžadovat další výzkumné studie.

### 5.6.4 Řízení výroby

Trendem, který se v leteckém průmyslu prosazuje v oblasti řízení výroby, je přejímání principů sériové výroby – zejména z automobilového průmyslu. S tímto trendem souvisí i posun od filosofie maximální bezpečnosti produktů ke statistickému odhadování míry rizik.

Řízení výroby je ve stále větší míře založeno na principech digitalizace výroby, pojednaných ve větším detailu v části věnované strojírenskému průmyslu. Výroba založená na digitálním modelu přinese zásadní zlepšení v designu a výrobě letounů.

## 6 Shrnutí analýzy technologických trendů

Megatrendy, které silně ovlivňují jednotlivá odvětví i ekonomiku jako celek mají sice globální charakter, zároveň ale indukují konkrétní lokální dopady. V otevřené ekonomice ČR a při hospodářské a exportní výkonnosti ZK je nezbytné abstrahovat se při popisu kontextu od regionální a národní úrovně a současně pokusit se předvídat hlavní aspekty budoucího vývoje, který bude jednotlivými megatrendy ovlivněn. Je zřejmé, že megatrendy budou ovlivňovat vývoj Zlínského kraje prostřednictvím následujících dopadů.

Bude růst dynamika inovací, což bude mít vliv na firemní strategie, které budou muset reagovat na radikální i inkrementální inovace. Získávání znalostí, které umožní zajistit konkurenční výhodu, bude stále náročnější. Klíčové znalosti budou stále více geograficky rozptýlené, vysoce mobilní a budou vykazovat silně interdisciplinární povahu.

Stále více bude pro ovládání širokého spektra funkcí různých přístrojů a výrobních kapacit využíváno připojení k internetu. Trend bude mít silné společenské, ekonomické, právní i bezpečnostní implikace. Stále intenzivnější propojení mezi uživateli a technologiemi bude vytvářet nové požadavky na vznik nových funkcí odlišných od primárního využití připojených zařízení. Propojování výrobních a řídicích funkcí do jednoho systému bude představovat základ pro vytváření nových byznys modelů. Růst počtu mobilních zařízení schopných připojit se na internet (včetně nositelné elektroniky) bude dále akcelarovat rozvoj rozhraní pro kontakt člověka a přístrojů, včetně požadavku na jejich snadné ovládání. V podnikové sféře se budou stále více prosazovat aplikace a procesy, které jsou snadno naučitelné a víceúčelové. Bezpečnost produkovaných dat bude prvořadou podmínkou. Rozsáhlé akumulace nestrukturovaných dat nebude možné analyzovat standardními databázovými prostředky. Proto je nutné integrovat principy analýzy velkých dat do firemního prostředí. Velká data a schopnost jejich interpretace budou měnit modely fungování firem a umožní transformaci organizace vývoje,



produkce i marketingu. Organizace budou stále více poháněné daty (data-driven) na všech úrovních. Objem velkých dat exponenciálně poroste s rozšířením chytrých přístrojů a zařízení.

Ve stále větší míře bude docházet k personalizaci produktů a služeb, kterou umožní systém kombinace relativně nízké jednotkové ceny velkoobjemové produkce s flexibilní individuální výrobou a nabízením personalizovaných produktů. Firmy budou stále častěji nabízet širší varianty produktů s minimální změnou při výrobním systému, ale s velkou uživatelskou modularizací. Výzvou bude zároveň splnit zákaznická očekávání spočívající v bezprostřední dostupnosti produktů a služeb na globálních trzích a zajištění efektivní logistiky produktů a služeb.

Rozvíjející se ekonomiky budou silněji měnit geoeconomickou strukturu globálního hospodářství. Budou se stávat významnými trhy jak z pozice absolutní velikosti, tak díky dynamice růstu. Bude sílit současný trend, kdy se tyto ekonomiky rychle mění z levných producentů na náročné spotřebitele. Rostoucí střední třída v nových ekonomikách má významný tržní potenciál. Zároveň ale tyto oblasti vykazují nestabilní politické klima a těžko předvídatelné investiční podmínky.

Stále významněji roste role podnikatelů pro vznik a aplikaci průlomových inovací, zejména v nově se objevujících odvětvích. Zároveň se stále častěji prosazují alternativní investiční modely, například ve formě crowd fundingu. Nové modely financování inovací budou umožňovat rozložení počáteční investice mezi relativně velké množství jednotlivců, často potenciálních uživatelů, kteří budou následně rozhodovat, zda se konkrétní inovace vůbec prosadí. Rostoucí mobilita a schopnost informačních technologií propojovat interdisciplinární myšlenky s aplikačními oblastmi vytváří prostor pro nové podnikatelské koncepty.

Nově vznikající systém vytváření inovací vede také ke zvýšené konvergenci produktů, zařízení a služeb, čemuž přispívá dynamický rozvoj IT ve výrobě a službách, který smazává hranice mezi fyzickými produkty a službami. Zvýšený obsah služeb k nabízeným produktům společně s dostupnými technologiemi, které umožňují přístup k provozním údajům, údržbě a procesní logistice vytváří nové obchodní modely a příležitosti pro nové zdroje příjmů. Spolu s rostoucí mírou individualizace produktů a konvergencí produktů a služeb dochází ke zkracování jejich životního cyklu, resp. k potřebě je častěji obměňovat. Tento trend vede k vyšší potřebě produktových a procesních inovací, které zohledňují rychle se měnící preference spotřebitelů. Přesné předvídání poptávky se stává imperativem, stejně jako koordinovaný přístup k managementu hodnotového řetězce. Klíčovou reakcí na tuto změnu je uvedení technologií, které dovolí společnostem rychle a efektivně reagovat na změny v poptávce a organizaci dodavatelsko-odběratelských vztahů, maximalizovat rychlost při uvedení produktu na trh a posílit responzi na sezónní faktory.

Rozvojovým trendem je také patrná ekologizace produkce a redukce její uhlíkové stopy. Vývoj spotřebitelských trendů k nízkouhlíkatým alternativám může značně zvýšit potenciál pro produktovou diferenciaci.

Nově se prosazující technologické trendy, které byly popsány v analýze, budou mít vliv na vývoj jak jednotlivých odvětví, tak oblastí, které leží na jejich přesahu. Je však zřejmé, že nové technologie budou mít interdisciplinární využití a umožní kvalitativně posunout současný výrobní a obchodní systém na vyšší úroveň. Z hlediska domén specializace ZK se mohou nové technologie prosazovat v následujících oblastech.

Pokročilý balicí průmysl umožňuje zlepšit dostupnost a distribuci řady produktů včetně potravin. Chrání zboží před vnějším poškozením, usnadňuje logistiku a zároveň hraje důležitou marketingovou roli. Pokročilý balicí průmysl zahrnuje produkci obalových materiálů i sofistikované tiskové služby. Silně se do něj promítají rovněž environmentální tendence. Dynamické mezisektorové vazby směřují například k zdravotnickým technologiím nebo nábytku. Využívány jsou nové materiály, nanotechnologie či strojní inženýrství. Relevantní patenty se objevují v environmentálních oblastech. Důležitá je rovněž IT podpora balicího procesu včetně digitálního tisku.

Kreativní odvětví má své specifické charakteristiky, jimiž se liší od tradičních odvětví. Je velmi heterogenní z pohledu firemní struktury i obchodních modelů. Všeobecně velmi vysoké je však zastoupení mikropodniků, které se společně s celým odvětvím vyznačují vysokou dynamikou. Kreativní odvětví jsou výrazně zaměřena na služby zákazníkovi. Jejich inovační potenciál je však jen částečně

využitý vzhledem k omezeným kontaktům na tradiční odvětví, pro které investice do designu apod. mohou znamenat významnou přidanou hodnotu jejich produkce. Zjevná vazba kreativních odvětví na digitální služby odkazuje zejména na digitalizaci kreativních odvětví. Svou roli kreativní odvětví hrají v tzv. experience economy (kdy se utváření paměti zákazníků stává samotným produktem).

Digitální odvětví s jádrem v podobě IT služeb a výroby hardwaru a digitálních přístrojů jsou doplněna relevantními servisními službami. V digitálních odvětvích je hlavním trendem posun od hardwaru k softwaru, v oblasti softwaru pak obdobný trend směřuje od produktů ke službám. Digitální odvětví mají obrovský význam pro řadu dalších oborů, od biotechnologií po dopravu. Ty jsou přímým uživatelem IT při vytváření svých vlastních produktů. Příklady mohou být autonomní vozidla, bioinformatika usilující o porozumění biologickým procesům s využitím IT, digitální medicína aj. Dalším přímým uživatelem IT je inteligentní strojírenství, kdy propojené stroje navzájem komunikují a v reálném čase se vzájemně nastavují (tzv. M2M), nebo inteligentní elektrické sítě (smart grids).

Environmentální odvětví sdružují všechny ekonomické aktivity, které snižují tlak na přírodní prostředí a přispívají k efektivnímu využívání zdrojů. Obdobně jako IT slouží různým ekonomickým sektorům, přičemž se jedná o velmi interdisciplinární oblast s vysokým potenciálem dalšího růstu (služby, technologie a procesy asistují ostatním sektorům). Na druhou stranu mezi environmentální technologie patří také produkce energie z obnovitelných zdrojů. Environmentální odvětví proto silně závisí na mezioborové spolupráci, zejména s elektrotechnickým a digitálním průmyslem, nano- a biotechnologiemi nebo organickou chemií. Silně se uplatňují např. v dopravě a stavebnictví.

Logistické služby představují široké spektrum aktivit od managementu přesunů lidí a zboží, po vlastní proces přepravy a pomocné služby operující v reálném čase (provozní služby, navigace, IT a monitorovací systémy pro plánování logistiky). Přirozené vazby má logistika na dopravu, obchod, ale i ICT. Logistické služby a doprovodné skladování jsou ale využívány téměř všemi odvětvími, včetně koncových zákazníků v případě maloobchodu. Logistické společnosti zajišťují rovněž aktivity pro třetí strany, které byly dříve provozovány in-house. Dva obecné trendy v logistice - specializace a integrace - odráží rostoucí očekávání zákazníků a poptávku po diverzifikovaných a na míru šitých službách, na druhou stranu při zachování integrity a umožnění úspor z rozsahu. Logistika tak byla transformována na úroveň pokročilých služeb se sílící rolí ve stále více propojeném světě.

Výroba zdravotnických technologií představuje odvětví zhruba odpovídající biomedicínskému inženýrství. To kombinuje strojní, elektrotechnické a materiálové znalosti v produktech, které dočasně nebo trvale asistují funkcím lidského těla. Silně se zde uplatňuje IT, mechanické inženýrství při výrobě nástrojů, měřicí a kontrolní systémy, ale také profesionální služby, zejména ve fázi výzkumu a vývoje. V posledním desetiletí se začíná prosazovat trend e-health a telemedicíny. Další rozvoj odvětví je motivován stárnutím populace.

Technologie pro zajištění mobility cílí na zajištění pohybu pro lidi a věci, ať už v podobě výroby dopravních prostředků a budování dopravní infrastruktury, nebo poskytování dopravních služeb. Vzhledem k trendu užívání asistenčních technologií a vytváření inteligentních dopravních systémů existují silné mezioborové vazby na ICT a profesionální služby, v případě dopravní infrastruktury také na stavebnictví. V automobilovém průmyslu se uplatňuje řada dílčích odvětví zpracovatelského průmyslu (strojírenství, chemie a plasty, elektrotechnika, materiálové inženýrství aj.).

Diskutované trendy naznačují potenciální scénáře budoucího vývoje a podobu transformace dílčích odvětví.

Scénář Smart everything reaguje na rozsáhlou digitalizaci ve všech sférách lidských aktivit a obrovské množství dat, která jsou v důsledku tohoto vývoje produkována. Trend pokrývá množství oblastí - smart homes, smart cities, smart mobility, smart grids, smart manufacturing, smart health. Samotné inteligentní technologie se projevují nárůstem konektivity, efektivity, odolnosti, autonomie, adaptace a sebevzdělávání. Důležité proměnné v tomto trendu tvoří míra bezpečnosti a zásahů do soukromí uživatelů, na druhé straně pak zahrnutí jednotlivých skupin lidí nebo odolnost a závislost na propojených systémech. Velký význam každopádně bude mít role vzdělávání při zajištění potřebné kvalifikace, neboť multidisciplinární znalosti a soustavný rozvoj kompetencí budou klíčovými

předpoklady pro adaptaci v tomto dynamickém světě. Inteligentní technologie nejsou cílem samy o sobě, primárně by měly zlepšovat široce pojatou kvalitu života.

Scénář Personalizované výroby a služby odkazuje na inovace, které dovolí firmám poskytnout produkty přímo reagující na individuální poptávku a požadavky (např. nositelná elektronika, zařízení pro smart monitoring, domovní služby). V první fázi se bude jednat o služby, které budou sloužit a budou ovládány jednotlivými uživateli (senzory pro monitorování tělesných funkcí v reálném čase, datové technologie a další personalizované produkty budou shromažďovat informace v osobním počítači. V následné fázi budou data skupiny uživatelů propojena (např. pro účely veřejné správy) a dovolí poskytovat další nadstavbové služby.

Scénář Zdrojová efektivita sdružuje vedle energetické a materiálové účinnosti také procesní efektivitu v širším slova smyslu. Konkrétní podobu vývoje bude určovat způsob, jakým se podaří zmírnit fragmentaci znalostí o efektivitě při čerpání zdrojů a doplnit mezery v expertíze u jednotlivých společenských skupin. Další prvek, který se bude v jednotlivých lokalitách rozdílně prosazovat, bude představován zdůrazněním regionu jako zdroje pro materiály, produkty a služby (regionální patriotismus a důvěra v místní zdroje). Soběstačnost v základních aktivitách a inteligentní logistika zajistí hladkou dostupnost většiny potřeb na místní úrovni při razantně nižším tlaku na životní prostředí. Dostatek informací o alternativách i individuální zdrojové efektivitě umožní lidem odpovědně se rozhodovat při zachování možnosti volby. Zdrojová efektivita je hnaná primárně poptávkou. Odpovědní spotřebitelé tak nedovolí tento faktor podnikům ignorovat. Pilotní roli v tomto trendu budou hrát prémiové produkty, které jsou schopné utvářet spotřebitelské trendy a zároveň díky vyšším maržím dávají podnikům prostor pro experimenty a inovace.

## 7 Řízené rozhovory s regionálními aktéry a expertní kulaté stoly

### 7.1 Řízené rozhovory

Cílem terénního šetření mezi podnikatelskými subjekty<sup>30</sup> a dalšími institucemi Zlínského kraje bylo získání kvalitativních informací o stavu a očekávaném strategickém vývoji klíčových hráčů v regionu a získání zpětné vazby místních expertů na výstupy analytické části studie. Do šetření byli zahrnuti leadři jednotlivých domén s významným inovačním potenciálem.

Strukturované rozhovory byly využity jako hlavní metoda sběru primárních dat pro zjištění širokého spektra kvalitativních informací, které nejsou dostupné ze sekundárních zdrojů. Metoda byla využita pro hodnocení potenciálu jednotlivých subjektů aplikovat technologie/technologické trendy identifikované v prvním kroku řešení zakázky. Dalším cílem strukturovaných rozhovorů byla identifikace rozvojového potenciálu a aktivit jednotlivých subjektů v regionu, a to z hlediska definice domén specializace kraje. V rámci rozhovorů<sup>31</sup> byly zjišťovány informace a názory respondentů o průběhu a očekávaných aktivitách technologického rozvoje a očekávaných technologických změnách v jednotlivých doménách RIS3. Prostřednictvím rozhovorů s klíčovými aktéry regionálního inovačního systému byly rovněž zjišťovány informace sloužící jako vstupy pro kvalitativní část vyhodnocení dopadů technologických trendů na domény RIS3.

### 7.2 Shrnutí výsledků řízených rozhovorů

Z výsledků řízených rozhovorů provedených mezi regionálními aktéry vyplynuly problematické okruhy, na které je vhodné se zaměřit pro zkvalitnění inovačního prostředí v doménách specializace ZK. Hlavní výstupy vychází ze 14 rozhovorů, které přinesly primární informace o aktivitách subjektů, bariérách pro inovační či výzkumnou činnost a především analýzu poptávky po typových aktivitách, která tvoří významný podklad pro návrhovou část.

<sup>30</sup> Seznam respondentů řízených rozhovorů je uveden v Příloze 1

<sup>31</sup> Osnova strukturovaného rozhovoru je uvedena v Příloze 2

Největší limity inovačních aktivit v oblasti aktivit domén specializace, včetně uvažování aplikací identifikovaných trendů jsou uvedeny v následujících bodech:

- Nedostatek finančních zdrojů pro výzkumné a inovační aktivity u podniků s omezenou kapitálovou základnou, a to včetně přístupu k externímu financování či podpoře, která by směřovala na ověření komerční uplatnitelnosti nových produktů.
- Nedostatek kvalifikovaných lidských zdrojů, nedostatečná motivace a uplatnitelnost studentů na trhu práce, stejně jako neefektivní systém vzdělávání dospělých.
- Malá provázanost výzkumné a aplikační sféry, chybějící poptávka po inovacích, absence aktivit cílených na networking firem a výzkumných organizací či transfer technologií, obecně obtíže při hledání vhodného partnera pro spolupráci na inovačních řešeních.
- Nízká míra participace veřejné správy na podpoře výzkumného potenciálu a inovačního podnikání, absence aktivit pro zajištění příhodných podmínek pro individuální rozvoj subjektů v podobě rozvoje obecné dopravní a technické infrastruktury, malá otevřenost a iniciativa kraje při rozvoji lidských zdrojů nebo informačních a networkingových aktivit.
- Nízká míra podpory aktivit vedoucích k podnikavosti a rozvíjení kompetencí k podnikání u studentů, stejně jako jejich přípravy pro praktické uplatnění na trhu práce.
- V regionu chybí akcelerační a inkubační programy podpory začínajícím podnikům, zejména ale iniciativy cílené na propojení jednotlivých skupin aktérů v inovačním systému (networkingové akce, podpora transferu znalostí aj.).

### 7.3 Kulaté stoly

Hlavním cílem dvoukolových expertních kulatých stolů, které přímo navazovaly na realizované terénní šetření, bylo identifikovat, které trendy vyvolané působením nových technologií budou představovat nejvýznamnější rozvojové příležitosti a rizika pro podnikatelské subjekty ZK. Dalším cílem bylo zahájení diskuze a spolupráce významných aktérů regionálního inovačního systému, která bude zaměřena na využití podnikatelských příležitostí, jež přináší rychlý vývoj nových technologií. Hlavním záměrem spolupráce regionálních aktérů je budování sítě expertů a jejich zapojení do dalších aktivit realizovaných v rámci implementace aktualizované RIS ZK. Kulatých stolů se účastnili experti z firem, výzkumných organizací a dalších subjektů. Forma kulatých stolů využila kvalitativních výzkumných participativních metod s ambicí zřetelně iniciovat proces entrepreneurial discovery.

Během prvního kulatého stolu přítomní experti diskutovali nejvýznamnější technologické trendy a nové technologie, které budou mít nejvýznamnější dopad na ekonomické aktivity a inovační potenciál ZK a identifikovali aktivity spojené s technologickým vývojem, ve kterých má ZK nejvýznamnější rozvojový potenciál.

#### 7.3.1 První kulatý stůl

Cílem prvního kulatého stolu bylo identifikovat a diskutovat hlavní technologické trendy, které byly výsledkem rešeršní části projektu a dále primární závěry řízených rozhovorů se zástupci inovačních firem ve ZK. Kulatého stolu se účastnili zástupci firem a výzkumných organizací oslovení Technologickým inovačním centrem Zlín. Dalším cílem prvního kulatého stolu byla prvotní diskuze a formulace návrhů opatření na možné posílení inovačního potenciálu průmyslových odvětví spadajících do domén specializace ZK a dalších návrhů na zvýšení konkurenceschopnosti daných průmyslových odvětví.

Kulatý stůl odpovídal na otázky:

1. Jaké jsou nejvýznamnější vývojové trendy v klíčových odvětvích ZK? Které budou mít disruptivní vliv na zavedené technologické postupy a organizační zajištění výroby?
2. V kterých horizontálních oblastech bude činnost firem a výzkumných institucí v ZK nastupujícími trendy nejvíce ovlivněna?

3. Jaké nové technologie mohou přispět k řešení identifikovaných dopadů vývojových trendů? Které trendy způsobené či umožněné novými technologiemi jsou v doménách specializace ZK nejvýznamnější?

Kulatého stolu se účastnilo 12 zástupců firem z různých odvětví, spadajících oborově do klíčových odvětví ZK. Možná nevýhoda v podobě převážení argumentů některé ze skupin byla potlačena rovnovážným zastoupením různých oborů a aktivním moderováním diskuze.

Hlavní závěry první části workshopu – identifikace nejvýznamnějších technologických trendů - je možné shrnout do následujících bodů.

- Technologické trendy z oblasti digitalizace výroby a zavádění konceptu Průmyslu 4.0 ve firmách. Jedná se zejména o pokročilou konektivitu strojů a zařízení, rozvoj senzoriky, robotiky, zpracování velkého množství dat, rozvoj umělé inteligence apod.
- Technologické trendy v oblasti materiálového výzkumu pro letecký průmysl. Jedná se zejména o výzkum a vývoj komponent s nízkou hmotností.
- Technologické trendy zaměřené na zvyšování významu kybernetické bezpečnosti ve výrobě, zejména v souvislosti se sběrem a využitím velkých dat.
- Technologické trendy podporující koncept cirkulární ekonomiky a jeho aplikaci v praxi.

V další části kulatého stolu byla diskuze věnována horizontálním tématům, která budou ovlivněna aplikací nových technologických trendů. Výstupy lze shrnout do následujících bodů:

- Rostoucí potřeba elektrické energie bude vyžadovat technologická řešení pro snižování energetické náročnosti výroby, skladování elektrické energie a její distribuci.
- Zvyšování významu sběru, zpracování a recyklaci odpadů, zejména plastů.
- Zvyšování podílu služeb ve výrobě a zapojování zákazníků do výroby, nové obchodní modely.
- Snižování dopadů výroby na životní prostředí.

V další části kulatého stolu se expertní diskuze věnovala možnému vlivu nových technologií na klíčová odvětví ZK z hlediska potenciálních rizik a příležitostí, které budou nové technologie přinášet v příštích několika letech. Výstupy jsou shrnuty v následujících bodech.

- Inovace obchodních a distribučních modelů v rámci průmyslových odvětví, bude docházet k větší míře automatizace a robotizace výroby, bude se zvyšovat podíl digitalizace ve výrobních procesech.
- Stoupající potřeba zavedení flexibility výroby a nutnosti reakce na měnící se požadavky trhů i zákazníků.
- Důležitost kvalitní pracovní síly, silného vedení vývojových a produkčních týmů, nadstandardní spolupráce s výrobou (vývojové centrum spojené s výrobou).
- Stoupající nároky na kvalitní datovou infrastrukturu.

Výstupy expertní diskuze byly uspořádány do tabulky obsahující a) identifikované hlavní trendy, které budou formovat budoucí podobu nosných oborů ekonomiky ZK a b) identifikované technologické oblasti, které budou stimulovat či umožňovat tyto hlavní trendy.

Tabulka 3: Výstupy prvního kulatého stolu

Trendy (vyvolané vzájemnou interakcí nových technologií), které formují budoucí podobu klíčových odvětví ZK	Hlavní technologické oblasti stimulující identifikované vývojové trendy v klíčových odvětvích ZK	Hlavní horizontální potřeby (možné oblasti intervence ZK)
<b>Eliminace produkce odpadů, jejich zpracování a recyklace a snižování spotřeby neobnovitelných zdrojů</b>	Nakládání s odpady	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruktura pro zpracování odpadu na úrovni ZK</li> <li>• Vytváření vhodné síťové infrastruktury</li> <li>• Modifikovat systém vzdělávacích oborů na SŠ ve ZK na základě potřeb aplikační sféry</li> <li>• Podpora systémů pro snižování energetické náročnosti výroby</li> </ul>
	Recyklace materiálů	
	Technologie čištění ovzduší a vody	
	Optimalizace výroby	
	Nové materiály	
	CO2 extraktory	
<b>Digitalizace výroby</b>	Využití potenciálu velkých dat	
	Konektivita / vzdálená komunikace	
	3D tisk	
	Rozšířená realita	
	Strojové učení	
	Digitální obchodní modely	
	Pokročilá výroba	
	Robotika	
	Umělá inteligence	
	Deep a Machine Learning	
<b>Spolehlivé zdroje energie a nakládání s energiemi</b>	Pokročilé skladování energie, vč. změny forem energie	
	Efektivní a spolehlivý přenos energie	
	Nové zdroje energie	
	Inteligentní sítě	
	Decentralizované zdroje energie	
<b>Zvyšování bezpečnosti</b>	Diagnostika	
	Nové materiály	
	Kybernetická bezpečnost	
	Virtuální asistenti	

Zdroj: Vlastní zpracování

### 7.3.2 Shrnutí výsledků prvního kulatého stolu

Identifikace problémových oblastí dalšího rozvoje ZK vychází primárně ze závěrů rozhovorů s místními experty a z výsledků prvního kulatého stolu. Výstupy obou zdrojů primárních informací umožňují popsat hlavní nedostatky regionálního inovačního systému a bariéry dalšího rozvoje kraje v oblasti nových technologií. Na rozdíl od primárních aktivit regionální specializace vykazují hlavní problémové oblasti výrazně horizontální charakter a prochází napříč odvětvími či technologickými oblastmi. Jejich průmět do jednotlivých domén specializace může být však rozdílný. Tematické seskupení problémových oblastí naznačuje možnou prvotní strukturu oblastí návrhových opatření pro posílení řízení RIS ZK.

#### Průřezová oblast – systémová opatření

Doporučení vyplývající z uskutečněných rozhovorů a prvního kulatého stolu reagují na očekávané disruptivní působení nových technologií na socioekonomický systém ZK. Dopady nových technologií na budoucí vývoj ZK by měla navrhovaná opatření řešit komplexně a měla by působit synergicky.

Možná opatření:

- Rozvoj digitalizace veřejné správy.

- Vznik portálu pro elektronické informační a kontaktní místo pro inovační podnikání.
- Podpora vzniku konzultačního systému pro nově vzniklé technologicky orientované firmy (expertní a mentorská databáze, zavádění nových obchodních modelů, technologický scouting, technologický/procesní mentoring).
- Podpora inovačních projektů v oblasti digitalizace podnikových procesů (včetně mentorské sítě).
- Podpora provázání kompetencí absolventů s potřebami regionálního trhu práce (vzhledem k předpokládané aplikaci nových technologií), podpora stávajících oborů tak, aby vyhovovaly praxi.
- Podpora školicích a rekvalifikačních kurzů přímo ve firmách, které umožní lépe připravit jejich absolventy na prudký rozvoj digitalizace a robotizace výroby.
- Podpora spolupráce středních škol s UTB.
- Zkvalitnění odborné výuky na nižších stupních škol tak, aby byly rozvíjeny znalosti a kompetence žáků/studentů v technologických oblastech významných pro ZK.
- Podpora získávání kvalifikovaných odborníků ze zahraničí (ale též z dalších krajů ČR) v oborech s nedostačující domácí nabídkou.
- Podpora systému pro identifikaci talentů a práci s talenty a pro jejich získávání na profesní dráhu ve výzkumu.

### Oblast digitalizace výroby

Informační a komunikační technologie již nejsou specifickým sektorem, nýbrž základem všech moderních inovativních ekonomických systémů. Technologie založené na ICT a internetu se stále více integrují do všech ekonomických oblastí. Široké vymezení a působení digitalizace znesnadňuje identifikaci nejvýznamnějších oblastí pro strategické řízení z úrovně regionální správy. Stejně tak je obtížné podchytit, strukturovat a kategorizovat oblasti možných dopadů digitalizace. Jedním z významných aspektů digitalizace ekonomických činností, kterému je v souladu se zaměřením studie věnovaná zvýšená pozornost, je oblast výroby, kde digitalizace a nové digitální technologie kompletně mění charakter výrobních procesů, obchodních modelů a tvorby přidané hodnoty. Tento vývoj je konceptualizován jako Průmysl 4.0, který reflektuje zvyšující se integraci fyzických výrobních systémů do informačních sítí, čímž dochází k vytváření samoorganizovaných výrobních systémů provázaných jak vertikálně s obchodními procesy v rámci podniku, tak i horizontálně s dalšími prvky produkčního řetězce, což umožňuje větší customizaci produkce a řízení celého výrobního procesu od objednávky po dodání finálního produktu v reálném čase.

Z hlediska implementace digitální agendy ve Zlínském kraji je nutné zaměřit rozvojové aktivity na vytváření podmínek pro rozvoj digitální agendy v regionu, které jsou nezbytným předpokladem pro rozvoj nových digitálních technologií a jejich úspěšnou implementaci ve výrobě, službách a životě společnosti. Mezi tyto předpoklady byla zařazena digitální infrastruktura, standardy a regulace, bezpečnost infrastruktury, kompetence a tvorba regionálních strategií.

Podporu rozvoje digitalizace a Průmyslu 4.0 akcelerují i změny organizace práce, vytváření nových obchodních modelů, výzkumu a vývoje a výrobního procesu v podnikatelském sektoru. Významnou roli ve všech jmenovaných oblastech hraje spolupráce a společné projekty veřejného a privátního sektoru, které v návaznosti na předpoklady pro rozvoj umožní rozvíjet konkrétní digitální technologie.

Možná opatření:

- Vytváření funkční a výkonné digitální infrastruktury umožňující vysokorychlostní připojení jednotlivých elementů a komunikaci mezi jednotlivými technologickými prvky.
- Podpora vzniku nových nebo podstatně změněných obchodních modelů a podnikatelských příležitostí (nové příležitosti a obchodní modely související s konceptem tzv. internetu věcí či aplikací s využitím mobilních zařízení, senzorů a standardizovaných komunikačních protokolů apod.).



- Podpora vzniku nových forem pracovních činností s interakcí člověka a stroje.
- Podpora podnikového výzkumu v oblasti digitálních technologií a transferu těchto technologií.
- Podpora zavádění nových výrobních technologií, procesů, systémů řízení, logistiky a architektury výrobního prostředí s plnou automatizací a integrací kyber-fyzických systémů.
- Podpora vytváření vazeb průmyslu na systém vzdělávání ve ZK a zavádění nových učebních oborů, školicích i rekvalifikačních kurzů, které umožní lépe připravit absolventy na prudký rozvoj digitalizace a robotizace výroby a lépe využít potenciálu lidských zdrojů dostupných v kraji i mimo něj.

## Oblast bezpečnosti

Další z významných linií využívání moderních digitálních technologií ve výrobě směřuje do oblasti zvyšování spolehlivosti a bezpečnosti procesů, produktů a souvisejících aktivit. Cílem je zvyšování užité hodnoty produktů a poskytovaných služeb, na straně procesů pak především zvyšování jejich efektivity. Tento rozměr má jak povahu ekonomickou (ekonomické náklady společnosti na „nehody či poruchy“ dosahují velkých rozměrů), tak i společenskou (lidé očekávají od společnosti zajištění vysoké spolehlivosti a míry bezpečí). Přitom dnes využívané technologie jsou komplexnější a často s sebou nesou velké dopady rizik „lidské chyby“.

Jako nepostradatelné se proto jeví podpora technologií a systémů pro zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti produktů a služeb, které budou omezovat riziko jejich selhání, a to jak v důsledku selhání samotného produktu, tak i v důsledku lidské chyby či vnějšího útoku. Mezi nimi vynikají zejména rychle se vyvíjející technologie reagující na hrozby v sektoru kybernetické bezpečnosti, mezi projevy jejichž aplikace patří např. zvýšení rychlosti využívání vysokorychlostních širokopásmových a bezdrátových sítí, prohloubení centralizace výpočetních prostředků a rozvoj cloud computingu nebo nárůst modularity softwarových komponent.

Možná opatření

- Podpora spolupráce výzkumné a aplikační sféry s cílem implementace výsledků výzkumu a vývoje a jejich využití pro posílení bezpečnosti špičkových a konkurenceschopných konečných produktů
- Zvýšení kybernetické odolnosti a zvýšení povědomí o bezpečnostních hrozbách
- Kontinuální sledování technologického vývoje a analýza jeho dopadů na inovační potenciál regionu.

## Oblast odpadů a spotřeby zdrojů

Efektivní a fungující odpadové hospodářství a udržitelná spotřeba zdrojů jsou základními předpoklady pro udržitelný rozvoj ZK. Vlivem koncentrace osídlení i průmyslové činnosti se vyprodukuje relativně vysoké množství komunálního i podnikového odpadu, který není dostatečně znovu využíván nebo bezpečně likvidován. Přes nárůst separace odpadů a jejich recyklace či materiálově-energetického využití končí stále významná část odpadů na skládkách. Aktuálním problémem řešeným ve Zlínském kraji je nedostatek kapacitních provozů pro efektivní a environmentální zpracování plastového odpadu. Z hlediska identifikovaných potřeb bude nutné nalézt vhodné lokality pro budování sběrných a separačních dvorů s dostatečnou kapacitou a zabezpečením všech environmentálních nároků a vhodných technologických postupů pro zpracování odpadů.

Důležitou oblastí je i předcházení vzniku odpadů, jakožto základním atributem nakládání s odpady. V souvislosti s prevencí vzniku odpadů je třeba klást důraz na podporu čistší produkce, aplikaci inovativních technologických změn snižujících produkci odpadů (zahrnujících nejlepší dostupné technologie) a spotřebu primárních surovin. Významným krokem k šetrnějšímu nakládání s odpady je taktéž umožnění opětovného použití výrobků.



**Možná opatření:**

- Optimalizace třídění odpadů včetně biologicky rozložitelného komunálního odpadu (kontejnerová stání, separační a recyklační sběrné dvory, kompostárny pro biologicky rozložitelný komunální odpad).
- Výstavba a modernizace zařízení pro materiálové využití odpadů.
- Výstavba a modernizace zařízení na energetické využití odpadů a související infrastruktury.
- Výstavba a modernizace zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady včetně zdravotnických odpadů.
- Snižování dopadů průmyslové výroby na životní prostředí eliminací zdraví škodlivých látek z výrobního procesu.
- Podpora vzniku a modernizace zařízení pro čištění odpadních vod (včetně decentralizovaných domovních čistíren odpadních vod).

**Oblast energetické efektivity**

V oblasti energetické účinnosti by se aktivity subjektů v regionu měly orientovat na tvorbu energetických auditů a snižování energetické náročnosti průmyslové výroby i provozu budov i rozšíření využívání obnovitelných zdrojů energie. Efektivně se dá realizovat snižování energetické náročnosti provozu úřadů, příspěvkových organizací a objektů v majetku jednotlivých měst a obcí. Aktivity v rámci prioritní oblasti budou mít pozitivní vliv na kvalitu životního prostředí v podobě snížení emisí skleníkových plynů, snížení konečné spotřeby energie a úspor disponibilních prostředků na výdaje za elektřinu a teplo pro firmy, veřejné instituce i domácnosti.

**Možná opatření:**

- Podpora zavádění technologií na využití odpadního tepla
- Podpora zavádění inteligentních systémů pro regulaci vytápění
- Výstavba nových a modernizace stávajících výroben elektřiny a tepla z OZE
- Realizace opatření ke snižování energetické náročnosti budov v podnikatelském sektoru, podpora dosažení standardu pasivních budov
- Podpora zavádění technologií pro akumulaci energie v budovách
- Podpora zavádění inovativních technologií v oblasti výroby energie z obnovitelných zdrojů

**7.3.3 Druhý kulatý stůl**

Cílem druhého kulatého stolu byla diskuze, revize a doplnění opatření pro RIS Zlínského kraje, která vzešla z rozhovorů se zástupci podnikové sféry v kraji a z prvního kulatého stolu. Za tímto účelem byli na kulatý stůl Technologickým inovačním centrem Zlín pozváni zástupci podnikové, akademické i veřejné sféry ZK. Setkání na TIC Zlín se kromě zástupců TIC Zlín a TC AV účastnilo 19 zástupců organizací ze ZK – kromě inovačních podniků byla zastoupena i UTB a orgány veřejné správy (Krajský úřad, regionální zastoupení MPSV).

Strukturovaná diskuze směřovala ke zjištění preferencí a postojů účastníků v souvislosti s řešeným tématem, na jejichž základě bude možné dospět ke konsenzu o možných řešeních problémů vyplývajících z působení nastupujících technologií na vybraná odvětví ekonomiky ZK. Byly přitom uvažovány možné dopady technologických změn na ekonomiku a společnost v časovém horizontu cca 10 let. Hlavním cílem kulatého stolu bylo získat expertní názory na následující okruhy otázek:

1. Jaká opatření jsou z hlediska budoucího vývoje technologických domén nejvýznamnější?
2. Ovlivní implementace opatření rozvoj inovačního potenciálu firem v ZK?
3. Jak může implementaci opatření akcelarovat regionální samospráva či výzkumné organizace v ZK?

Výsledky diskuze na druhém kulatém stole lze shrnout do následujících bodů:

- Opatření na podporu inovačního potenciálu by se měla zaměřovat na podporu inovačního managementu na úrovni ZK. Potřeba je posilovat meziprofesionální spolupráci a propojování profesních specializací s cílem rozšíření systémové integrace jednotlivých produkčních linek.
- Nutné je podporovat aktivity vedoucí k inovační iniciativě a kreativitě studentů středních i vysokých škol (včetně opatření podpory motivačního systému a pracovní mobility) a opatření vedoucí k posilování profilace absolventů UTB.
- Nutné je posilovat zlepšení spolupráce UTB s aplikační sférou a zlepšení možností pro uplatnění absolventů. Navrženo bylo omezení restriktivity využívání stávajícího vybavení UTB pro potřeby studentů a možnost zřízení otevřené dílny – FabLabu – při UTB.

Největší význam z hlediska pozitivních dopadů na rozvoj regionu i reálných možností kraje daná opatření realizovat přisuzovali účastníci systémovým opatřením (popsaná výše v textu k prvnímu kulatému stole), tedy opatření zaměřeným na podporu lidských zdrojů a podnikání. U ostatních oblastí opatření navrhovaných účastníky rozhovorů a prvního kulatého stolu (digitalizace výroby, bezpečnost, odpady a spotřeba zdrojů, energetická efektivita) poukazovali účastníci opakovaně na značně omezené možnosti kraje aktivně zasahovat. Možnosti kraje jsou omezené především finančně (roční rozpočet na oblast VaVaI ve výši cca 10 mil. Kč). Výše uvedená průřezová témata a jejich projektové řešení by mohla představovat základní iniciativu pro posilování inovační výkonnosti lokálních firem a řešení primárních problémů, které byly zmiňovány v rámci kulatých stolů.

#### 7.3.4 Dotazníkové šetření k návrhu opatření pro RIS Zlínského kraje

Vzhledem ke skutečnosti, že během druhého kulatého stolu nebylo přistoupeno k prioritizaci opatření navržených během řízených rozhovorů a kulatých stolů, byla tato prioritizace uskutečněna prostřednictvím on-line dotazníkového šetření. K účasti na šetření byli přitom přizváni všichni účastníci rozhovorů a kulatých stolů. Smyslem bylo rozšířit okruh aktérů, kteří budou mít možnost vyjádřit se k opatřením navrženým jednotlivými účastníky participativní části Analýzy technologických trendů ZK (seznamy účastníků rozhovorů, 1. a 2. kulatého stolu se překrývaly pouze z menší části).

On-line dotazníkové šetření bylo provedeno v období od 8. do 20. 3. 2019. Dotazník byl rozeslán celkem 34 zástupcům organizací ve ZK, z nichž 8 dotazník vyplnilo. Návratnost byla tedy ve výši 23,5 %. Vzhledem k nízkému počtu respondentů tak výsledná prioritizace navrhovaných opatření nemá příliš velkou váhu pro aktualizaci RIS a dalších strategických dokumentů ZK. Může ovšem posloužit jako orientační podklad, který umožňuje lépe porozumět preferencím a očekáváním firem v kraji. Navrhovaná opatření zároveň vždy tematicky nespadají do Regionální inovační strategie, ale mohou být případně realizována v rámci jiných strategií ZK (zejména Strategie rozvoje ZK).

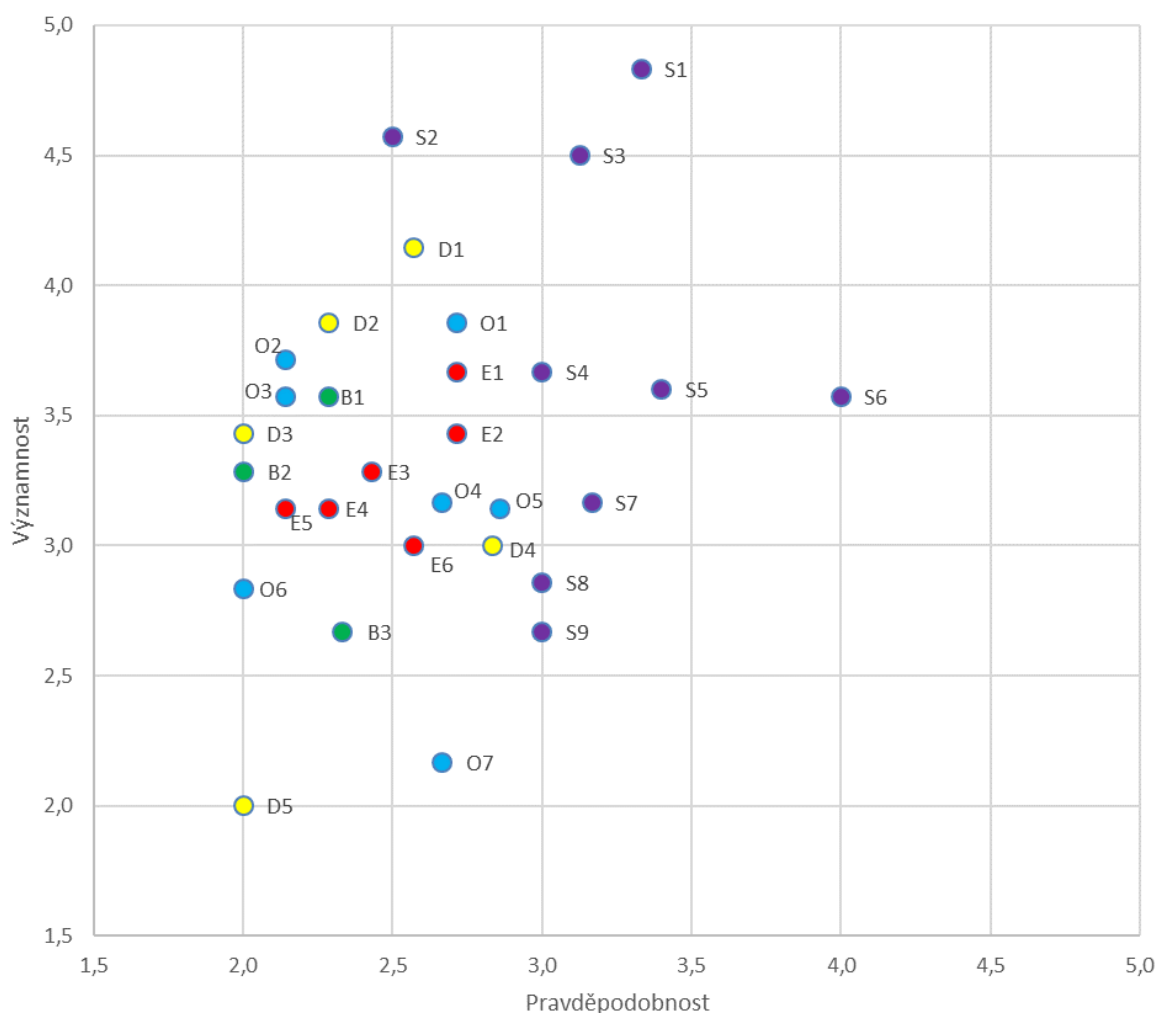
V dotazníku byli respondenti vyzváni ke zhodnocení opatření navržených během rozhovorů a kulatých stolů, a to z hlediska a) významnosti dopadů na socioekonomický vývoj ZK a b) pravděpodobnosti úspěšné realizace daného opatření (z úrovně kraje). Významnost i pravděpodobnost realizace byly hodnoceny na škále 1 až 5, kde známka 1 označovala zanedbatelnou významnost/pravděpodobnost a 5 velmi vysokou významnost/pravděpodobnost.

Hodnocené návrhy 30 opatření spadaly do 5 skupin definovaných autory této práce v návaznosti na výsledky rozhovorů a prvního kulatého stolu (viz výše v textu k prvnímu kulatému stole). Respondenty byl v průměru největší význam přisuzován systémovým opatřením (průměr hodnocení 3,71), což je v souladu s výsledky druhého kulatého stolu. Z hlediska významnosti následovala opatření v oblasti digitalizace výroby (průměrně 3,29), energetické efektivity (3,28), odpadů a spotřeby zdrojů (3,21) a nejnižší význam byl přisuzován opatřením v oblasti bezpečnosti (3,17). Podobně z hlediska pravděpodobnosti úspěšné realizace hodnotili respondenti v průměru nejvýše systémová opatření (3,17). Za podstatně méně pravděpodobnou pak respondenti považovali úspěšnost realizace – z krajské úrovně – opatření v oblasti energetické efektivity (2,48), odpadů a spotřeby zdrojů (2,46), digitalizace výroby (2,34) a zvláště bezpečnosti (2,21). Tyto hodnoty sice představují značnou generalizaci hodnocených opatření, ale dávají tušit postoj respondentů z řad firem k významu a

šancím na úspěch realizace navrhovaných opatření. Ve shodě s výsledky druhého kulatého stolu tak byla největší váha přikládána systémovým opatřením.

V Grafu 1 níže jsou zaneseny výsledky hodnocení všech opatření z hlediska významnosti a pravděpodobnosti jejich úspěšné realizace z krajské úrovně. Z grafu jsou patrné rozdíly v hodnocení jednotlivých skupin opatření (jsou barevně odlišené), které jsou popsány výše. Tabulka 4 obsahuje seznam jednotlivých opatření, řazených uvnitř pěti skupin opatření podle průměrných hodnot významnosti, které jim respondenti přidělili. Barevně jsou přitom odlišeny návrhy opatření, kterým byl respondenty přisuzován větší význam (s průměrnými hodnotami nad 3,5). Je zřejmé, že respondenti považují za nejvýznamnější především systémová opatření zaměřená na zkvalitnění středního a vysokého školství v kraji a jeho provázání s podnikovou sférou, opatření na vytváření výkonné digitální infrastruktury, opatření reagující na narůstající robotizaci výroby, opatření pro optimalizaci systému pro třídění odpadů, pro zlepšení materiálového využití odpadů aj. U jiných než systémových opatření (tj. zde obecně opatření na podporu lidských zdrojů a podnikání), tedy u opatření přímo spojených s reagováním na šíření nových technologií jsou však respondenty považovány možnosti kraje pro jejich úspěšnou realizaci zpravidla za dosti omezené.

**Graf 1: Výsledky dotazníkového šetření k návrhům opatření pro RIS Zlínského kraje**



Zdroj: Vlastní zpracování

Poznámka: Hodnocená opatření jsou spolu s kódy uvedena v tabulce níže

**Tabulka 4: Opatření navrhovaná aktéry ze Zlínského kraje během rozhovorů a kulatých stolů a jejich průměrná hodnocení v dotazníkovém šetření**

Skupina opatření/ kód	Navrhovaná opatření	Význam- nost	Pravdě- podobnost realizace
<b>Systémová opatření</b>	S1 Podpora provázání kompetencí absolventů s potřebami regionálního trhu práce (vzhledem k předpokládané aplikaci nových technologií), podpora stávajících oborů tak, aby vyhovovaly praxi	4,83	3,33
	S2 Zkvalitnění odborné výuky na nižších stupních škol tak, aby byly rozvíjeny znalosti a kompetence žáků/studentů v technologických oblastech významných pro ZK	4,57	2,50
	S3 Podpora spolupráce UTB s podnikovou sférou	4,50	3,13
	S4 Podpora získávání kvalifikovaných odborníků ze zahraničí (ale též z dalších krajů ČR) v oborech s nedostačující domácí nabídkou	3,67	3,00
	S5 Podpora spolupráce středních škol s UTB	3,60	3,40
	S6 Podpora založení otevřené dílny – FABLABu při UTB	3,57	4,00
	S7 Podpora vzniku konzultačního systému pro nově vzniklé technologicky orientované firmy (expertní a mentorská databáze, zavádění nových obchodních modelů, technologický scouting, technologický/procesní mentoring	3,17	3,17
	S8 Podpora systému pro identifikaci talentů a práci s talenty a pro jejich získávání na profesní dráhu ve výzkumu	2,86	3,00
	S9 Podpora inovačních projektů v oblasti digitalizace podnikových procesů (včetně mentorské sítě)	2,67	3,00
<b>Digitalizace výroby</b>	D1 Vytváření funkční a výkonné digitální infrastruktury umožňující vysokorychlostní připojení jednotlivých elementů a komunikaci mezi jednotlivými technologickými prvky	4,14	2,57
	D2 Podpora vzniku nových forem pracovních činností s interakcí člověka a stroje	3,86	2,29
	D3 Podpora zavádění nových výrobních technologií, procesů, systémů řízení, logistiky a architektury výrobního prostředí s plnou automatizací a integrací kyber-fyzických systémů	3,43	2,00
	D4 Podpora podnikového výzkumu v oblasti digitálních technologií a transferu těchto technologií	3,00	2,83
	D5 Podpora vzniku nových nebo podstatně změněných obchodních modelů a podnikatelských příležitostí	2,00	2,00
<b>Bezpečnost</b>	B1 Podpora spolupráce výzkumné, podnikové a veřejné sféry na posílení bezpečnosti všech prvků digitální infrastruktury	3,57	2,29
	B2 Zvýšení kybernetické odolnosti a povědomí o bezpečnostních hrozbách	3,29	2,00
	B3 Kontinuální sledování technologického vývoje a analýza jeho dopadů na inovační potenciál regionu	2,67	2,33
<b>Odpady a spotřeba zdrojů</b>	O1 Optimalizace třídění odpadů včetně biologicky rozložitelného komunálního odpadu	3,86	2,71
	O2 Výstavba a modernizace zařízení pro materiálové využití odpadů	3,71	2,14
	O3 Podpora upcyclingu a bezodpadové výroby	3,57	2,14
	O4 Výstavba a modernizace zařízení pro energetické využití odpadů a související infrastruktury	3,17	2,67
	O5 Snižování dopadů průmyslové výroby na životní prostředí eliminací zdraví škodlivých látek z výrobního procesu	3,14	2,86
	O6 Podpora vzniku a modernizace zařízení pro čištění odpadních vod (včetně decentralizovaných domovních čistíren odpadních vod	2,83	2,00
	O7 Výstavba a modernizace zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady včetně zdravotnických odpadů	2,17	2,67
<b>Energetická efektivita</b>	E1 Podpora zavádění inteligentních systémů pro regulaci vytápění	3,67	2,71
	E2 Podpora zavádění technologií na využití odpadního tepla	3,43	2,71
	E3 Podpora zavádění inovativních technologií v oblasti výroby energie z obnovitelných zdrojů	3,29	2,43
	E4 Realizace opatření ke snižování energetické náročnosti budov v podnikatelském sektoru, podpora dosažení standardu pasivních budov	3,14	2,29
	E5 Podpora zavádění technologií pro akumulaci energie v budovách	3,14	2,14
	E6 Výstavba nových a modernizace stávajících výroben elektřiny a tepla z obnovitelných zdrojů energie	3,00	2,57

### 7.3.5 Závěrečné shrnutí kulatých stolů

Realizované workshopy ukázaly relativně nízký zájem širší expertní komunity ve Zlínském kraji o vzájemnou spolupráci při rozvoji inovačních aktivit a inovačního prostředí prostřednictvím aktualizace Regionální inovační strategie Zlínského kraje. Z tohoto důvodu je nutné ze strany veřejné správy aktivně vytvářet, tematicky naplňovat a udržovat participativní systém na vytváření sdíleného technologického, metodického a znalostního zázemí a vytvářet nové kapacity ve vybraných oborech společného zájmu (viz např. iniciační témata identifikovaná na druhém workshopu). Tyto aktivity lze realizovat v rámci TIC.

Dlouhodobá spolupráce s regionálními experty by se měla soustředit na identifikaci příležitostí a hnacích sil pro rozvoj inovačního prostředí v regionu, na vytváření příznivého prostředí pro výzkum, vývoj a vytváření inovací, spolupráci výzkumné a aplikační sféry, mezioborovou spolupráci, vytváření vhodných podmínek pro strategicky významné investory, zahraniční výzkumníky a pro zajištění souvisejících služeb v této oblasti. Expertní spolupráce na půdorysu „triple helix“ může v regionu společně prosazovat a kvalitativně rozvíjet zájmy ZK.

Mezi hlavní činnosti, které je možné na základě spolupráce s experty rozvíjet a posilovat patří průběžné mapování vybraných odvětví – sledování aktivit firem a výzkumných organizací v oblasti prioritních rozvojových témat ve ZK, monitorování trhu technologií a výrobků a sledování výsledků průzkumů, které se týkají prioritních regionálních témat apod. Nutné je dlouhodobé prosazování společných zájmů prostřednictvím implementace Regionální inovační strategie ZK. Znalosti expertů by měly být zaměřeny na efektivní podporu (růst kompetencí, výzkumná infrastruktura, podpora transferu technologií apod.) regionálních organizací a týmů aktivních v oblastech tematicky spadajících pod prioritní oblasti realizované v RIS. K těmto aktivitám by měl být realizován silný marketing reprezentativních projektů. Marketing by měl zahrnovat predikci požadavků a možného vývoje trhu, komunikaci s externími subjekty až po propagaci jednotlivých subjektů aktivních v prioritních oblastech rozvoje ZK.

## 8 Přílohy

### 8.1 Příloha 1: Seznam respondentů řízených rozhovorů

	Subjekt	Respondent	Pozice
1	5M s.r.o.	Ing. Richard Pavlica, Ph.D.	člen výkonné rady
2	Aircraft Industries, a.s.	Ing. Karel Minařík	technický ředitel
3	Avex Steel Products s.r.o.	Ing. Jiří Gistr	CEO
4	AXIOM TECH s.r.o.	Ing. Jan Havlíček	technický ředitel
5	Centrum polymerních systémů UTB	doc. Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D.	vedoucí výzkumné skupiny Zpracovatelství plastů
6	Greiner Packaging Slušovice s.r.o.	Ing. Ivo Benda	jednatel
7	Kapa Zlín s.r.o.	Marek Gajdošík	jednatel
8	Kovárna VIVA, a.s.	Ing. Čestmír Vančura	ředitel pro strategický rozvoj
9	Moravský letecký klastr	Ing. Petr Tomášek	výkonný manažer
10	Plastikářský klastr	Ing. David Hausner	ředitel
11	PRIMA BILAVČÍK, s.r.o.	Ing. Martin Papež	školicí inženýr
12	SATTURN HOLEŠOV s.r.o.	Ing. Jaromír Tomšů	CEO
13	Tajmac ZPS, a.s.	Ing. Radomír Zbožínek	technický ředitel
14	TNS SERVIS s.r.o.	Dr. Ing. Jiří Rašner	vedoucí divize aplikované robotizace

## 8.2 Příloha 2: Osnova strukturovaného rozhovoru s regionálními aktéry

Strukturované rozhovory byly využity jako hlavní metoda sběru primárních dat pro zjištění širokého spektra kvalitativních informací, které nejsou dostupné ze sekundárních zdrojů. Metoda byla využita pro hodnocení potenciálu jednotlivých subjektů aplikovat technologie/technologické trendy identifikované v prvním kroku řešení zakázky. Druhým cílem strukturovaných rozhovorů bylo identifikovat rozvojový potenciál a aktivity jednotlivých subjektů ve ZK z hlediska definice domén RIS3. Rozhovory byly realizovány s následujícími cílovými skupinami: inovační firmy, výzkumné organizace, další aktéři regionálního inovačního systému ZK.

V rámci rozhovorů byly zjišťovány informace a názory respondentů o průběhu a očekávaných aktivitách technologického rozvoje a očekávaných technologických změnách v jednotlivých doménách RIS3. Prostřednictvím rozhovorů s klíčovými aktéry regionálního inovačního systému byly rovněž zjišťovány informace sloužící jako vstupy pro kvalitativní část vyhodnocení dopadů technologických trendů na domény RIS3.

### Charakteristika firmy

#### 1. Firemní strategie a plánování

- a) o vzdálenější budoucnosti příliš neuvažujeme, důležitá je pro nás přítomnost a aktuální problémy
- b) ve firmě existuje určitá představa o budoucnosti firmy, není však podrobně písemně specifikována a rozpracována do plánu
- c) firma má písemně formulovanou vizi na 1 - 2 roky a sestavuje podle ní krátkodobé plány
- d) firma se snaží rozpracovávat svou vizi do podnikatelského plánu, sledujícího minimálně střednědobý výhled (3 - 5 let nebo 2 - 3 generace produktů)

#### 2. Sledování aktuálních vývojových trendů na trhu

- a) analýzy trhu se neplánují a provádějí se spíše jako okamžitá reakce na změny trhu
- b) pro produkční, technologické a vývojové plánování má společnost k dispozici pouze dílčí znalosti o vývoji trhu
- c) firma se snaží sledovat vývoj trhu a očekávaný trend bere v úvahu při přípravě svých aktivit
- d) vývoj trhu se pečlivě sleduje, zjištěné trendy jsou rozhodující pro plánování dlouhodobých firemních aktivit

#### 3. Pozice firmy v produkčním řetězci

- a) firma je koncovým výrobcem kompletujícím/prodávajícím celé výrobky
- b) firma je dodavatelem 1. řádu dodávajícím jednu nebo více komponent koncovému výrobcí
- c) firma je dodavatelem 2. řádu dodávajícím komponenty dodavatelům 1. řádu

#### 4. Sledování technologických trendů v oboru

- a) není zavedeno sledování nových technologií v oboru
- b) management sleduje vývoj know-how a nových technologií v oboru z vlastního zájmu
- c) management sleduje vývoj know-how a nových technologií v oboru a začleňuje tyto poznatky do své práce
- d) je určen zaměstnanec (nebo oddělení), který má na starosti sledování znalostí a nových technologií u konkurence a pravidelně informuje vedení a pracovníky společnosti



### 5. Řízení výzkumného a inovačního rozvoje firmy

- a) zpracovávají se pouze krátkodobé plány podle aktuálních tržních příležitostí, firma se programově inovacemi nezabývá
- b) plán je vytvářen na jeden kalendářní rok s přihlédnutím k momentální situaci firmy, na vytváření inovačních programů nemá firma dostatek zdrojů
- c) je zpracováván orientační plán s výhledem na 2 - 3 roky dopředu, inovační programy jsou přijímány, když je firma donucena inovovat kvůli aktivitě konkurence na trhu
- d) plán výroby počítá se zaváděním inovací jako nezbytným předpokladem pro dosažení vize firmy

### 6. Produktové / procesní inovace

- a) firma si nemůže dovolit provádět rozsáhlé produktové/procesní inovace
- b) firma se zaměřuje ponejvíce na imitace úspěšných řešení konkurence
- c) produktové/procesní změny se zavádějí v souladu s plánem, po zavedení se jejich přínos dále specificky nesleduje a nevyhodnocuje
- d) produktové/procesní inovace vycházejí z inovačních podnětů, jsou cíleně rozvíjeny a vždy se hodnotí jejich účinek

### 7. Kapacity pro výzkum a vývoj

- a) firma se aktivitami výzkumu a/nebo vývoje nezabývá
- b) firma se zabývá vývojem produktů / má vlastní konstrukční oddělení, neprovádí však vlastní výzkum
- c) firma uskutečňuje vlastní výzkumné aktivity (počet/podíl zaměstnanců VaV na zaměstnancích firmy)

### 8. Spolupráce na výzkumu a vývoji

- a) firma využívá výsledky výzkumu jiných subjektů (veřejných výzkumných organizací / firem) formou smluvního výzkumu, neprovádí však vlastní výzkum
- b) firma využívá výsledky výzkumu jiných subjektů formou smluvního výzkumu a zároveň spolupracuje na výzkumných projektech s výzkumnými organizacemi
- c) firma spolupracuje i na zahraničních výzkumných projektech (mimo případnou spolupráci na vlastním výzkumu se zahraniční mateřskou firmou)

### 9. Primární produkce firmy

#### Strojírenství

- a) zakázková strojírenská výroba
- b) vlastní strojírenská výroba finálních produktů (pro konečné spotřebitele/průmyslové výrobce)
- c) výroba komponent
- d) strojírenské znalostní inženýrství

#### Elektrotechnika

- a) řídicí systémy a automatizace strojů a zařízení
- b) měřicí přístroje
- c) zařízení pro energetiku
- d) jiné

## IT

- a) vlastní SW
- b) zakázkový SW
- c) outsourcing
- d) prodej a servis výpočetní techniky a poradenství

## Plasty a chemie

- a) nové materiály
- b) povrchové úpravy a povlaky
- c) aditivace aktivních látek se specifickými účinky
- d) snižování energetické náročnosti výroby
- e) eko-inovace
- f) jiné

## Aplikace nových technologií a technologických trendů

### Dopady trendů (převážně) na průmysl a domény specializace Zlínského kraje

1. Které technologie/technologické trendy budou přinášet nejvíce změn v doméně inovativní aplikace polymerů / inovace v konstrukčních činnostech / inovativní a úsporné elektronické systémy, resp. v navazujících průmyslových odvětvích klíčových pro ekonomiku Zlínského kraje?
  - a) Z hlediska průlomového vlivu na současný vývoj produkce v klíčových technologických odvětvích?
  - b) Z hlediska očekávaných ekonomických dopadů? (tj. poptávky po nových produktech/službách/technických řešeních, investic do vzdělávání a rekvalifikace zaměstnanců, vyvolaných investic do technologického vybavení firem, investic do firemního výzkumu, vývoje a inovací?)
2. Které z identifikovaných technologických trendů se v doménách specializace / klíčových odvětvích Zlínského kraje projevují již dnes? Z jakých důvodů?
3. V jakém časovém horizontu se začnou významné budoucí trendy (identifikované v otázce 1) projevovat? (*do 5 let – 5 až 10 let – 10 až 15 let – více než 15 let*)
4. Pro podchycení kterých trendů/skupin trendů existuje v regionu/v ČR dostatečně rozvinutá výzkumná infrastruktura / podniková sféra?

### Dopady trendů na dotazovnou firmu/organizaci

5. Které technologické trendy se budou v příštích letech přímo dotýkat činnosti Vaší organizace/firmy? Kterým se budete muset pouze přizpůsobit jejich aplikací a které trendy budete moci přímo ovlivňovat/spoluvytvářet?
6. Jaké očekáváte dopady identifikovaných technologických trendů na:
  - a) strategii Vaší firmy /organizace? V nástupu kterých trendů vidíte největší potenciál pro rozvoj Vaší firmy/organizace?
  - b) vývoj domén specializace a navazujících průmyslových odvětví ve Zlínském kraji?

7. V kterých oblastech domén specializace Zlínského kraje se bude činnost Vaší firmy/organizace v příštích letech nejvíce rozvíjet?
8. Jaké další, zde neuvedené technologické trendy, budou významné/určující:
  - a) pro činnost Vaší firmy?
  - b) vývoj domén specializace a navazující průmyslová odvětví ve Zlínském kraji?