



TECHNOLOGICKÉ
CENTRUM AV ČR

Rozvojová 135, 165 02 Praha 6
telefon: +420 234 006 100
fax: +420 220 922 698
email: techno@tc.cz

www.tc.cz

MAPA VÝZKUMNÉHO A APLIKAČNÍHO POTENCIÁLU ČESKA

Analytické podklady pro přípravu priorit VaV –
Souhrnná zpráva

30. dubna 2011

Tato zpráva byla vypracována v rámci veřejné zakázky Úřadu vlády „Analýzy a podklady pro realizaci a aktualizaci Národní politiky výzkumu, vývoje a inovací“, a projektu velké infrastruktury pro výzkum, vývoj a inovace „Česká republika v Evropském výzkumném prostoru – CZERA“.

Autoři:

RNDr. Pavla Žížalová, Ph.D. (zizalova@tc.cz)

OBSAH

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Úvod..... | 5 |
| 2 | Oborová a institucionální analýza výsledků výzkumu a vývoje v ČR | 6 |
| 3 | Hodnocení aplikačního potenciálu | 8 |
| 3.1 | Aplikační potenciál výzkumné sféry..... | 9 |
| 3.2 | Znalostní potenciál aplikační sféry | 10 |
| 3.3 | Vazby mezi výzkumnou a aplikační sférou | 16 |
| 3.4 | Bariéry spolupráce..... | 19 |
| 4 | Lidské zdroje ve VaV..... | 20 |
| 4.1 | Lidské zdroje ve VaV | 20 |
| 4.2 | Potenciál pro LZ ve VaV | 22 |
| 4.3 | Aplikační sféra a kvalita LZ | 24 |
| 5 | Mezinárodní spolupráce | 26 |
| 6 | Nové výzkumné infrastruktury | 31 |
| 7 | Shrnutí..... | 33 |

Seznam zkratek

| | |
|----------|---|
| AV ČR | Akademie věd ČR |
| b.c. | běžné ceny |
| ČR | Česká republika |
| ČSÚ | Český statistický úřad |
| EPO | European patent office |
| EU | Evropská unie |
| FTE | full-time equivalent |
| GERD | hrubé domácí výdaje na VaV |
| HDP | hrubý domácí produkt |
| HPH | hrubá přidaná hodnota |
| ICT | informační a komunikační technologie |
| IE | |
| IS VaVaI | informační systém výzkumu, vývoje a inovací |
| IT | informační technologie |
| MPO | Ministerstvo průmyslu a obchodu |
| MPT | Mezinárodní patentové třídění |
| NERV | Národní ekonomická rada vlády |
| NH | |
| NNS | nadnárodní společnost |
| NP VaVaI | Národní politika VaVaI |
| OKEČ | Odvětvová klasifikace ekonomických činností |
| p.b. | procentní bod |
| PZI | přímé zahraniční investice |
| RCIO | |
| s.c. | stálé ceny |
| ÚPV | Úřad průmyslového vlastnictví |
| USPTO | United States Patent and Trademark Office |
| VaV | výzkum a vývoj |
| VŠPS | výběrové šetření pracovních sil |
| VO | výzkumná organizace |
| VaVaI | výzkum, vývoj a inovace |
| ZP | zpracovatelský průmysl |

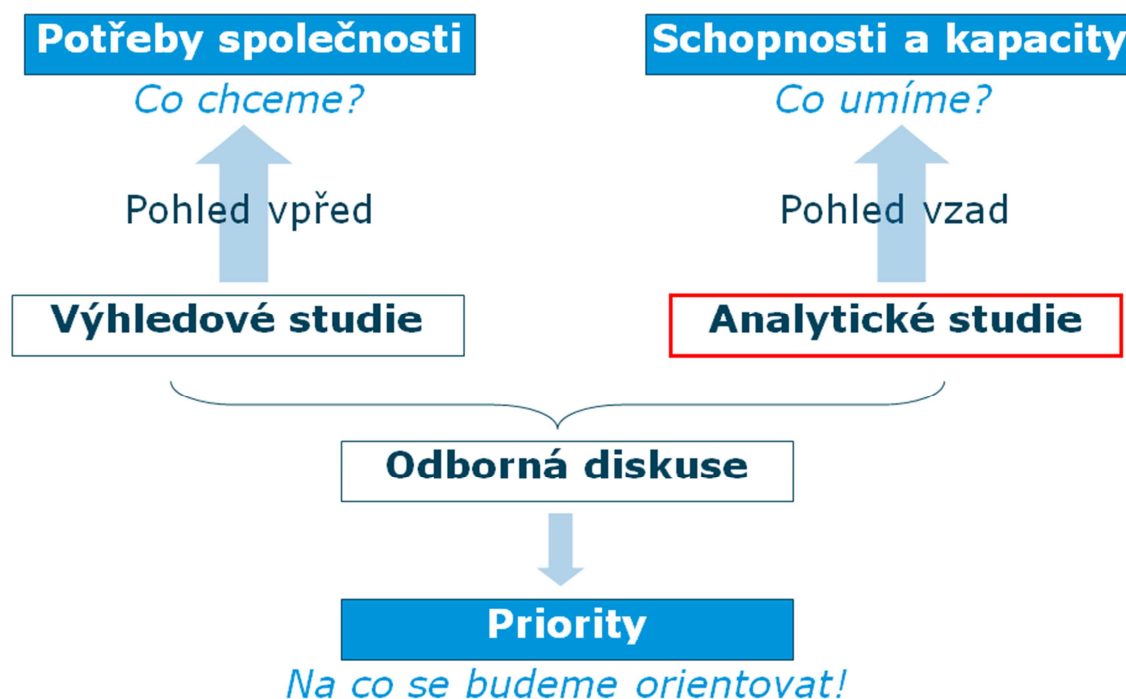
1 Úvod

Tato studie je vypracována na základě realizace veřejné zakázky Úřadu vlády České republiky: „Analýza a podklady pro realizaci a aktualizaci Národní politiky výzkumu, vývoje a inovací“ a je součástí souboru analýz tvořící jedny z analytických podkladů pro Koordinační radu a expertní panely, které mají na starosti samotnou přípravu priorit VaV.

Zadání pro tuto studii vychází z cíle 2 Národní politiky VaVaI 2009-2015 “Zacílit veřejnou podporu VaVaI na potřeby udržitelného rozvoje” a opatření A2-1 a A2-2, jejichž cílem je přehodnotit stávající priority aplikovaného výzkumu, vývoje a inovací ve vazbě na potřeby udržitelného rozvoje, společnosti a znalostní ekonomiky ČR.

Aktivity směřující k plnění těchto dvou opatření a cíle 2 NP VaVaI a jejich vazby jsou zjednodušeně uvedeny na obrázku 1. Samotnou přípravu priorit VaV předchází tvorba dvou typů podkladových studií: 1) výhledových studií, jejichž cílem je identifikovat očekávané výzvy české společnosti v horizontu nadcházejících 20 let a 2) analytické studie, které se zaměřují na zmapování existujícího potenciálu české ekonomiky a výzkumné sféry. A právě tyto analytické studie, resp. jejich shrnutí jsou předmětem tohoto dokumentu.

Obrázek 1: Struktura aktivit a podkladů pro návrh priorit VaV

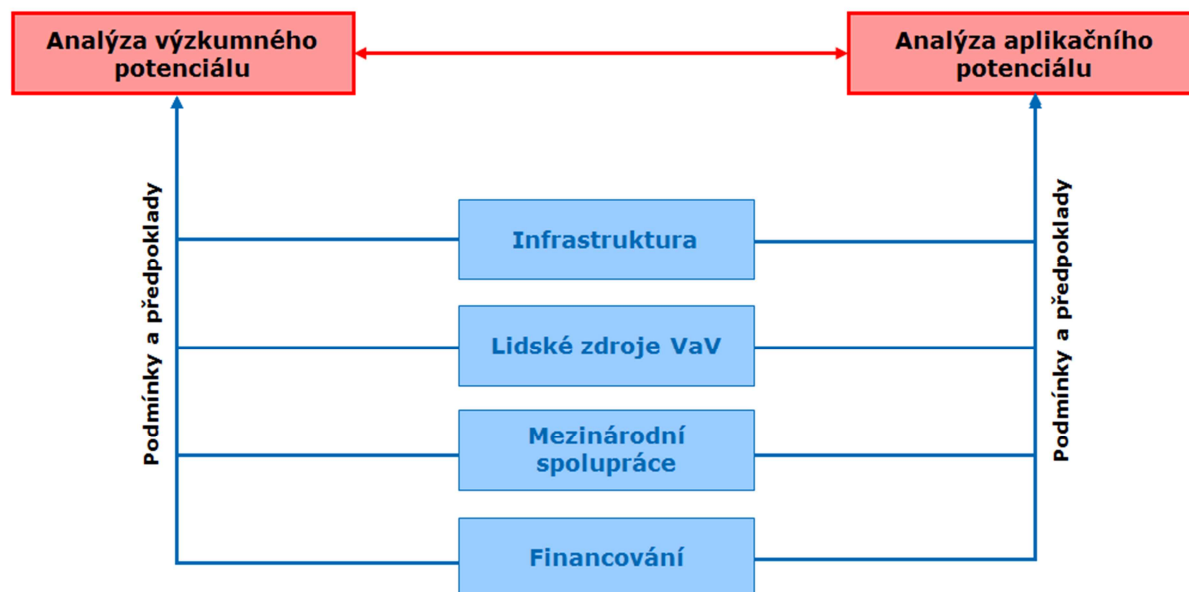


Analytické podklady zahrnují celkem 6 analytických studií, jejichž vazba je uvedena na obrázku 2. Výchozím bodem jsou dvě analýzy uvedené v horní části. První hodnotí excelenci výzkumných oborů v Česku ve srovnání se světovým a evropským výzkumem. Kvalita především základního výzkumu, který analýza hodnotila, je nesporně důležitým faktorem konkurenceschopnosti a rozvoje ekonomiky. Je však spíše faktorem vstupním. Proto ji doplňuje analýza aplikačního potenciálu zaměřená na hodnocení potenciálu přenést nejen výsledky výzkumu a vývoje do praktických, komerčních aplikací.

Obě tyto složky však potřebují ke svému fungování další důležité vstupy – zejména finanční, lidské a infrastrukturní – které do značné míry určují jejich možnosti, stejně jako je důležité jejich zapojení do širšího rámce – nadnárodních a mezinárodních vazeb a

reagování na globální příležitosti a hrozby. Těmito dalšími podmínkami a předpoklady se zabývají další čtyři analýzy uvedené na obrázku 2 modře.

Obrázek 2: Analytické podklady pro přípravu priorit



2 Oborová a institucionální analýza výsledků výzkumu a vývoje v ČR

Otázky

- Jak si stojí český výzkum v porovnání se zahraničím?
- Jaké výzkumné obory lze ze srovnání se zahraničím podle jejich výsledků vyhodnotit jako nadprůměrné? A jak jsou tyto obory významné v rámci českého výzkumu?

Hodnocení českého výzkumu vychází z analýzy vědeckých publikací, patentů a licencí vzniklých v ČR. Publikace lze považovat za indikátor základního výzkumu, kdežto patenty jsou jedním z hlavních indikátorů výzkumu aplikovaného. Ten doplňuje analýza licenčních poplatků, která doplňuje hodnocení výsledků aplikovaného výzkumu o jejich tržní hodnotu.

Podle výsledků je zřejmé, že **celková mezinárodní pozice ČR v patentech je výrazně horší než v odborných publikacích**, neboť české instituce produkují přibližně 0,5% všech publikací v databázi WOS, ale jen 0,05% patentů udělených EPO a asi 0,01% patentů USPTO.

V několika málo oborech byla identifikována **excelentní úroveň jak při analýze publikací tak i analýze patentů**. Nejvyšší počty udělených patentů ÚPV, EPO i USPTO patřily do podtříd A61 Lékařství či zvěrolékařství a C07 Organická chemie a část těchto patentů zřejmě vycházela z podoborů **medicinální chemie a aplikovaná chemie**, dosahujících v ČR nadprůměrné úrovně. Excelentní podobory **nástroje a nástrojová technika, lékařské laboratorní technologie a mechanické inženýrství** se alespoň částečně podílely na vzniku patentů v podtřídě G01 Měření a zkoušení, ve které získali čeští přihlašovatelé významné počty patentů u všech tří patentových úřadů a v podtřídě F16 Strojní součásti, ve které byly vysoké počty patentů ÚPV a EPO. Podobně nadprůměrný podobor **textilních materiálůvých věd** se zřejmě alespoň částečně

podílel na udělených patentech EPO či ÚPV v podtřídě D01 Přírodní nebo chemické niti a vlákna, ve které patřili přihlašovatelé z ČR k velmi úspěšným.

Mnohem **obvyklejší je ale situace, kdy je v ČR obor silný buď jen v oblasti publikací či jen v patentech**. Mezi ty první případy patří např. **jaderná fyzika a nukleární technologie, všeobecná a interní medicína a revmatologie**. V těchto oborech také jsou dominantními nositeli excelence spíše akademické výzkumné instituce. Celkový přehled silných oborů podle výzkumných výsledků

Tabulka 1: Nadprůměrně citované podobory v ČR (výběr)

| Zastřešující obor | podobor | RCIO oboru v ČR | Počet publikací ČR | Podíl na světových publikacích v oboru (%) | Podíl na počtu publikací ČR (%) |
|---------------------------------------|---|-----------------|--------------------|--|---------------------------------|
| Agriculture and food science | Soil science | 1,208 | 157 | 0,696 | 0,207 |
| Basic medical sciences | Chemistry, medicinal | 1,008 | 355 | 0,595 | 0,468 |
| Biological sciences | Marine & freshwater biology | 1,088 | 367 | 0,638 | 0,483 |
| Biological sciences | Fisheries | 1,065 | 222 | 0,809 | 0,292 |
| Biomedical sciences | Medical laboratory technology | 1,353 | 132 | 0,729 | 0,174 |
| Biomedical sciences | Toxicology | 1,049 | 513 | 0,946 | 0,676 |
| Clinical medicine | Medicine, general & internal | 2,522 | 240 | 0,235 | 0,316 |
| Clinical medicine | Rheumatology | 1,959 | 110 | 0,462 | 0,145 |
| Computer sciences | Computer science, software engineering | 1,155 | 217 | 0,583 | 0,286 |
| Electrical engineering | Automation & control systems | 1,089 | 132 | 0,405 | 0,174 |
| Energy science and technology | Nuclear science & technology | 1,270 | 822 | 1,437 | 1,083 |
| Environmental sciences and technology | Biodiversity conservation | 1,757 | 99 | 0,595 | 0,130 |
| Environmental sciences and technology | Forestry | 1,400 | 175 | 0,805 | 0,231 |
| Environmental sciences and technology | Ecology | 1,030 | 772 | 0,896 | 1,017 |
| Chemistry, chemical engineering | Spectroscopy | 1,338 | 638 | 1,347 | 0,840 |
| Chemistry, chemical engineering | Electrochemistry | 1,217 | 473 | 1,013 | 0,623 |
| Chemistry, chemical engineering | Materials science, textiles | 1,152 | 82 | 0,916 | 0,108 |
| Chemistry, chemical engineering | Chemistry, applied | 1,050 | 448 | 0,651 | 0,590 |
| Instruments, instrumentation | Instruments & instrumentation | 1,518 | 663 | 0,950 | 0,873 |
| Instruments, instrumentation | Microscopy | 1,035 | 81 | 1,294 | 0,107 |
| Mathematics | Mathematics, interdisciplinary applications | 1,061 | 169 | 0,426 | 0,223 |
| Mechanical engineering and aerospace | Engineering, aerospace | 1,285 | 102 | 0,587 | 0,134 |
| Mechanical engineering and aerospace | Engineering, mechanical | 1,104 | 212 | 0,288 | 0,279 |
| Physics and materials science | Physics, nuclear | 1,679 | 536 | 1,269 | 0,706 |
| Physics and materials science | Physics, atomic, molecular & chemical | 1,003 | 1084 | 1,080 | 1,428 |

Zdroj: Vlastní analýza podle Web of Science

Mezi **aplikačně silné obory** patří např. **vozidla a doprava všeobecně, elektrotechnika a výroba skla a skleněných výrobků**. V těchto oborech zřejmě vyrůstá excelence spíše ze silných průmyslových odvětví. Celkově tedy mezi nejaktivnější v počtu patentů patří tyto obory: organická a makromolekulární chemie, farmacie a medicínální chemie, elektrotechnika, měření a optika, textilní a kovové materiály, strojírenství a stavebnictví. V posledních letech se slibně rozvíjí i patentování v oblasti biotechnologií. Ve srovnání s vyspělými evropskými zeměmi však ČR v počtu patentů výrazně zaostává.

Právě v těchto nesymetricky excelentních odvětvích vidíme největší prostor pro pozitivní ovlivňování pomocí veřejných podpůrných programů, zaměřených právě na onu chybějící

část. Pokud by se v oborech dosahujících excelence v oblasti základního výzkumu povedlo stimulovat i aplikace, mohlo by to vést k velkému a rychlému růstu inovací v navazujících průmyslových oborech. Naopak, pokud by inovačně silný průmysl byl podpořen i excelentním základním výzkumem, mohlo by to vyústit v zásadní inovace odvětví, mnohem významnější než dosud.

Rovněž **na úrovni jednotlivých institucí se ojediněle vyskytuje excelence jak v oblasti základního výzkumu, tak i ve výzkumu aplikovaném.** ČVUT patří mezi excelentní instituce v oborech multidisciplinární fyzika, fyzika částic, multidisciplinární inženýrství, mechanické inženýrství, spektroskopie a nástroje a nástrojová technika. Zároveň patří i k významným přihlašovatelům patentů ve třídách G01 Měření a zkoušení, a G02 Optika. **Ústav organické chemie a biochemie AV ČR** zase vyniká v publikacích podoboru organická chemie a je rovněž významným přihlašovatelem patentů v podtřídách C07 Organická chemie a A61 Lékařství nebo zvěrolékařství. **Ústav makromolekulární chemie AV ČR** dosahuje vynikající výsledky v podoborech farmakologie a farmacie a polymerové vědy a rovněž patří mezi dominantní hráče v patentech podtřídy A61 Lékařství nebo zvěrolékařství. **Univerzita Karlova** vyniká v **medicínské chemii** a ve **všeobecné a interní medicíně** a je rovněž silná v patentech podtřídy A61 Lékařství nebo zvěrolékařství. V podoborech medicínální chemie a farmakologie a farmacie patří k excelentním institucím i **Univerzita Palackého v Olomouci** a **Ústav experimentální botaniky AV ČR** a obě tyto instituce vynikají i v počtu patentů podtřídy A61 Lékařství nebo zvěrolékařství. Ústav experimentální botaniky AV ČR patří mezi hlavní přihlašovatele patentů USPTO v podtřídě A01 Zemědělství což zřejmě souvisí s jeho excelentními publikacemi v podoboru věd o rostlinách (*plant science*).

Ve většině případů však instituce dosahují nadprůměrných výsledků buď v jen publikacích či v patentech. To je zřejmé i z velmi širokého srovnání: v publikačních výstupech jsou zcela dominantní VŠ a ústavy AV ČR, kdežto **v přihlašování patentů mají naprostou převahu firmy.**

3 Hodnocení aplikačního potenciálu

Otázky

- Jaký je aplikační potenciál nadprůměrné výzkumné sféry a jaká je její spolupráce s aplikačním sektorem v Česku?
- Jaký je znalostní potenciál české ekonomiky? Jaké obory a odvětví jsou znalostně nejsilnější a jaké je jejich postavení v české ekonomice?

Inovace nejsou v žádném případě „zero-sum“ game, a to i díky stále propojenějšímu globálnímu světu a moderním informačním technologiím, díky nimž je přístupno stále více informací včetně nových objevů a výsledků výzkumu. I proto již není tak významné mít celý inovační proces, všechny jeho segmenty, pod jednou střechou. Každopádně je však třeba mít kapacity na to, nové poznatky a objevy využít a transformovat je ve skutečné inovace produktů a procesů. Část z těchto schopností je, zjednodušeně absorpční kapacity, vázaná i přítomný výzkum a vývoj, který poskytuje schopnost novým poznatkům rozumět, najít je a využít je. I tím, že důležitou součástí vzdělávání nových pracovníků. Významná část absorpčních kapacit závisí ale na schopnostech samotné aplikační sféry.

Cílem další analýzy bylo proto vyhodnotit **aplikační potenciál identifikovaných výzkumných excelentních oborů, znalostní potenciál podnikové (aplikační) sféry a jejich vzájemné propojení**, a to jak potenciální, tak skutečně realizované.

3.1 Aplikační potenciál výzkumné sféry

Oborová analýza VaV v Česku ukázala, v jakých oborech je český výzkum ve srovnání se světovým výzkumem nadprůměrný, a to nejen z pohledu publikační aktivity, ale také výstupů v podobě patentů a licencí. Přihlédnuto bylo i k velikosti oborů, neboť kvalitní a silný výzkum je v naprosté většině případů spojen s určitou minimální kritickou masou.

V dalším kroku byl prostřednictvím kvalitativního terénního šetření vyhodnocen aplikační potenciál těchto oborů, resp. výzkumných týmů a zhodnocena byla jejich spolupráce s aplikační sférou. Pro řízené rozhovory bylo během února 2011 osloveno celkem 33 výzkumných pracovišť – výzkumných ústavů a fakult vysokých škol / univerzit a v rámci nich osloveno celkem 77 výzkumníků zastupující různé výzkumné týmy. Celkem bylo v průběhu února-března 2011 realizováno 54 rozhovorů.

Nejsilnější aplikační potenciál má podle realizovaných rozhovorů pět oborů, mnohé z nich zjednodušeně multidisciplinární:

- **life-sciences** zahrnující zejména farmacii, (bio)medicínu a biotechnologie (včetně technologií pro životní prostředí)
- **informační technologie a kybernetika**
- **přístroje** vázané na obory fyziky, optiky, elektroniky
- **nanotechnologie a materiály**, které mohou mít uplatnění v řadě oborů jako například v medicíně, životním prostředí, v textilních materiálech, stavebnictví či energetice
- **energetika**, především jaderná

Obory realizované spolupráce nabízejí podobnou škálu oborů, zejména ale v oblasti farmacie, medicíny a biotechnologií realizovaná spolupráce chybí. Kde je však patrný významnější rozdíl je intenzita realizované spolupráce – z **celkových 54 rozhovorů 34 výzkumníků zmínilo spolupráci s aplikační sférou** a uplatňování výzkumných výsledků v praxi. Tento počet je stále solidní, více než polovina z dotázaných výzkumníků spolupracuje s aplikační sférou, což vzhledem k vnímané silné bariéře mezi aplikační a výzkumnou sférou v Česku působí příznivým dojmem.

Tento příznivý dojem kazí ale především dvě skutečnosti. První se týká spolupráce s domácími subjekty. Ta je totiž výrazně nižší – tuto spolupráci již uvedlo pouze 18 výzkumníků. Ukazuje se zde tedy **jedna z bariér intenzivnější spolupráce v rámci českého inovačního systému**, kterou je **omezená absorpční kapacita** domácích firem (resp. firem lokalizovaných v Česku obecně¹) – blíže bude diskutován tento bod později.

Druhá skutečnost se týká **charakteru spolupráce s aplikační sférou** – ta nutně neznamená pouze spolupráci na společných projektech s cílem převést výsledky výzkumu do komerčních aplikací uplatněných na trhu, ale zahrnuje také spolupráci ve formě konzultací, jednoduchých měření a testování² a konzultací pro orgány státní správy (např. pro potřeby regulací, nastavené norem apod.). I tato spolupráce je důležitá, z pohledu ekonomiky má však výrazně menší potenciál pro inovace a zvýšení konkurenceschopnosti firem. Spolupráci zahrnující oblast inovací a transferu znalostí s cílem komercializace a uplatnění výsledků výzkumu v praxi uvedl nižší počet

¹ Za „domácí“ spolupráci by byla označena například i spolupráce s firmou Škoda Auto či s firmou Zentiva, které jsou firmami pod zahraniční kontrolou.

² Zde jsou míněny standardní měření a testování, často vyplývající z existujících předpisů; nejde tedy o „klasickou“ spolupráci v oblasti výzkumu a vývoje, která by přinášela přidanou hodnotu ve formě inovací nebo zvýšení konkurenceschopnosti firem.

výzkumníků – z uvedených 34 to bylo pouze 20 výzkumníků, z nichž navíc část spolupracuje pouze se subjekty lokalizovanými mimo Česko.

Intenzivní spolupráce výzkumníků zaměřená na transfer jejich znalostí a výsledků do praxe se tedy týká pouze přibližně jedné třetiny dotazovaných výzkumníků. Jaké jsou hlavní příčiny této poměrně nízké hodnoty? Zjednodušeně je lze rozdělit na:

- (i) **motivační** – nedostatečná motivace výzkumníků ke spolupráci s aplikačním sektorem a transferu znalostí, jak na úrovni výzkumných organizací, tak na systémové úrovni, zejména v rámci nastavení systému hodnocení
- (ii) **bariéry na úrovni inovačního systému** – absence služeb, ať na úrovni výzkumných organizací, či v rámci jiných subjektů, které by efektivně podporovaly spolupráci s aplikačním sektorem, případně vlastní komercializaci výzkumných výsledků například založením nové firmy, a stále nedostatečné povědomí o ochraně duševního vlastnictví. Tato bariéra souvisí i se zatím **absencí manažerského řízení výzkumných organizací.**
- (iii) **bariéry v absorpční kapacitě** – nízká absorpční kapacita a omezená poptávka po „službách“ VaV ze strany domácího podnikového sektoru, ale také nízké propojení mezi v Česku přítomnými zahraničními investory a domácím VaV.

Zároveň ale nelze říci, která z nich je tou klíčovou. Všechny jsou **vzájemně provázané** a odstranění (či zmírnění) jen jedné z nich by přineslo jen malý efekt.

3.2 Znalostní potenciál aplikační sféry

Přílišný důraz na (základní, neorientovaný) výzkum a výzkumné kapacity na úkor kapacit využívajících nové znalosti může velmi jednoduše bránit ekonomickému růstu. Kvalitní (excellentní) výzkum je důležitý, pro ekonomický růst je však ještě významnější, jak jsou jeho výsledky převedeny do praxe, resp. v jaké míře se v dané ekonomice vytvářejí inovace (bez ohledu na jejich hlavní zdroj). Klíčovým tvůrcem inovací je podnikový sektor. Další analýza byla proto zaměřena na hodnocení jeho znalostního potenciálu. Hodnocení znalostního potenciálu je však třeba zasadit do širšího kontextu vývoje celé ekonomiky a její struktury, který tvoří úvod této analýzy.

Ekonomická specializace

V období 2000-2008 Česko patřilo bezesporu mezi **stabilní a rychle se rozvíjející nové členské státy Evropské Unie. Od roku 2000 rostla česká ekonomika výrazně rychleji než průměr EU**, ze sousedních zemí ji převyšovalo pouze Slovensko, a to v letech 2006-2008. Díky rychlejšímu růstu se česká ekonomika dokázala přiblížit průměrné úrovni ekonomiky EU27.

Klíčovou roli v české ekonomice hraje průmysl, jehož přidaná hodnota v roce 2008 dosáhla v ČR výše 31,3 %, tj. nejvyšší hodnoty ze všech států EU. Se vstupem do EU přišlo v Česku oživení průmyslové produkce a přidaná hodnota v průmyslu ČR v posledních letech roste rychlým tempem (kolem 12 % ročně).

Rychlý hospodářský růst ČR v posledních letech je úzce spojen také s přílivem PZI do české ekonomiky, resp. vybraných odvětví zpracovatelského průmyslu. Firmy pod zahraniční kontrolou významně přispívaly k růstu české ekonomiky, neboť v mnoha odvětvích se podílely na růstu hrubé přidané hodnoty výrazněji než podniky domácí. Dlouhodobě tak v Česku vzniká **problém tzv. duální ekonomiky, kdy domácí**

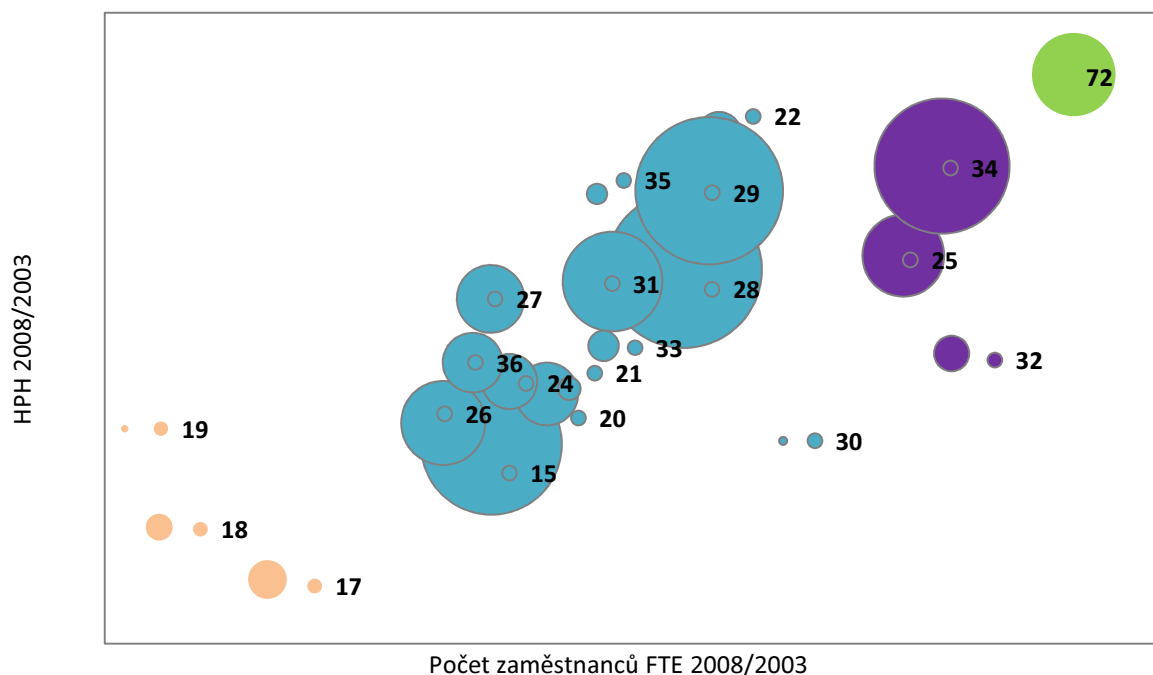
podniky zaostávají za podniky pod zahraniční kontrolou a kdy hospodářský růst je závislý na přítomnosti zahraničních subjektů.

Při detailnějším pohledu na vývoj odvětvové struktury zpracovatelského průmyslu **vystupuje automobilový (34) a strojírenský průmysl (29 a 28)**, které dohromady koncentrují přibližně 41 % HPH zpracovatelského průmyslu. **Dynamicky se rozvíjí výroba elektrických a optických přístrojů a zařízení (30–33)** a také **gumárenský a plastikářský průmysl (25)**, který je však silně závislý na poptávce automobilového průmyslu. Všechna tato odvětví vykazují výrazné zvýšení počtu zaměstnanců ve sledovaném období.

Na opačném konci stojí odvětví, která byla dříve motorem ekonomického růstu Česka a významným zaměstnavatelem, ale v současnosti svůj podíl na zaměstnanosti a HPH snižují – hutnictví – OKEČ 27, výroby skla, keramiky a porcelánu (26) a zejména textilní a kožedělný průmysl (OKEČ 17 – 19).

Přestože se ve struktuře exportu výrazně prosazuje výroba kancelářských strojů a počítačů (OKEČ 30) a výroba rádiových, televizních a spojových zařízení (OKEČ 32), nemají významnější podíl na HPH. Tato odvětví reprezentují v Česku zatím především velké zahraniční firmy, které zde investovaly zejména díky nižším provozním a výrobním nákladům. Otázkou je, zda i v tom odvětví dojde postupně k posilování aktivit s vyšší přidanou hodnotou podobně, jako tomu bylo u zmíněného automobilového průmyslu. Zázemí v excelentním výzkumu může Česko pro tento obor určitě nabídnout. I v těchto tradičních odvětvích označovaných také jako „low-tech“ můžeme ale najít inovativní firmy schopné uplatnit se na mezinárodních trzích.

Obrázek 3: Vývoj odvětví zpracovatelského průmyslu v období 2003 - 2008



Poznámka: Počet zaměstnanců uváděn jako FTE, hrubá přidaná hodnota uváděna v běžných cenách, velikost odvětví je vyjádřena jako průměr HPH za období 2003–2008 a počtu zaměstnanců v FTE 2003–2008, ze srovnání byly vyjmuty OKEČ 16, 23 a 37 vzhledem k velmi nízkým výchozím údajům. DO grafu byl doplněn také OKEČ 72 pro srovnání s vývojem ZP jako nejdynamičtější odvětví komerčních služeb a také odvětví významné pro posilování konkurenceschopnosti.

Barevně jsou odvětví rozděleny do třech skupin podle jejich dynamiky, samostatně je označeno odvětví IT služeb.

Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Kromě výrobních oborů jsou velmi dynamickým segmentem **ICT také IT služby, především výroba software (OKEČ 72)**, jejichž podíl na hrubé přidané hodnotě rostl od roku 2000 s výjimkou roků 2003 a 2004 rychleji než byl průměr zpracovatelského průmyslu.

Mezinárodní obchod, především tedy vývoz, je v současnosti dalším významným ukazatelem konkurenceschopnosti. Z pohledu teoretických studií je zdůrazňována především jeho specializace založená na komparativních výhodách země. Jak si v tomto ohledu stojí ČR? Její pozici a specializaci v mezinárodním obchodě lze nejlépe ukázat prostřednictvím podrobné položkové analýzy agentury CzechTrade.

Specializace českého exportu je podle této analýzy vysoká, několik málo položek (50 z 5000 možných) stabilně koncentruje více než polovinu komparativních výhod. Nejvýznamnějších deset položek zboží za rok 2009 je uvedeno v tabulce 2.

V roce 2009 na špici exportu jak z hlediska kladné obchodní bilance, tak z hlediska objemového v popředí dominovaly zbožové skupiny **výroby automobilového průmyslu**, odlišnými položkami jsou jen **výrobky výpočetní techniky a export elektřiny**.

Tabulka 2: Nejvýznamnějších 10 kategorií produktů s nejvyšší komparativní výhodou dle LFI (Lafay index*), 2009

| Druh zboží | LFI |
|---|------|
| Osobní vozidla, motor vratný pístový zážehový do 1000 m ³ | 1,34 |
| Osobní vozidla, motor vratný pístový zážehový do 1000-1500 m ³ | 1,25 |
| Zpracovatelské jednotky (jiné než zařízení pro automatické zpracování dat) | 1,07 |
| Osobní vozidla, motor vratný pístový vznětový do 1500-2500 m ³ | 0,79 |
| Části karosérii včetně kabin | 0,58 |
| Zařízení pro automatické zpracování dat, obsahující CPU i vstup/výstup jednotku | 0,57 |
| Osobní vozidla, motor vratný pístový zážehový do 1500-3000 m ³ | 0,52 |
| Elektrická energie | 0,32 |
| Čerpadla pohonných hmot, mazadel pro pístové motory | 0,31 |
| Přístroje světlené nebo vizuální elektrické signalizace pro motorová vozidla | 0,30 |

Poznámka: *Metodika viz NERV (2011)

Zdroj: CzechTrade

Neméně zajímavých je deset zbožových položek s nejnižší projevenou komparativní výhodou dle LFI (a tedy se zápornou obchodní bilancí – viz tabulka 3), kam spadají dle očekávání ropa, plyn ale též dovážené malé motory (pro úspěšně exportované malé automobily), části zařízení na automatické zpracování dat, další elektrotechnické součástky a léky.

Tabulka 3: Nejvýznamnějších 10 kategorií produktů s nejvyšší komparativní výhodou dle LFI (Lafay index*), 2009

| Druh zboží | LFI |
|---|-------|
| Drát z mědi rafinované, nad 6 mm | -0,21 |
| Motory vratné pístové, 250-1000 m ³ pro motorová vozidla | -0,21 |
| Přenosná zařízení pro automatické zpracování dat, < 10 kg, obsahující minimálně klávesnici, displej i CPU | -0,26 |
| Ropné oleje, střední a těžké | -0,43 |
| Zařízení polovodičová fotosenzitivní, svítivky | -0,46 |
| Části vysílačů, radarů, rozhlasových přijímačů a televizních aparátů | -0,84 |
| Části strojů pro automatické zpracování dat | -0,95 |
| Léky ze smíšených, nesmíšených výrobků, ostatní, odměřené | -0,97 |
| Zemní plyn v plynném stavu | -1,49 |
| Oleje minerální a z nerostů živičných, surové | -1,75 |

Poznámka: *Metodika viz NERV (2011)

Zdroj: CzechTrade

Zpracovatelský průmysl dominuje zahraničnímu obchodu z více než 90 %, z pohledu mezinárodního kontextu se stává stále významnější i sektor služeb. I zde je možné prostřednictvím analýzy CzechTradu vyhodnotit specializaci ČR. Kromě tradičních oborů jako je cestovní ruch a silniční nákladní doprava, které nejsou vázané ani na inovace, ani na vysoce kvalifikované lidské zdroje, zde vystupují dynamicky rostoucí **služby výpočetní techniky**. I tento segment služeb je podobně jako další podnikové služby vázán silně na zahraniční společnosti lokalizující v Česku outsourcingová centra. Nicméně, zároveň zde existují i domácí, inovačně založené firmy

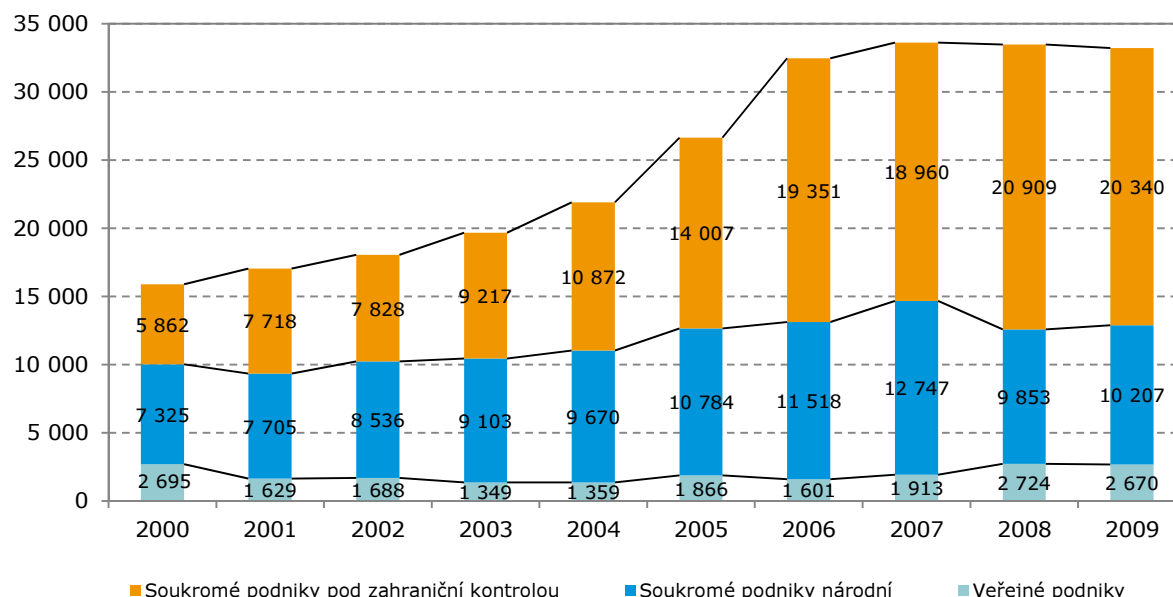
Znalostní potenciál

Agregátní / makroekonomické postavení Česka podle ukazatelů mezinárodních hodnocení konkurenceschopnosti je poměrně příznivé, především ve srovnání s novými členskými zeměmi EU z post-socialistického bloku. Při podrobnějším pohledu je ale zřejmé, že toto postavení je zároveň relativně nestabilní a **dobrá pozice je dosažena díky několika indikátorům, především v oblasti „tvrdých“ vstupů do aktivit VaVaI. Naopak řada měkkých faktorů klíčových pro přechod ekonomiky ke znalostně založené ekonomice zatím v Česku chybí.**

Celkové výdaje na VaV v Česku sice rostou a jejich struktura podle hlavních sektorů (především podíl podnikových výdajů) je také příznivá. Data ale naznačují velmi **omezenou provázanost inovačního systému** a dále vysokou **koncentraci podnikatelských výdajů na VaV do jednoho odvětví (oboru)** a také **do několika málo subjektů**.

Navíc, i z pohledu znalostních faktorů se potvrzuje **silná závislost české ekonomiky na aktivitách subjektů pod zahraniční kontrolou**. Ve srovnání se sektorem domácích podniků podnikové výdaje na VaV u zahraničních firem poměrně rychle rostly (s výjimkou roku 2009). Výdaje domácích firem naopak spíše stagnují.

Graf 1: Výdaje na VaV podle vlastnictví podniků (v mil. Kč), 2000-2009



Zdroj: ČSÚ – Ukazatele výzkumu a vývoje

Z hlediska jednotlivých odvětví je největší část výdajů na VaV v podnikatelském sektoru realizována **ve zpracovatelském průmyslu** – v roce 2009 tvořil podíl zpracovatelského průmyslu přibližně 63 % celkových podnikatelských výdajů na VaV

V rámci zpracovatelského průmyslu jsou výdaje **významně koncentrovány v odvětví automobilového průmyslu a výroby dopravních prostředků (OKEČ 34 a 35), a to zhruba ze 45 %**. Uvnitř této skupiny došlo k **největšímu nárůstu výdajů v odvětví výroby a oprav železničních a tramvajových lokomotiv a vozového parku a výroby dílů pro motorová vozidla**. Tento obor zahrnuje například výrobu brzd, převodových skříní, os, kol, tlumičů nárazů, chladičů, tlumičů výfuků, výfukových potrubí, katalyzátorů, spojek, volantů, sloupků řízení, bezpečnostních pásů, airbagů, dveří, nárazníků apod.

Oboru dominují zahraniční firmy, z nichž řada umístila do Česka i vývojová či výzkumná centra. Společnosti jako MB Tech, Ricardo, Swell, Valeo, Visteon, Bosch, Kostal a Siemens zde vybudovaly svá střediska VaV, a to jak v návaznosti na výrobní závody, tak i zcela samostatně (to je případ společnosti MB Tech či Ricardo). Celkem je možné v Česku najít 28 výzkumných a vývojových center spojených s automobilovým průmyslem (dle informací agentury CzechInvest z prosince 2009).

Druhým nejvýznamnějším odvětvím je **strojírenství** se zhruba 14% podílem v roce 2009 (oproti 11 % v roce 2001). Největší podíl v této skupině mají **odvětví výroby účelových strojů** – strojů pro využití v dalších odvětvích zpracovatelského průmyslu (např. stroje pro textilní průmysl, potravinářství, těžbu, zpracování pryže a plastů apod.) a **výroba a opravy strojů pro výrobu a využití mechanické energie** kromě motorů pro letadla, automobily a motocykly (např. turbíny, čerpadla, potrubní armatury ad.).

Dalšími dvěma odvětvími se shodným zhruba 8% podílem na celkových výdajích podnikatelského sektoru na VaV jsou **výroba chemických látek, přípravků, léčiv a chemických vláken** a **výroba zdravotnických, přesných, optických a časoměrných přístrojů**.

Prvnímu odvětví dominují výdaje na VaV ve **výrobě léčiv, chemických látek a dalších prostředků pro zdravotní účely**, což je obor, který lze spojit s největší **farmaceutickou firmou** v Česku, specializující se především na výrobu generických léčiv, a v roce 2009 ještě s dvěma dalšími společnostmi působícími v Česku ve farmacii. Jedna z nich však svoji činnost v roce 2010 ukončila.

V druhém odvětví výroby přístrojů je dominantní svými výdaji skupina **výroba zařízení pro řízení průmyslových procesů a výroba měřicích, kontrolních, zkušebních, navigačních a jiných přístrojů a zařízení**.

Významnější výdaje na VaV jsou investovány i v dalších odvětvích elektrotechnického a elektronického průmyslu – v oborech OKEČ 312 a 316, kam patří výroba elektrických rozvodných, řídicích a spínacích zařízení a výroba elektrických zařízení pro motory a vozidla a zařízení jinde neuvedená, a OKEČ 322 Výroba rozhlasových a televizních vysílačů a přístrojů pro drátovou telefonii a telegrafii.

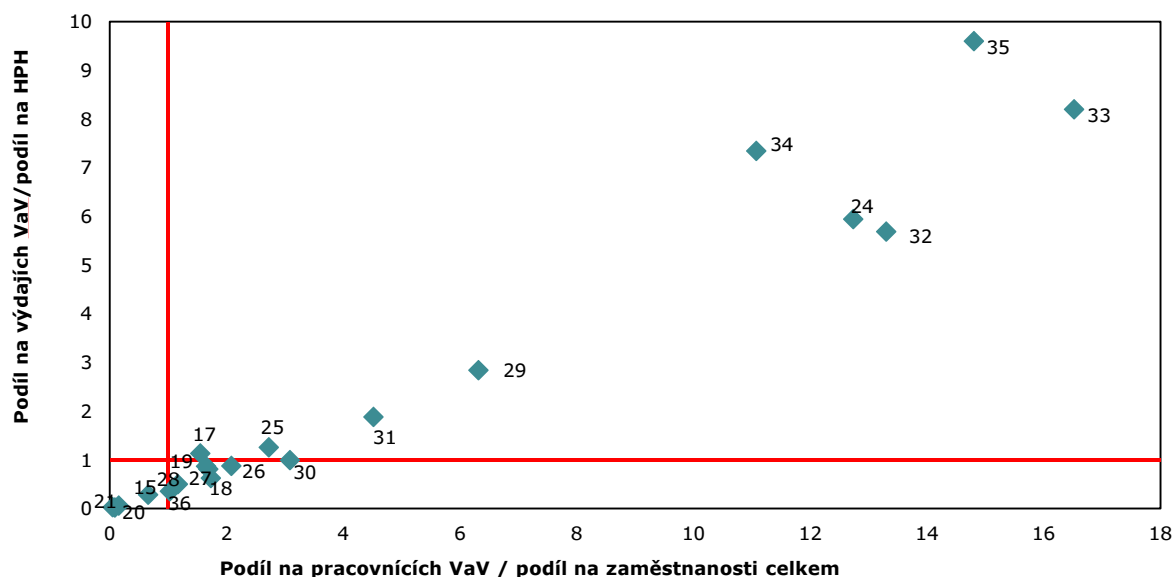
V rámci **sektoru služeb** představují výdaje na VaV podniků s předmětem činnosti **„výzkum a vývoj v oblasti přírodních a technických věd“**. Jejich podíl na výdajích podnikového sektoru však od roku 2000 poklesly – z 20 % v roce 2000 na 13 % podnikatelských VaV výdajů v roce 2008. Druhou největší skupinu představuje VaV s oborem **„motorová vozidla, přívěsy, návěsy“**.

Z dalších oborů sektoru služeb jsou nejvýznamnější **činnosti v oblasti informačních technologií s podílem přibližně 9 %**, doplněné se zhruba 1% telekomunikačních činností. Kromě vysokého podílu na celkových podnikových výdajích VaV se tento obor vyznačuje také obrovskou dynamikou výdajů – ty se od roku 2001 zvýšily 8x.

S podobným podílem na úrovni 2 % a výdaji ve výši zhruba 400 mil. Kč v roce 2009 stojí za zmínku ještě oblast **zdravotní a sociální péče**.

Shrnutí údajů o VaV aktivitách v podnikovém sektoru obsahuje graf 2. V úvahu je zde bráno období od roku 2003 do roku 2008, které se vyznačovalo růstem HPH a zaměstnanosti zpracovatelského průmyslu, ale při podrobnějším pohledu vystoupí rozdíly mezi jednotlivými odvětvími. Kromě odvětví zpracovatelského průmyslu je do hodnocení zahrnut i OKEČ 72 – IT služby.

Graf 2: Intenzita znalostních aktivit podle odvětví v období 2005-2009



Poznámka: počet zaměstnanců uváděn jako FTE, hrubá přidaná hodnota uváděna v běžných cenách
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Tyto údaje jsou navíc doplněny o tabulku spojující **informace o ekonomickém významu odvětví** v ekonomice **s jejich významem pro aktivity VaV**. Na základě kombinace těchto kritérií byla také vybrána odvětví ekonomiky pro následné vyhodnocení vazeb mezi výzkumnou a aplikační sférou, která je uvedena v kapitole 3.3 a tabulce 5.

Tabulka 4: Odvětví ekonomiky podle hlavních ekonomických a VaV indikátorů – vybraná odvětví za roky 2005-2009, v % na celku

| | HPH (b.c.) | HPH (s.c.) | Zaměstnanci (FTE) | Výdaje VaV (BERD) | Zaměstnanci VaV (BERD) |
|--|---------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| 01-14 Primér | 3,9 | 4,1 | 4,7 | 0,6 | 0,7 |
| 15 Výroba potravin a nápojů | 2,6 | 2,2 | 2,9 | 0,7 | 0,9 |
| 17 Textilní průmysl | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 0,6 | 0,7 |
| 18 Oděv. prům., zprac. kožešin | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,2 | 0,6 |
| 19 Výr. usní, výr. brašen, sedl., obuvi | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| 20 Prům. dřev., kork., koše, prout. zb. | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 |
| 21 Výr. vlákniny, papíru a lepenky | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |
| 22 Vydav., tisk, rep. zvuk., obr. nahr. | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,1 | 0,1 |
| 24 Výroba chemických výrobků | 1,3 | 2,0 | 0,8 | 7,5 | 5,1 |
| 25 Výroba pryž. a plast. výrobků | 1,7 | 2,8 | 1,6 | 2,2 | 2,1 |
| 26 Výroba ost. minerál. výrobků | 1,7 | 2,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 27 Výroba kovů vč. hutního zprac. | 1,4 | 0,8 | 1,1 | 1,1 | 0,9 |
| 28 Výroba kov. konst., kovoděl. výr. | 2,8 | 2,4 | 3,5 | 1,4 | 2,0 |
| 29 Výroba strojů a zařízení | 2,8 | 3,9 | 3,2 | 7,9 | 9,9 |
| 30 Výroba kanc. strojů a počítačů | 0,1 | -1,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| 31 Výroba el. strojů a přístrojů | 1,7 | 2,6 | 2,2 | 3,3 | 4,9 |
| 32 Výroba radio, tel. přij., spoj. zař. | 0,7 | 1,7 | 0,8 | 3,7 | 4,9 |
| 33 Výroba zdrav.,opt. přístr., hodin | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 4,4 | 5,4 |
| 34 Výroba dvoustopých mot. voz. | 3,3 | 5,3 | 2,2 | 24,2 | 12,0 |
| 35 Výroba ost. dopravních zař. | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 4,1 | 3,1 |

| | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 36 Výr. nábytku; ost. zprac. prům. | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 0,3 | 0,7 |
| 37 Zpracování druhot. surovin | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 |
| 50–55 Obchod, ubytování, stravování | 14,5 | 18,7 | 17,9 | 2,3 | 2,2 |
| 60–64 Doprava, spoje | 10,5 | 10,7 | 6,9 | 1,1 | 0,5 |
| 65–67 Peněžnictví | 3,5 | 3,0 | 1,7 | 2,7 | 1,5 |
| 72 Činnosti v oblasti výpočetní techniky | 1,8 | 1,6 | 1,3 | 9,2 | 12,5 |
| 73 Výzkum a vývoj | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 13,4 | 17,0 |
| 70+71+74 Ostatní podnikové služby | 11,7 | 10,8 | 9,1 | 4,0 | 6,1 |
| 85 Zdravotní a sociální služby | 4,0 | 2,6 | 5,4 | 1,3 | 2,0 |
| 75-99 (bez 85) Veřejné, sociální, osobní služby | 13,1 | 10,7 | 15,1 | 0,6 | 0,8 |

Zdroj: ČSÚ, vlastní výpočty

3.3 Vazby mezi výzkumnou a aplikační sférou

Otázky

- Jaké jsou hlavní a potenciální vazby mezi sledovanými silnými obory – průmyslovými odvětvími se silným VVI potenciálem a klíčovými pro českou ekonomiku a excelentními či nadprůměrnými výzkumnými obory identifikovanými v samostatné analýze?

Identifikace vazeb mezi těmito dvěma sektory je poměrně složité téma z důvodu interdisciplinárního charakteru některých řešených témat, stejně jako z důvodu obtížné odhadnutelnosti, kam mohou konkrétní obory v budoucnu směřovat. K přesnějšímu zhodnocení byly proto realizovány dvě kvalitativní šetření zaměřená na výzkumné týmy a na podniky realizující VaV aktivity³.

Přehled potenciálních vazeb shrnuje tabulka 5. Z tabulky je patrné, že znalostní potenciál aplikační a výzkumné sféry se skutečně **protne jen v omezené míře** – opravdu intenzivní spolupráce zaměřená na společné VaVaI projekty a realizaci unikátního know-how v praxi je limitovaná. **Bariéry lze podle předchozích výsledků hledat v obou hodnocených sférách i ve skutečnosti, že ekonomická specializace a absorpční kapacita Česka není tak shodná s jeho výzkumnou silou.** Řada silných výzkumníků i silných podniků musí hledat partnery pro případnou spolupráci mimo ČR. V řadě oborů, kde některé výzkumné týmy dosahují úrovně světové špičky, absorpční kapacita domácí podnikové sféry zaostává.

Zároveň však z předchozích výsledků překvapí častá neochota spolupráce s druhou stranou – v obou případech zdůvodňovaná odlišným přístupem k práci či odlišnými cíli. Tato bariéra nepochybně existuje, příklady úspěšné spolupráce a také často intenzivnější spolupráce domácích a zahraničních subjektů (oběma směry) ale ukazují, že překonat ji lze. Obecně by ji měly pomáhat překonat subjekty tzv. inovační infrastruktury – centra transferu technologií, inovační inkubátory, vědecko-technické parky apod., které jsou i v Česku již několik let intenzivně podporovány. Z pohledu výsledků této analýzy je však jejich dosavadní přínos pro iniciaci užší spolupráce výzkum-aplikační sféry omezený⁴.

Jejich aktivitu by měla doplňovat samozřejmě i efektivní podpora z národní úrovně. Ta je ale, překvapivě shodně, oběma stranami hodnocena jako nemotivující, vedoucí převážně k účelové spolupráci.

Toto je v podstatě příklad, kdy zde existují v daném oboru silné subjekty aplikační sféry i silné výzkumné týmy. Potenciální přínos z podpory VaV je tedy v této oblasti nejvyšší. Úspěšných příkladů skutečné spolupráce je však zatím v této skupině podle realizované analýzy málo. Jsou zde sice na obou stranách silné subjekty, ty však zatím nedokázaly

³ Bližší informace viz jednotlivé analýzy.

⁴ Zde je třeba zdůraznit, že role subjektů inovační struktury nebyla předmětem tohoto hodnocení, jedná se tedy o odvozený, zjednodušený závěr.

najít cestu ke společné spolupráci. Namísto největšího potenciálního přínosu se zde zatím ukazuje největší „promarněná příležitost“.

Další „promarněnou příležitostí“ je ale svým způsobem i situace, kdy zde existují silné výzkumné týmy s potenciálně silnými aplikačními možnostmi, které jsou však v důsledku slabé domácí absorpční kapacity uplatněny v zahraničí. Slabá domácí poptávka po VaV službách a nízká absorpční kapacita se ukazují jako významná bariéra v šetřeních v obou sférách, potvrzují to ale i další analýzy zpracovatele. Při tvorbě priorit a v hledání řešení pro identifikované klíčové výzvy české společnosti je třeba mít tento faktor určitě na paměti a reagovat na něj například systémovými opatřeními, která podpoří rozvoj adekvátní absorpční kapacity aplikační sféry.

Z realizované analýzy vyplývají tři možnosti vyplnění této mezery, ani jedno nelze v tuto chvíli upřednostňovat, naopak, mělo by se jednat o jejich kombinaci. Tyto možnosti jsou:

- Podpořit vlastní zakládání firem ze strany výzkumných týmů a organizací
- Podpořit absorpční kapacitu domácích subjektů a zvýšit jejich inovační poptávku
- Více propojit domácí a zahraniční subjekty, ať domácí výzkumné týmy se zahraničními firmami mající pobočky v Česku, nebo domácí podniky se zahraničními výzkumnými týmy, případně podpořit příchod zahraničních partnerů do Česka tak, aby domácí know-how nebylo využito mimo Česko.

Na první pohled tři jednoduché možnosti, z pohledu konkrétních nástrojů však mnohem komplexnější problémy, jejichž řešení musí vycházet z dobré znalosti konkrétních bariér.

Tabulka 5: Vazby potenciálního aplikačního využití výsledků výzkumných oborů v klíčových oborech ekonomiky

| | Instruments, instrumenta- tion | Nuclear physic / Nuclear science, technology | Physics | Medicine general & internal | Spectroscopy | Electro- chemistry | Other chemistry | Material sciences | Computer sciences, engineering | Automation, control system | Aerospace | Environmental sciences | Molecular biology | Polymer sciences |
|--|--------------------------------------|--|---------|-----------------------------------|--------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------|---------------------|
| Automobilový průmysl | | | | | | | | *** | *** | *** | | | | |
| Strojírenství | | ** | ** | | | | | * | *** | * | | | | |
| Elektronické, optické ad. přístroje | **** | | ** | | | * | | | *** | *** | | | | |
| IT služby | | | * | | | | | | *** | ** | | | | |
| Farmacie, lékařské přípravky | | | | * | * | * | ** | | | | | * | * | ** |
| Petrochemický, chemický p. | | | | | | | *** | * | | | | *** | | |
| Gumárenství, plastikářství | | | | | | | | | | | | | | |
| Elektrotechnický průmysl | * | | ** | | | | | | ** | ** | | | | |
| Zdravotnictví | *** | | | * | | *** | | ** | *** | | | | ** | |
| Energetika | | ** | ** | | | | | *** | * | | | * | | |

Poznámka:

**** - silná identifikovaná vazba a spolupráce s domácími subjekty aplikační sféry na společných VaVaI projektech

*** - silná identifikovaná vazba včetně realizované domácí spolupráce výzkum-aplikace, nicméně spolupráce zatím menšího rozsahu

** - střední identifikovaná vazba, spolupráce se subjekty aplikační sféry mimo Česko – nedostatečná absorpční kapacita

* - slabá vazba – pouze označen potenciál pro aplikace / spolupráci, skutečná spolupráce se zatím nerealizuje

prázdná buňka – velmi slabá až žádná vazba

Zdroj: Vlastní hodnocení

3.4 Bariéry spolupráce

Otázky

- Jaké jsou hlavní bariéry spolupráce akademického sektoru a aplikační sféry?

Intenzivní spolupráce výzkumníků a aplikační sféry zaměřená na transfer jejich znalostí a výsledků do praxe je zatím podle provedených analýz omezená, například u výzkumníků se týká pouze zhruba jedné třetiny z dotázaných. V rámci obou provedených šetření byly položeny i otázky zaměřené na bariéry vzájemné spolupráce, které naznačují hlavní příčiny těchto výsledků.

V rámci šetření **mezi výzkumníky** byly identifikovány tři hlavní oblasti bariér vzájemné spolupráce, které byly diskutovány v předcházející kapitole, a to:

- (i) **motivační bariéry,**
- (ii) **bariéry na úrovni inovačního systému,**
- (iii) **bariéry v absorpční kapacitě.**

Bariéry intenzivnější spolupráce vnímané **ze strany firem** lze rozdělit na čtyři skupiny, přičemž jsou v základu shodné s těmi, které byly identifikovány mezi výzkumníky.

- (i) **neochota a nezájem výzkumníků o spolupráci a aplikované výsledky a nesoulad mezi podnikovým a akademickým světem**

Odras této bariéry lze nalézt u výzkumníků dotazovaných v první části terénního šetření, kteří i přesto, že znají možné aplikace svých výsledků a prostor pro spolupráci s aplikační sférou, o tuto spolupráci nemají zájem. Na druhé straně zde jsou ale výzkumníci, kteří o spolupráci zájem mají, nemohou však najít potřebné partnery. Bariéru tedy nelze vnímat určitě jednostranně. Lze ji naopak dát do souvislosti s další bariérou, která je více shodná s výsledky šetření mezi výzkumnými týmy.

- (ii) **nastavení finanční podpory VaV(aI) aktivit** ze strany veřejného sektoru, která je hodnocena jako **nemotivující** – nevede firmy k vlastním vyšším investicím do těchto aktivit a zároveň nepodporuje aktivní, jasně cílenou spolupráci, ale spíše spolupráci účelovou.

Na druhé straně nelze popřít, že zde bariéra v komunikaci a shodě určitě existuje. Pomoci překonat by ji měly různorodé zprostředkující subjekty, které však zatím dostatečně a efektivně tuto funkci neplní a mezeru mezi aplikačním sektorem a výzkumem nedoplňují.

Další dvě zmíněné bariéry jsou již směřovány na samotný aplikační sektor.

- (iii) **Část podniků nespolupracuje s výzkumným sektorem v Česku z důvodu úzké specializace, pro kterou zde nemá vhodné (silné) partnery.** Případně se snaží maximálně chránit své know-how a spolupráce je tedy přednostně realizována pouze v rámci firmy – zde se tento typ odpovědi týkal zahraničních firem (nadnárodních korporací).
- (iv) **Další bariérou je slabá absorpční kapacita domácího podnikového sektoru, který zatím není tak silně orientován na inovační aktivity a dlouhodobé, strategické plánování a cíle,** kam samozřejmě VaVaI aktivity patří. Vzhledem k tomu, že tato bariéra je opět v podstatě identická s jednou z uvedených ze strany výzkumného sektoru, vyplývá zde jasná potřeba zvýšení inovační kapacity domácího aplikačního sektoru jako součást podpory intenzivnějšího propojení obou sfér.

4 Lidské zdroje ve VaV

Otázky

- Jaká je zásoba LZ pro výzkum a vývoj v Česku a jaký byl její vývoj vzhledem předpokládané potřebě růstu kapacit VaV?
- Jaká je kvalita a dostupnost lidských zdrojů pro vymezené excelentní obory?
- Jak vývoj lidských zdrojů v Česku podporuje silné aplikační obory?

4.1 Lidské zdroje ve VaV

Česká republika stále zaostává ve vybavenosti VaV lidskými zdroji za průměrem EU. Přesto je však možné uplynulý vývoj hodnotit pozitivně, a to jak z hlediska růstu zaměstnanosti ve VaV, který se nezastavil ani v období posledních dvou let poznamenaných nepříznivým ekonomickým vývojem, tak z hlediska vzdělanostní struktury, ve které se zvyšuje zastoupení terciárně vzdělaných zaměstnanců.

Podle věkové struktury byly mezi výzkumníky ve vysokoškolském a vládním sektoru nejvíce zastoupeny osoby ve věku 25-34 let (cca 30 %), následující tři desetileté skupiny zhruba každá po cca 20 %, výzkumníci nad 65 let cca 10 %.

Ostatní strukturální charakteristiky lidských zdrojů ve VaV již nejsou příliš příznivé. Týká se to jak jejich oborové alokace, tak věkové struktury. Věkový mix je nerovnoměrný s vychýlením na stranu těch nejmladších, kteří získávají první zkušenosti, a nejstarších věkových ročníků, které jsou již méně mobilní. Střední věkové skupiny výzkumníků jsou početně slabší, což napovídá, že **část z nejmladších výzkumníků odchází po prvních zkušenostech za lepšími finančními a pracovními podmínkami do podnikové sféry nebo do zahraničí.**

Mzdové ohodnocení je vedle charakteru práce a kvality podmínek pro výzkumnou činnost nejvýznamnějším faktorem pro udržení talentovaných pracovníků ve VaV. Průměrná mzda sice přesahuje o 40 % průměrnou mzdu v NH, avšak **mzdově atraktivní je výzkum jen pro osoby s nižší úrovní vzdělání. S rostoucím vzděláním mzdová atraktivita klesá, což znamená,** že nejvýznamnější část pracovníků výzkumu nemá dostatečnou ekonomickou motivaci pro setrvání ve výzkumné sféře. Dalším faktorem, který ovlivňuje mzdové relace je **věk.** Nejsilněji se projevuje **vazba mezi věkovou skupinou a mzdou v případě výzkumných pracovníků.** Každá vyšší věková skupina dosahuje vyšších mezd ve srovnání s mladší věkovou skupinou, což může značit chybějící „výkonové“ ohodnocování.

Ve vládním a vysokoškolském sektoru představuje pět největších vědních oborů dvě pětiny celkové zaměstnanosti výzkumných pracovníků. Jsou to biologické (11 % podíl na jejich celkové zaměstnanosti), chemické (9%), fyzikální (7 %), zemědělské (7 %) a elektrotechnické (6 %) vědy. Jen některé z těchto oborů nebo jejich částí však dosahují **nadprůměrné „výkonnosti“** – měřeno počtem publikací vážených hodnotou RCIO na 1 výzkumného pracovníka, který bylo možné s určitou mírou přesnosti zkonstruovat pro celkem 25 vědních oborů. Průměrný IE dosáhl hodnoty 3,25, tzn., že „nadprůměrní“ výzkumníci byli soustředěni do 7 vědních oborů. Jedná se především o **fyzikální a chemické obory spolu s klinickou medicínou,** která je z hlediska podílu na zaměstnanosti šestá nejvýznamnější.

Naopak některé další vědní obory, podle tohoto kritéria **velmi „výkonné“** – matematika, **psychologie, počítačové vědy, vědy o životním prostředí** – vytváří dohromady pouze 6 % pracovních míst výzkumných pracovníků ve vládním a vysokoškolském sektoru.

Výzkumní pracovníci jsou tedy často vázáni v oborech, které nemají adekvátní výsledky.

Hodnocení kvality jednotlivých oborů a tím i výzkumných týmů založené na statistických datech však poskytuje jen velmi orientační výsledky, které je třeba hodnotit obezřetně. Důvodem je zejména odlišné členění vědních oblastí ve statistice zaměstnanosti a při sledování výsledků VaV. Navíc ani výstupy vědních oborů nelze na základě současných statistik postihnout komplexně, neboť přestože je zřejmé, že výstupy některých vědních oborů jsou zaměřeny spíše patentově a jiné publikačně, nelze sjednotit jejich oborové přiřazování.

Dále je zřejmé, že vynikající výsledky v nadprůměrném oboru nejsou dosahovány na stejné úrovni všemi pracovišti, proto by bylo vhodnější kvalitu vybavenosti výzkumných oblastí hodnotit na základě podílu těch, kteří dosahují významných výsledků citačních či patentových, daří se jim získávat mezinárodní granty a těch, kteří odpovídajících kvalit nedosahují. Tyto informace mají, nebo by měli mít, vedoucí jednotlivých pracovišť a ředitelé institucí. Analýzy, založené na datových zdrojích, je proto nutné propojit s kvalitativní analýzou založenou na rozhovorech s příslušnými vedoucími pracovníky VaV.

Zde jsou dále uvedeny stručné dostupné charakteristiky pro 7 zmíněných nadprůměrných oborů:

Matematika patří do přírodních věd, v rámci kterých však tvoří velmi minoritní obor, počet výzkumníků věnujících se této oblasti představuje necelá 2 %. Tento obor je více rozvíjen ve vládním sektoru, ve kterém je soustředěno více jak $\frac{3}{4}$ výzkumníků. Má velmi dobré předpoklady dalšího rozvoje, neboť v průměru let 2005-2009 každoročně absolvovalo doktorská studia 48 osob. Vzhledem k tomu, že se jedná o téměř polovinu celkového počtu výzkumníků, je zřejmé, že tito absolventi z velké části směřují do jiných vědních oborů či mimo vědu.

Fyzikální vědy jsou součástí přírodních věd a z hlediska počtu výzkumníků představují poměrně silně rozvinutý obor, ve kterém je soustředěno 21 % výzkumníků z celé oblasti přírodních věd. Fyzikální vědy jsou více zastoupeny ve vládním sektoru než v sektoru vysokoškolském (64 % : 36 %). Průměrný roční počet absolventů doktorského studia fyzikálních oborů dosahuje 64 osob, což k celkovému počtu výzkumných pracovníků představuje velmi zanedbatelný podíl (0,5 %) a může znamenat ohrožení vývoje tohoto sektoru.

Klinickou medicínou se zabývá 39 % výzkumníků z celkového počtu výzkumných pracovníků zaměstnaných v lékařských vědách. Toto lékařské odvětví je výrazně koncentrováno do vysokoškolského sektoru, do kterého patří i fakultní nemocnice, které vedle lékařských fakult sehrávají nejdůležitější roli. Ve vládním sektoru je klinická medicína zastoupena minimálně (95 %: 5 %). V lékařských vědách ročně v průměru ukončí doktorská studia 182 osob, které představují potenciál pro veškeré lékařské vědy. V roce 2009 se ve vysokoškolském a vládním sektoru těmto vědám věnovalo 1 979 výzkumných pracovníků (FTE), roční příliv čerstvých absolventů tedy představuje cca 9 % těchto výzkumníků. Za předpokladu, že by žádní absolventi neodcházeli do podnikatelského sektoru nebo mimo lékařský obor, mají lékařské vědy jako celek relativně dobrý potenciál mladých výzkumníků.

Environmentální vědy a inženýrství jsou oborem, který zasahuje jak do přírodních, tak technických věd. Na základě expertního odhadu (viz tabulka 2 v příloze) se tomuto vědnímu oboru věnuje 5 % výzkumníků přírodních věd a 3 % výzkumníků technických věd. Význam tohoto oboru je tedy v obou vědních oblastech velmi minoritní, přičemž environmentální inženýrství je podle dostupných statistik výlučně rozvíjeno ve vysokoškolském sektoru. Environmentální vědy chápány jako součást věd o zemi jsou naopak soustředěny zejména do vládního sektoru (90 %). Z hlediska možného přílivu

absolventů doktorského studia se lze vyjádřit pouze k osobám, které absolvovaly v oboru ekologie a ochrana životního prostředí, ročně jich bylo v průměru 25. Tento roční potenciál mladých výzkumníků představuje 10 % výzkumníků, kteří se věnují environmentálním vědám. Pokud by se všichni absolventi rozhodli pro vědeckou kariéru ve svém oboru, neměla by mít tato vědní oblast výrazné problémy z hlediska lidských zdrojů.

Chemie a chemické inženýrství představuje vědní obor spadající do přírodních i technických věd. Chemii se v rámci přírodních věd věnuje 11 % výzkumných pracovníků, kteří jsou zaměstnaní téměř výlučně ve vládním sektoru (95 %). Podíl chemického inženýrství na technických vědách je ještě výraznější než podíl chemie na přírodních vědách. Rozvojem chemického inženýrství se zabývá 20 % výzkumníků technických věd, kteří jsou zaměstnaní zejména ve vysokoškolském sektoru (80 %). Z hlediska možného přílivu absolventů doktorského studia má oblast chemických věd teoreticky příznivé podmínky. Průměrný roční počet absolventů chemických oborů je 124 osob, což představuje 21 % stávajícího počtu výzkumníků. K vyhodnocení potenciálu pro rozvoj chemického inženýrství nejsou k dispozici údaje.

Psychologie je podle statistiky o zaměstnanosti ve VaV rozvíjena pouze ve vládním sektoru, což vzhledem k výuce tohoto oboru na celé řadě vysokých škol se zdá být málo pravděpodobné. Podíl výzkumných pracovníků tohoto oboru činí podle dostupných dat pouze 2 % z celkového počtu výzkumníků sociálních věd. K vyhodnocení možného přílivu absolventů doktorských studijních programů nejsou podklady. K dispozici jsou pouze data za celkový počet absolventů sociálních věd.

Počítačové vědy jsou společně s informatikou rozvíjené v rámci přírodních věd. Zabývá se jimi pouze 8 % výzkumníků přírodních věd. Tento vědní obor je rozvíjen více méně stejným dílem ve vysokoškolském i vládním sektoru (53 % : 47 %). Pro tento obor VaV jsou připravováni studenti zejména informatických doktorských vzdělávacích programů, kterých v průměru ročně absolvuje 44. Tento počet představuje 10 % výzkumníků rozvíjejících počítačové vědy. Vzhledem k tomu, že o tyto obory má velký zájem zejména podnikatelský sektor, je vysoce pravděpodobné, že VaV souboj o talenty spíše prohraje.

4.2 Potenciál pro LZ ve VaV

Projekce absolventů magisterských programů, kteří představují předstupu potenciálu pro vědu, ukazuje, že do roku 2016 je očekáván jejich pokles ve srovnání s rokem 2009 o 14 % (meziroční pokles 2,1 %).

Z hlediska oborů excelence je pozitivní, že v lékařských vědách dojde k udržení stabilního počtu absolventů a u přírodních věd jako celku dokonce k nárůstu o 20 % (průměrné meziroční tempo růstu 3 %).

Naopak u technických věd jako celku počet absolventů magisterského studia poklesne o poměrně významných 23 %, což představuje průměrné meziroční tempo poklesu 4 %.

Uvnitř technických a přírodovědných věd jsou ale mezi obory značné rozdíly. Počet absolventů bude klesat zejména v elektrotechnice, telekomunikační a výpočetní technice (meziroční tempo poklesu 12 %), fyzikálních oborů (8 %), textilní výroby a oděvnictví (4 %) a strojírenství a strojírenské výroby (3 %) a mírně v biologických oborech (1 %). Klesat bude i počet absolventů speciálních a interdisciplinárních technických oborů (5 %).

Dopady tohoto poklesu však nemusejí být jednoznačné. Je možné, že zmenšení počtu absolventů magisterského stupně bude spojeno s jejich vyšší profilací směrem k vědě (ti, kdo o ni nebudou mít zájem, skončí již na bakalářském stupni).

Důležitější tak je samotný **vývoj počtu absolventů doktorského studia**. Do roku 2016 lze očekávat celkový nárůst ročního počtu absolventů doktorského studia přibližně o polovinu. Zatímco v roce 2009 absolvovaly necelé dva tisíce doktorů, pro rok 2016 je jich projektováno téměř 2 900. Meziroční tempo růstu počtu absolventů je odhadováno na 5,6 %.

V podrobnějším pohledu na obory, které mají vztah k oborům excelence, je **pozitivní nadprůměrný růst v ekologii a ochraně životního prostředí** (meziroční tempo 21 %), **elektrotechnice, telekomunikační a výpočetní technice** (11 %), **strojírenství** (10 %), **informatických oborech** (8 %) a **speciálních a interdisciplinárních oborech** (8 %). Kolem průměru se pohybuje nárůst počtu absolventů v chemických oborech (6 % meziroční tempo růstu).

Negativně by se mohl projevit pokles počtu absolventů v doktorských programech oborů technické chemie a chemie silikátů (tempo meziročního poklesu 2 %) a **podprůměrné tempo růstu v biologických** (4 %) a **fyzikálních oborech** (3 %).

V souhrnu je možné říci, že **v oborech souvisejících s obory excelence je ve srovnání s ostatními obory nadprůměrný růst počtu absolventů doktorského studia, což dává těmto oborům z hlediska přílivu lidského kapitálu relativně dobrou perspektivu**. Klíčové je, aby vědecká pracoviště zabývající se obory excelence skutečně dokázala potenciál vyplývající z přílivu absolventů doktorských programů využít.

Odlišná je situace z pohledu nadprůměrných studentů. Z jejich pohledu **výběr talentů pro vědeckou kariéru nejsnazší obory věd humanitních a sociálních**. Tyto obory se podílí 61 % na celkovém počtu absolventů magisterského stupně a 39 % na absolventech doktorského stupně.

Naopak **zájem o studium doktorského stupně v technických vědách není dostatečný, což se nepříznivě projevuje na vzdělanostní struktuře výzkumných pracovníků v technických oborech**.

Počet absolventů Ph.D. připadajících na 100 výzkumníků stejného vzdělání v technických oborech je hluboce pod průměrem ostatních disciplín, a ani budoucí nárůst absolventů do roku 2016 tuto relaci řádově nezmění. Tato skutečnost podvazuje další rozvoj v oblasti technických věd, neboť hrozí, že se nevytvoří dostatečná zásoba talentů, z nichž by mohli být vybíráni kvalitní adepti pro výzkumnou dráhu. Určité **zaostávání za ostatními obory**, pokud se týče potenciálního přílivu Ph.D. absolventů **vykazují i přírodovědné obory**.

Značnou **přesycenost absolventy Ph.D. vykazují naopak obory sociálních a humanitních věd**. Každoročně „produkovaný“ **počet absolventů dosahuje téměř poloviny počtu všech výzkumných pracovníků s Ph.D.**, kteří jsou v těchto oborech zaměstnáni.

Na základě analýzy jednotlivých podoborů byl vykázan **zásadní nesoulad mezi rozložením excelence a mezi strukturou absolventů doktorských programů**. Je zřejmé, že pokud končí nadměrný podíl mladých odborníků mimo sféru excelence nebo v oborech, jejichž výsledky jsou slabé, naznačuje to určité plýtvání jak talenty, tak finančními prostředky na jejich výchovu. **Přesycenost vykazují z tohoto hlediska opět humanitní vědy a některé obory sociálních věd**. Ostatní výzkumné obory již netrpí tak řádovou disproporcí, přesto se nadprodukce doktorandů projevuje u architektury, zemědělských věd, matematiky a informatických oborů. V případě lékařských oborů je počet doktorandů relevantní výsledkům, vyváženost vykazují i obory

elektrotechniky, telekomunikační a výpočetní techniky a z přírodních věd obory geologie a biologie.

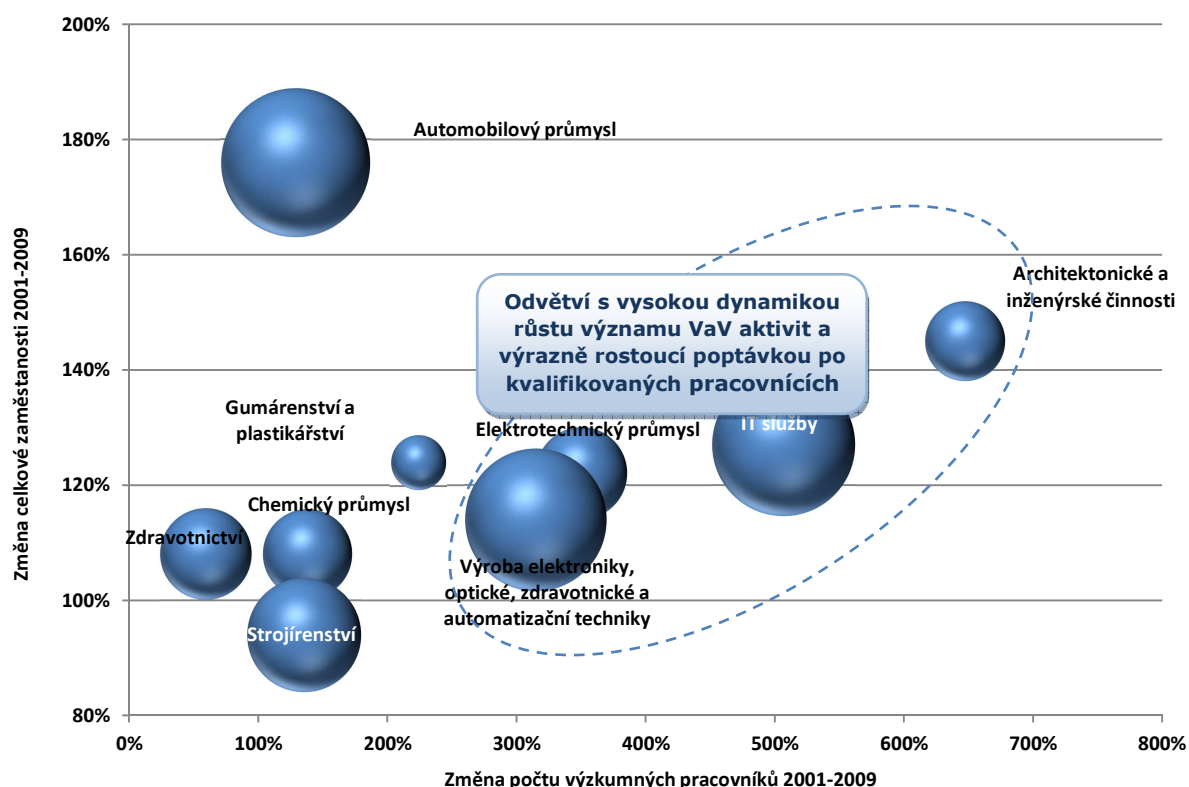
Naopak **skupiny oborů přírodních věd a technických věd, u nichž je publikován velký rozsah kvalitních výstupů, vykazují většinou nedostatek absolventů doktorských programů.** Jejich počet by s ohledem na výsledky a kvalitu výzkumu mohl být dvojnásobný až trojnásobný. Nejvýraznější je to z přírodních věd u oborů fyzikálních, chemických a ekologických, přičemž první dva jmenované obory jsou vysoce výzkumně produktivní.

4.3 Aplikační sféra a kvalita LZ

Problém kvality nově přichozích pracovníků (absolventů) se výrazně projevuje nejen ve vědních oborech, ale i **v aplikačních odvětvích. Citelně jsou postižena vývojová a konstrukční oddělení v podnikatelském sektoru,** kde často znalosti a dovednosti absolventů na profesi konstruktérů a vývojářů nedostačují a podniky je často musí zaměstnat v méně technologicky náročných úsecích jako je obchod, nákup, logistika nebo řízení kvality. Absolventům rovněž ve velké míře **chybí dovednosti aplikovat teoretické znalosti v praxi a schopnost „projektově orientované práce“.**

Prostý nárůst počtu studentů a absolventů technických a přírodovědných oborů tento problém neřeší (spíše naopak) a domácí potenciál na využití výsledků výzkumu v aplikačních odvětvích je tím oslabován. I z tohoto důvodu patrně do ČR zatím nepřichází dostatek investorů, zaměřených na VaV aktivitu.

Obrázek 4: Dynamika růstu zaměstnanosti a počtu výzkumníků ve vybraných odvětvích (2001-2009)



Poznámka: Velikost „bubliny“ indikuje počet výzkumných pracovníků v odvětví v roce 2009.

Zdroj: ČSÚ: VŠPS, 2010 2q, Ukazatele výzkumu a vývoje za podnikatelský sektor České republiky, Zaměstnanci ve VaV, online na:

[http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/zamestnanci_vav_ps/\\$File/vav_zamestnanci_podnik.xls](http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/zamestnanci_vav_ps/$File/vav_zamestnanci_podnik.xls), datum přístupu 21. 3. 2011, vlastní výpočty.

Z hlediska potenciálu lidských zdrojů pro rozvoj VaV aktivit je možné **aplikační odvětví rozdělit do dvou hlavních skupin** (viz obrázek 4). První skupinu tvoří odvětví s nejvyšší dynamikou nárůstu výzkumných pracovníků, tzn. odvětví architektonických a inženýrských činností a IT služby, přičemž tato dvě odvětví se vyznačují rovněž nadprůměrným růstem celkové zaměstnanosti. Do této skupiny patří také další tři odvětví s velkou dynamikou růstu výzkumných pracovníků, a to odvětví elektrotechnického průmyslu a výroby elektroniky, optické, zdravotnické techniky a automatizační techniky a plastikářství/gumárenství. Druhou skupinu tvoří tradiční obory českého průmyslu (strojírenství, automobilový průmysl, kovovýroba nebo chemický průmysl), které mají dynamiku nárůstu výzkumných pracovníků poměrně malou.

Co se týče aplikačních odvětví české ekonomiky, **těžiště zaměstnanosti VaV pracovníků se v nich posouvá od strojírenství, kovoprůmyslu, automobilového a chemického průmyslu směrem k elektronice, elektrotechnice, automatizaci a IT.** V těchto odvětvích také existuje silné propojení aplikační sféry s domácí výzkumnou základnou a zahraniční investoři mají v těchto odvětvích zájem umisťovat svá VaV oddělení do ČR. **Posilování VaV v těchto odvětvích však naráží na nedostatek vysoce kvalifikovaných pracovníků.** Dostupnost VŠ absolventů se v příštích letech zlepší v IT odvětví (růstu poptávky to přesto stačit nemusí) a v chemickém průmyslu, kde je však poptávka po nich nižší. Velmi perspektivní elektronika, elektrotechnika a automatizace bude postižena výrazným úbytkem počtu vhodných absolventů.

Na závěr jsou opět připojeny stručné charakteristiky klíčových odvětví aplikační sféry:

Největší potenciál pro další rozvoj VaV aktivit a pro propojení s excelentními vědními obory má **odvětví výroby elektroniky, optické, zdravotnické a automatizační techniky.** Pro toto odvětví je charakteristický vysoký podíl těch částí hodnotového řetězce, které jsou nejvíce náročné na kvalifikovanou pracovní sílu a které vytváří vysokou poptávku po VaV pracovnících. Velmi dobré je propojení silných hráčů s místními výzkumnými pracovišti, problémem je však nabídka absolventů v oblasti mikroelektroniky nebo optiky, která nedostačuje poptávce vývojových pracovišť firem.

Velký potenciál má rovněž skupina odvětví napojená na **energetiku, zejména vývoj a konstrukci v energetickém strojírenství.** I zde je míra spolupráce s domácími výzkumnými pracovišti nadprůměrná a zároveň má vzhledem k budoucímu vývoji poptávky po energetických zdrojích mimořádně příznivé podmínky pro další rozvoj. Více než v jiných odvětvích je zde limitující nedostatek kvalifikovaných pracovníků pro VaV a to jak ve výzkumných institucích, tak v aplikační sféře.

IT služby jsou z hlediska počtu zaměstnanců ve VaV nejdůležitějším odvětvím české ekonomiky. Poptávka velkých globálních hráčů působících v oblasti outsourcingu IT služeb však absorbuje velkou část talentovaných absolventů a čistě vývojářsky orientované firmy jich pro své potřeby nemají dostatek. Počet nových záměrů, zaměřených na vývoj nových řešení a produktů je i proto v přehledu investičních projektů poměrně nízký. Poptávka po IT odbornících se však s postupem času zkvalitňuje a vzhledem k jejímu celkovému rozsahu a očekávané projekci absolventů vhodných škol bude v příštích letech na trhu práce převis nabídky pracovních míst.

Automobilový průmysl a strojírenství mají v současné době také nedostatek technicky zaměřených vysokoškoláků. Část neuspokojené poptávky sice představují technologové a pracovníci řízení výroby nebo kvality, avšak nabídka konstruktérů strojních zařízení je na trhu práce obecně malá a pro rostoucí počet investičních záměrů v oblasti strojírenského VaV je to také limitující faktor.

V **plastikářství a gumárenství** je projektů zaměřených na aplikační VaV spíše méně a převážnou část poptávky po vysoce kvalifikovaných pracovnících představují pozice

technologů a pracovníků řízení výroby nebo kvality. V tomto odvětví nelze do budoucna očekávat výrazný vzestup podílu VaV aktivit.

Chemický průmysl v ČR se orientuje převážně na méně kvalifikačně náročné činnosti v oblasti výroby základních chemikálií a nemá v současné době až takový potenciál pro využití poměrně silné základny VaV pracovníků v chemických vědních oborech. Relativní význam chemie v odvětvové struktuře VaV pracovníků proto mírně klesá a čerství absolventi fakult vysokých škol s chemickým, nebo chemicko-technologickým zaměřením mají v průměru horší uplatnitelnost na trhu práce.

Do skupiny vysoce technologicky náročných odvětví zpracovatelského průmyslu patří rovněž farmaceutický a letecký průmysl. Obě tato odvětví jsou však v ČR poměrně málo významná z hlediska zaměstnanosti i podílu pracovníků ve VaV. Mírně lepší perspektivy má **letecký průmysl**, i když Česká republika díky neúspěšným vstupům globálních firem do klíčových tuzemských podniků přišla o značnou část konečné výroby letadel a dnes se prosazuje zejména v oblasti výroby komponentů. Propojení s tuzemskými výzkumnými pracovišti je však na velmi dobré úrovni a díky silně globálnímu charakteru odvětví se tuzemský VaV dostává k zakázkám pro významné světové hráče. **Farmaceutický průmysl** v ČR stojí rovněž na velmi malém počtu subjektů, bohužel ze strany v tuzemsku působících firem je zájem o propojení s VaV pracovišti malý. Přitom kvalita a potenciál výzkumu pro odvětví farmacie jsou v ČR poměrně vysoké.

5 Mezinárodní spolupráce

Otázky

- Jak jsou české výzkumné týmy zapojeny do mezinárodní spolupráce – jaká je intenzita a charakter zapojení?
- V kterých oborech je zapojení nejsilnější? Jedná se o obory identifikované jako nadprůměrné?

Výzkumné a inovační aktivity získávají v souladu se stále více akcentovaným konceptem otevřených inovací nadnárodní povahu. Mezinárodní spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích (VaVaI) se proto stává výsadou nejen vědecky excelentních pracovišť, nýbrž integrální součástí aktivit valné většiny výzkumných organizací a inovujících podniků.

Zatímco mezinárodní rozměr spolupráce v podnikové sféře byl hodnocen prostřednictvím analýzy zahraničního exportu a zahraničních investic, pro hodnocení mezinárodní spolupráce ČR ve VaV jsou hlavním datovým zdrojem údaje o spolupráci českých týmů v projektech 7. RP. Důvodem je výrazně vyšší objem výdajů na RP než na ostatní mezinárodní aktivity VaV.

Česko získalo první zkušenosti s účastí svých týmů už ve 4. rámcovém programu (RP). Střednědobé hodnocení 7. RP naznačuje, že účast většiny nových členských států v tomto programu zaostává za starými členskými státy. Také **účast českých subjektů v jednotlivých prioritách 7. RP je výrazně slabší než ve velikostně srovnatelných zemích**, jako je např. Rakousko. Zatímco Rakousko dosahuje přibližně 38 účastí v projektech 7. RP na 1000 výzkumníků (FTE), v ČR je tento podíl jen 21 účastí na 1000 výzkumníků.

Mezinárodní srovnání participace na přípravě projektů 7. RP ukazuje, že **institute a organizace v ČR vyvíjejí poměrně malou aktivitu při přípravě návrhů projektů**. Na druhou stranu **úspěšnost** českých týmů v projektech rámcových programů **se od 5. RP trvale zvyšuje**, což naznačuje, že týmy ČR se postupně prosadily do konsorcií, která sestávají z kvalitních evropských týmů. Svou úspěšností v dosavadním průběhu 7. RP předstihuje ČR řadu států EU-15.

Stejně jako v 6. RP i v 7. RP patří ČR ke státům, jejichž týmy se jen málo podílejí na koordinaci projektů. Ve srovnání s 6. RP lze v dosavadním průběhu 7. RP pozorovat nárůst počtu českých koordinátorů, avšak jejich úspěšnost je výrazně podprůměrná a nepochybně vede i ke snižování celkové úspěšnosti ČR.

Podle jednotlivých priorit je **nejvyšší účast** dosahována v tematické prioritě **informační a komunikační technologie (ICT)**, kde se české týmy účastní 35 projektů s celkovým objemem požadované dotace ve výši dosahující téměř 20 mil. €. Relativně významná účast českých subjektů jak z hlediska počtu, tak i z pohledu objemu prostředků, je také **v oblasti nanověd, materiálů a nových technologií (NMP)** a **v oblasti dopravy (TPT)**.

Naopak relativně **nízká účast** českých týmů v projektech 7. RP je v oblastech **společensko-ekonomických a humanitních věd (SSH)**, **energie (ENERGY)**, **vesmíru (SPA)** a **bezpečnostního výzkumu (SEC)**.

Účast v jednotlivých prioritách však nelze hodnotit pouze podle celkového počtu účastí, ale do úvahy je třeba vzít také úspěšnost, strukturu subjektů, které se priorit účastní, či s jakými týmy, v jakých konsorciích – zda se české týmy zapojují více do spolupráce v prestižních konsorciích.

Pro přehlednost jsou priority podle těchto kritérií rozděleny **do třech skupin**.

Skupina **(A)** zahrnuje priority, ve kterých je **účast českých týmů** z národního hlediska **nadprůměrná**, kde ČR vykazuje poměrně **vysokou úspěšnost** a kde lze subjektivně očekávat relativně vysoký potenciál pro další rozvoj mezinárodní spolupráce.

Skupina **(B)** obsahuje priority 7. RP, ve kterých je **účast ČR** buď **relativně sice nižší**, avšak **s určitým potenciálem pro intenzivnější zapojení českých týmů do mezinárodních projektů**, a to zejména zvýšením úspěšnosti českých subjektů.

Do skupiny **(C)** pak spadají priority 7. RP, kde je **účast českých týmů podprůměrná**. Nízké zapojení českých týmů je v této skupině způsobeno buď velmi slabou úspěšností, nebo omezeným zájmem ze strany českých subjektů.

Skupina (A)

▪ Euratom – fúze a jaderná štěpení

Účast českých týmů v programu Euratom je vysoce nadprůměrná. Dominantní podíl na tom má Ústav jaderného výzkumu Řež, který patří mezi 4 nejčastější účastníky v tomto programu v EU. Z tematického hlediska patří mezi nejvýznamnější oblasti výzkumu, na kterém se podílí české subjekty, **reaktorové systémy a management radioaktivního odpadu**. Aktivní zapojení ČR do programu Euratom naznačuje intenzivní zájem výzkumu v ČR o jadernou energetiku a o mezinárodní spolupráci v této oblasti. Negativem je **absence subjektů aplikační sféry**, která v podstatě odpovídá i **nízkému aplikačnímu potenciálu** tohoto tématu identifikovanému v úvodní analýze.

▪ Nanovědy, nanotechnologie, materiály a nové výrobní technologie

V této prioritě dosahují české týmy poměrně vysoké účasti, a to jak z hlediska počtu, tak i z hlediska kontrahovaných finančních prostředků. Také úspěšnost českých týmů v této prioritě je vysoce nadprůměrná. Dobrým předpokladem pro rozvoj mezinárodní spolupráce v této oblasti je **vysoký počet subjektů**, které participují v projektech mezinárodní spolupráce, a to jak **z řad vysokých škol a výzkumných institucí, tak i ze sektoru soukromých podniků**. Z tematického hlediska je objemově významná jak oblast **materiálového výzkumu**, tak i výzkum v oblasti **přístrojové techniky, spektroskopie a chemického inženýrství**, které byly vyhodnoceny jako

nadprůměrné obory i v rámci českého výzkumu, navíc s poměrně příznivě hodnoceným aplikačním potenciálem.

- **Zemědělství, potraviny a biotechnologie**

Českým týmům se dařilo v této prioritě propojit se (nadprůměrně) s úspěšnými evropskými týmy především v tématech spadajících do oblasti **Zpracování potravin a (bio)technologie** a **Kvalita a bezpečnost potravin**. Intenzivní účast má ČR také v oblasti Společensko-ekonomický výzkum a podpora politik.

- **Doprava**

Vysoký počet českých účastí v této prioritě je spojen i s relativně vysokým počtem subjektů, které se do projektů v této prioritě zapojují (celkem 28 subjektů). Je zde patrná i **vyvážená struktura z hlediska zapojení výzkumných organizací a podniků**, což vytváří další dobrý předpoklad pro rovnoměrný rozvoj mezinárodní spolupráce v této oblasti. Kromě pozemní dopravy je v této prioritě vysoký zájem o leteckou dopravu.

Skupina (B)

- **Informační a komunikační technologie**

Účast českých týmů v prioritě ICT je z hlediska počtu i objemu kontrahovaných finančních prostředků nejvyšší, což je s ohledem na to, že se jedná o finančně největší prioritu, pochopitelné. Relativně je účast i úspěšnost českých týmů mírně podprůměrná. Také z pohledu schopnosti českých týmů zapojovat se do projektů s nejúspěšnějšími evropskými týmy je do určité míry omezená. Pozitivní je však v této prioritě **vysoká účast podniků, která naznačuje vyšší aplikační potenciál této priority**. Z hlediska tematického zaměření je patrná největší účast českých týmů v oblasti **robotiky, technologií pro personalizované lékařské péče, vestavěných systémů, modelování a komunikačních technologií**.

- **Životní prostředí**

Účast českých týmů v této prioritě je specifická poměrně vysokým počtem účastí s relativně nízkými užitelnými náklady. Počet subjektů z ČR, které se v této prioritě účastní projektů mezinárodní spolupráce, je poměrně vysoký (účastní se 35 subjektů), což vytváří předpoklad pro další rozvoj mezinárodní spolupráce v této oblasti. S ohledem na relativně nízkou úspěšnost českých týmů v této prioritě je patrné, že zájem o zapojení do projektů 7. RP je v ČR poměrně vysoký. České týmy se zapojují zejména v oblasti **environmentálních technologií a biotechnologií**.

- **Vesmír**

Projektů v prioritě Vesmír se účastní omezený počet subjektů, když 8 z 11 účastí je realizováno dvěma firmami a jednou vysokou školou. To společně s mírně nadprůměrnou úspěšností českých týmů naznačuje relativně nízký potenciál pro výraznější rozšíření mezinárodní spolupráce v této prioritě i na další české účastníky. Lze však předpokládat, že celkově je okruh subjektů zabývajících se touto problematikou v Evropě poněkud omezený. Tuto skutečnost naznačuje fakt, že mezi 10 % subjektů s nejvyšší účastí v této prioritě jsou subjekty s celkovým počtem 6 účastí a fakt, že české subjekty spolupracují s top 10 % evropských účastníků v 91 % případů. České týmy v této prioritě rozvíjí spolupráci zejména v oblasti **informačních technologií** (získání dat z družic a jejich zpracování).

▪ **Bezpečnost**

Účast českých subjektů v prioritě Bezpečnost je charakterizována relativně velkým počtem jednonásobných účastí, kde na celkových 16 českých účastech se podílí 14 subjektů. V této prioritě jsou intenzivně zastoupeny všechny sektory – podniky, vysoké školy i veřejné výzkumné instituce. Relativně nižší je v této prioritě úspěšnost českých subjektů, nicméně s ohledem na poměrně velký počet účastníků zde lze spatřovat určitý potenciál pro rozvoj mezinárodní spolupráce v této oblasti. Z tematického hlediska je v prioritě Bezpečnost intenzivní spolupráce rozvíjena zejména v oblasti **informačních technologií (kybernetická bezpečnost a krizové řízení) a v oblasti chemické, biologické, radioaktivní a jaderné (CBRN) bezpečnosti**.

▪ **Zdraví**

Ačkoliv je účast v prioritě Zdraví spíše nízká, účastní se zde české týmy (zejm. z oblasti veřejného výzkumu), které jsou ve velmi úzkém spojení s evropskou špičkou. Naopak prakticky žádná účast soukromého sektoru poukazuje na nedostatečně kompetitivní aplikační (absorpční) potenciál v této sféře vůči EU. Velmi nízká úspěšnost českých týmů v prioritě Zdraví ukazuje, že zájem subjektů z ČR o zapojení do mezinárodní spolupráce v této oblasti existuje a určitý potenciál spočívá právě ve zlepšení schopnosti českých týmů uspět při podávání projektů či při zapojení do prestižních konsorcií. Zdraví se ČR zapojuje do mezinárodní spolupráce zejména v oblasti klinického výzkumu, výzkumu kmenových buněk, kardiologie, neurověd a farmakologie.

Skupina (C)

▪ **Energie**

V prioritě Energie nebyla zaznamenána žádná vícenásobná účast českých týmů a počet 12 účastí s celkovým příspěvkem EU nedosahujícím ani 2 mil. € se zdá být silně pod potenciálem českého výzkumu v této oblasti. Vysvětlením může být relativně snazší dostupnost národních zdrojů pro financování výzkumu v oblasti energií a energetiky. Tematicky se výzkum v prioritě Energie, na kterém participují české týmy, soustředí zejména na oblast **obnovitelných zdrojů energií a vodíkových a palivových článků**.

▪ **Společensko-ekonomické a humanitní vědy**

Účast českých subjektů v projektech mezinárodní spolupráce v prioritě SSH je sice nadprůměrná, objem prostředků, které české subjekty v této prioritě kontrahovaly, však za průměrem zaostává. České týmy se tedy účastní v této prioritě spíše okrajově, či méně finančně rozsáhlých projektů. Velmi nízká je v prioritě SSH úspěšnost českých týmů. Zájem zapojit se do mezinárodní spolupráce v oblasti socio-ekonomických a humanitních věd v ČR tedy existuje. Horší je však schopnost uspět v konkurenci s ostatními projekty podávanými v jednotlivých výzvách. Z tematického hlediska se týmy z ČR zapojují zejména v oblasti společenských a ekonomických věd.

Z hlediska tematického zaměření jsou v následujícím textu shrnuty oblasti (témata), ve kterých české týmy vykázaly největší objem uznatelných nákladů. Tato témata jsou zde seřazena bez ohledu na finanční objem jednotlivých priorit 7. RP. Není proto překvapivé, že mezi těmito tématy se hojně vyskytují oblasti z priorit 7. RP, na které byl vyčleněn největší objem finančních prostředků ze strany Evropské komise.

Jednoznačně nejvýznamnějším tématem jak z hlediska počtu českých účastí, tak i z hlediska objemu uznatelných nákladů vykázaných v projektech českými subjekty, je Udržitelná pozemní doprava (Sustainable surface transport - rail, road and waterborne). Druhým objemově největším tématem je obecné téma z priority Zdraví - Využití

výzkumu pro lidské zdraví (Translating research for human health) a třetím pak opět téma z Dopravy, konkrétně Aeronautika a letecká doprava (Aeronautics and air transport). Mezi finančně významnými tématy samozřejmě nechybí řada témat z priority ICT, zejména Kognitivní systémy, interakce a robotika (Cognitive systems, interaction, robotics) a témata z priority Nanovědy, nanotechnologie, materiály a nové výrobní technologie.

Tabulka 6: Přehled finančně nejvýznamnějších témat z hlediska české účasti

| Priorita | Téma | Účasti | EC | RC |
|----------|--|--------|-----------|-----------|
| TPT | Sustainable surface transport (rail, road and waterborne) | 23 | 7 721 446 | 4 934 961 |
| HEALTH | Translating research for human health | 19 | 5 913 735 | 4 487 653 |
| TPT | Aeronautics and air transport | 21 | 5 667 732 | 3 873 823 |
| ICT | Cognitive systems, interaction, robotics | 11 | 5 616 781 | 4 261 556 |
| ICT | Towards sustainable and personalised healthcare | 11 | 4 739 043 | 3 358 770 |
| ICT | ICT for Independent Living, Inclusion and Governance | 10 | 4 653 732 | 2 962 153 |
| NMP | New production | 22 | 4 451 958 | 3 222 666 |
| ICT | Components, systems, engineering | 13 | 4 235 555 | 2 673 304 |
| NMP | Materials | 19 | 4 093 061 | 3 026 816 |
| NMP | Integration of technologies for industrial applications | 16 | 3 880 775 | 2 676 936 |
| NMP | Nanosciences and Nanotechnologies | 11 | 3 582 057 | 2 696 846 |
| ICT | Pervasive and Trustworthy network and service infrastructures | 10 | 3 556 402 | 2 677 703 |
| ENV | Environmental technologies | 23 | 3 473 468 | 2 588 574 |
| KBBE | Life sciences, biotechnology and biochemistry for sustainable non-food products and processes | 7 | 3 112 998 | 2 034 152 |
| KBBE | Fork to farm: Food (including seafood), health and well being | 11 | 2 826 417 | 2 123 327 |
| Euratom | Reactor Systems | 13 | 2 663 715 | 1 175 222 |
| ICT | ICT for mobility, environmental sustainability and energy efficiency | 8 | 2 621 826 | 1 534 985 |
| ICT | Digital libraries and content | 9 | 2 335 714 | 1 745 936 |
| KBBE | Sustainable production and management of biological resources from land, forest, and aquatic environment | 13 | 2 041 003 | 1 504 384 |

6 Nové výzkumné infrastruktury

Otázky

- Jaké nové výzkumné kapacity jsou v současnosti v Česku připravovány? Jak jejich rozsah a zaměření „změní“ českou výzkumnou mapu? Posilují silné obory nebo zde vznikají nová zaměření?
- Jaké nároky bude vznik nových výzkumných infrastruktur mít z hlediska potřebných financí a lidských zdrojů?
- Jaký je potenciál propojení těchto nových výzkumných center na aplikační sféru?

Kvalita výzkumné infrastruktury v Česku byla zatím hodnocena ve srovnání s vyspělými „západními“ ekonomikami jako spíše podprůměrná. Zároveň je ale zřejmé, že dostupnost špičkové výzkumné infrastruktury je významným faktorem nejen pro kvalitní výzkum, ale i pro mezinárodní spolupráci či spolupráci s aplikačním sektorem. Dosavadní deficit ve sféře výzkumné infrastruktury by měly pomoci řešit právě zmíněné programy hodnocené v této analýze – OP VaVpI a OP PK – doplněné o další národní zdroje v rámci Cestovní mapy ČR velkých výzkumných infrastruktur.

Tato studie proto analyzuje tyto dva Operační programy OP VaVpI a OP PK, kde byla značná část finančních prostředků vyhrazena na výstavbu výzkumné infrastruktury, jejíž realizace v blízké budoucnosti bezpochyby ovlivní podobu a strukturu českého výzkumu a vývoje, včetně potenciálu aplikace jeho výsledků.

V rámci **Operačního programu VaVpI** bylo alokováno celkem přibližně 60 mld. Kč na výstavbu výzkumné a vývojové infrastruktury, která by měla přispět k podpoře excelentního výzkumu a k těsnějšímu propojení výzkumných organizací a firem. Z výzev na podávání projektů bylo již vydáno rozhodnutí k 8 projektům v rámci prioritní osy 1 a 33 projektům v prioritní ose 2.

Operační program Praha – konkurenceschopnost podporuje výstavbu výzkumné infrastruktury na území Prahy, která (bohužel) nemohla čerpat z předchozího programu. Na tuto oblast bylo vyčleněno zhruba 1,57 mld. Kč a dosud bylo podpořeno celkem 7 projektů s výší schválené podpory nad 70 mil. Kč. Vzhledem ke koncentraci velké části výzkumných kapacit právě do Prahy lze výši této alokace hodnotit jako nedostatečnou a jako významný nedostatek v rámci budování výzkumných infrastruktur.

V rámci **Evropských center excellence** bylo vybráno celkem 8 projektů, z nichž 5 patří mezi tzv. velké projekty. Jediný projekt evropských center excellence (PO 1), který se již začal realizovat je *Centrum excellence Telč* s celkovou dotací 238 mil. Kč, které se bude zaměřovat na výzkum dlouhodobé životnosti historických i moderních stavebních materiálů a konstrukcí, což může nalézt své uplatnění například ve stavebnictví. Ostatní na zahájení realizace stále čekají.

Z dostupných informací popisujících zaměření projektů je zřejmé, že jejich **oborové zaměření** není úzce vymezeno. Jedná se tedy spíše o širěji, **multidisciplinárně** zaměřená centra s širšími možnostmi využití výsledků jejich výzkumu a vývoje. Převládající oborovou specializací (a odpovídající výší plánovaných finančních investic) těchto center je orientace na různé obory materiálového výzkumu s přesahy do biotechnologií, medicíny, jaderné energetiky nebo stavebnictví. Dále jsou centra zaměřena na informační technologie, zdravotní vědy a životní prostředí.

Potenciál **aplikace výsledků** výzkumu v centrech excellence a spolupráce se soukromými firmami v oblasti VaV je možné odhadnout na i základě plánovaných příjmů ze smluvního výzkumu, které tvořily součást žádosti o poskytnutí dotace na provoz center excellence.

Podle těchto údajů je největší odhadovaný aplikační potenciál infrastruktury **v oblasti informačních a komunikačních technologií a jaderné energetiky**. Oba tyto obory zároveň patří mezi identifikované nadprůměrné obory z hlediska jejich dosavadních výsledků, vyslovený zájem o intenzivnější spolupráci s aplikačním sektorem lze tedy hodnotit pozitivně. Zatímco však v oboru ICT byla poměrně intenzivní spolupráce již také doložena v předchozích analýzách, v oboru energetiky byl zatím tento směr méně významný.

Z dat (tabulka 7) je také patrné, že finančně nejnákladnější projekty mají plánovaný podíl ze smluvního výzkumu nejnižší a v největší míře spoléhají na financování z institucionálních zdrojů.

Asi 2/3 plánovaných příjmů center excellence bude pokrývat národní institucionální a účelová podpora – celkem se do roku 2020 jedná více než **10,3 mld. Kč**, což bude mít nepochybně významné nároky na rozpočet výdajů na VaV.

Tabulka 7: Plánovaná struktura příjmů infrastruktur

| Název infrastruktury | Plánovaná struktura provozních příjmů 2011 – 2020 | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|
| | Celkové provozní příjmy (v tis. Kč) | Institucionální podpora | Příjmy z národní účelové podpory | Příjmy ze smluvního výzkumu | Příjmy z mezinárodních grantů | Ostatní zdroje |
| Centrum excellence Telč | 117 651 | 35,4 % | 25,9 % | 12,4 % | 26,2 % | 0 % |
| ELI: Extreme Light Infrastructure | 1 983 518 | 20,6 % | 10,0 % | 9,2 % | 40,0 % | 20,2 % |
| CEITEC | 3 870 486 | 33,9 % | 38,8 % | 4,8 % | 11,5 % | 11,0 % |
| FNUSA – ICRC | 3 490 115 | 28,1 % | 43,3 % | 5,9 % | 11,3 % | 11,4 % |
| IT4Innovations | 1 621 450 | 25,6 % | 7,4 % | 27,6 % | 13,1 % | 26,4 % |
| BIOCEV | 3 207 450 | 54,8 % | 25,2 % | 9,4 % | 10,5 % | 0,2 % |
| Udržitelná energetika | 1 303 681 | 12,9 % | 33,0 % | 35,8 % | 16,5 % | 1,9 % |
| NTIS | 502 569 | 31,3 % | 36,8 % | 14,3 % | 11,7 % | 5,9 % |
| CzechGlobe | 421 961 | 22,1 % | 57,5 % | 9,8 % | 9,6 % | 1,0 % |
| Celkem | 16 518 881 | 32,3 % | 30,4 % | 11,6 % | 15,3 % | 10,4 % |

Zdroj: MŠMT

Kromě finančních nároků a jejich zdrojů je důležitou součástí plánovaných výzkumných infrastruktur také **poptávka po nových kvalifikovaných lidských zdrojích**. Podle dostupných údajů by v centrech mělo vzniknout celkem 2300 nových pozic výzkumných pracovníků. Poptávka vzroste zejména v oborech souvisejících se specializací jednotlivých center excellence, a tedy v oborech materiálových věd a jaderné energetiky (tj. oborů technických věd). Právě v těchto oborech je však podle předpokladů analýzy lidských zdrojů pro VaV nejpravděpodobnější nedostatek nových pracovníků. Naopak poptávka po lidských zdrojích v medicínských, a biologických oborech by měla být vzhledem k počtu absolventů VŠ a trendech v jejich počtech uspokojena.

Oborové zaměření regionálních center VaV je výrazně aplikační (více než v případě center excellence) a snaží se respektovat **specifickou regionální ekonomickou strukturu**. Regionální centra VaV jsou obecně orientovaná na výzkum v různých průmyslových oborech; nejčastější je zaměření na materiálový výzkum a nanotechnologie, informační a komunikační technologie a dále na chemický výzkum a výzkum v oblasti stavebnictví. Z dalších oborů specializace se jedná o genetiku a molekulární biologii a výzkum v oblasti nejaderné energetiky.

Větší **orientace na aplikovatelnost** výsledků VaV je **zřejmá i z předpokládaného podílu finančních prostředků ze smluvního výzkumu (29,7 %) na celkových příjmech center**. Příjmy z institucionální a účelové podpory pak budou do roku 2020 tvořit asi 54 % (tj. necelých 4,7 mld. Kč) příjmů center.

Předpokládané kapacity v oblasti **lidských zdrojů ve VaV** do roku 2020 jsou v těchto centrech VaV odhadovány na celkem 1 490, přičemž největší poptávka bude po pracovnících VaV v **materiálovém výzkumu** a v oblasti **informačních a komunikačních technologií**. Tedy opět obory, kde lze vzhledem k trendům v počtu absolventů VŠ očekávat nedostatečné počty nových pracovníků.

Výše investic do infrastruktur VaV na území **Prahy** jsou výrazně nižší než v případě infrastrukturních projektů OP VaVpI. Z podpořených velkých infrastrukturních projektů se jednalo **nejvíce o pořízení nových technologií, přístrojů nebo vybavení laboratoří především v lékařských vědách** (a zejména klinické medicíně), dále přírodních vědách (biologie) a **výzkumu v oblasti bezpečnosti a ochrana životního prostředí**. Žádný z projektů nezahrnoval vytvoření nové velké výzkumné infrastruktury.

Na závěr je třeba upozornit, že současné hodnocení vychází pouze z projektových záměrů a lze je brát tedy jako pouze předběžné hodnocení potenciálu. I přesto lze shrnout, že podpořené výzkumné infrastruktury by podle dostupných údajů, pravděpodobně díky pečlivému výběru projektů a vyjednávání o jejich podpoře, měly významným způsobem podpořit v Česku nadprůměrné výzkumné obory a směry, potažmo týmy, které je zastupují. Výběr infrastrukturních projektů tak lze chápat jako podporu k zajištění potřebného kvalitního zázemí pro další rozvoj těchto oborů a také pro vytvoření kritické masy a dostatečně silných, ale i diverzifikovaných týmů, které by měly být schopny přinášet kvalitní výsledky. Vzhledem k důrazu na spolupráci s aplikační sférou (snad) nejen ve výzkumné sféře, ale i v komerčních aplikacích.

Kde však zůstává významná otázka, zda bude tento přínos naplněn, je **dostupnost finančních zdrojů a zejména dostupnost kvalitních nových výzkumných pracovníků**. Centra jsou ve značné míře orientována na obory, kde je podle realizované analýzy LZ očekáván nejvýznamnější deficit nových pracovníků VaV, především ve sféře materiálových věd, energetiky či informačních a komunikačních technologií.

Opomenout však nelze ani potřebné finanční zdroje. I když plánované projekty přepokládají významně čerpat ze soukromých a zahraničních zdrojů, téměř ze dvou třetin by jejich náklady měla pokrývat národní institucionální a účelová podpora, do roku 2020 by mělo jít celkem o zhruba 15 mld. Kč, přibližně 1,5 mld. Kč ročně. I takto vysoká částka může významně zahýbat současnou strukturou podpory.

7 Shrnutí

Cílem realizovaných analýz bylo zmapování znalostního a výzkumného potenciálu, kterým Česko v tuto chvíli disponuje a který je tedy (zjednodušeně) možné využít k naplnění vytyčených priorit.

Provázanost mezi výzkumem a aplikační sférou, především oborová propojenost a oborové vazby, ale také bariéry skutečné spolupráce, byly shrnuty již v předchozích kapitolách. Zde tedy již jen stručně. Výzkumná a aplikační sféra se na společně realizovaných projektech setkává velmi omezeně. Z části je to dáno osobními bariérami a nedostatečnou motivací spolupráci realizovat, z části však aktérům výzkumu a aplikační sféry chybí potřební (vhodní) partneři, na jedné, či na druhé straně. Shodně byl, jak ze strany výzkumníků, tak ze strany některých podniků, hodnocen nedostatek především z pohledu absorpční kapacity aplikační sféry.

Ač tento výsledek nemá přímou vazbu na definici klíčových výzev Česka a výzkumných priorit, nepřímou je i tato otázka aktuální. Zejména tam, kde je daná oblast vázána na klíčovou výzvu české společnosti, kterou je třeba „vyřešit“.

Tolik ještě jednou shrnutí první dvou analýz. Další důležitou otázkou hodnocení však bylo také to, jak jsou identifikované silné obory a potenciál jak ve výzkumu, tak v aplikační

sféře, podporovány dalšími faktory – budovanou výzkumnou infrastrukturou, dostupností kvalifikovaných lidských zdrojů a zapojením do mezinárodní spolupráce. Tyto tři dílčí faktory, resp. klíčové výsledky realizovaných analýz jsou shrnuty v následujícím textu.

Dostupnost lidských zdrojů pro VaV

- Celkový pohled na zaměstnanost ve VaV a její vývoj v ČR je sice pozitivní, při zkoumání vnitřních charakteristik tohoto segmentu trhu práce se však objevují některé významné problémy.
- **Střední věkové skupiny výzkumníků jsou početně slabší**, což napovídá, že část mladých lidí po získání zkušeností odchází za lepšími finančními a pracovními podmínkami do podnikatelského sektoru. Udržení produktivních a talentovaných lidí ve výzkumné sféře je jedním z klíčových předpokladů dalšího rozvoje VaV.
- Z pohledu nadprůměrných výzkumných oborů, je **těžiště VaV v ČR v technických a přírodních vědách**, které představují tři čtvrtiny zaměstnanosti vědních oborů. Podíl sociálních a humanitních věd je 11 % a výsledky výzkumné činnosti v ČR v této oblasti výrazně zaostávají za vyspělými zeměmi.
- Ze vzdělávací sféry přichází sice poměrně dostatek vysokoškolsky vzdělaných pracovníků, avšak jejich **průměrná kvalita se postupně zhoršuje**. Zejména **výzkumně nejdůležitější a intelektuálně nejnáročnější obory přírodních a technických věd nezískávají dostatečné množství schopných a talentovaných studentů**. Talentovaní absolventi středních škol totiž při výběru VŠ ve stále větší míře volí společenské nebo humanitní směry studia.
- Struktura a kvalita vědecké přípravy tedy neodpovídá potřebám excelentních oborů. Celkový počet doktorandů sice roste a i v nejbližší budoucnosti se bude zatím zvyšovat, avšak nastavení kapacit a struktury uvnitř doktorského studia včetně podmínek pro přitáhnutí zájmu špičkových studentů o studium zejména přírodovědných a technických oborů není uspokojivé.
- **Problém kvality nově příchozích pracovníků** (absolventů) se výrazně projevuje nejen ve vědních oborech, ale **i v aplikačních odvětvích**. Prostý nárůst počtu studentů a absolventů technických a přírodovědných oborů existující problémy neřeší, spíše naopak, neboť vede ke zhoršující se kvalitě, a domácí potenciál na využití výsledků výzkumu v aplikačních odvětvích je tím oslabován. I z tohoto důvodu do ČR nepřichází dostatek investorů, zaměřených na VaV aktivity.

Výzkumné infrastruktury

- V rámci současných operačních programů (OP VaVpI a OP PK) bylo alokováno celkem přibližně 62 mld. Kč na výstavbu výzkumné a vývojové infrastruktury, která by měla přispět k podpoře excelentního výzkumu a k těsnějšímu propojení výzkumných organizací a firem. Tyto výzkumné infrastruktury jsou doplněny dalšími podpořenými v rámci Cestovní mapy ČR velkých infrastruktur pro výzkum, vývoj a inovace v celkové výši zhruba 2,7 mld. Kč.
- Oborová specializace infrastruktury VaV je podle dostupných dat v souladu s výsledky analýzy výzkumné excelence – část i díky multidisciplinárnímu zaměření podpořených infrastruktur je **propojenost mezi identifikovanými nadprůměrnými obory a plánovanými infrastrukturami pro VaV vysoká**, především u center evropské excelence. U regionálních center je patrná větší vazba na **regionální specializaci**, kterou lze však hodnotit také kladně –

provázaností i na regionální ekonomiku se buduje dobrý **potenciál po budoucí aplikační spolupráci**.

- Výběr infrastrukturních projektů tak lze chápat jako **podporu k zajištění potřebného kvalitního zázemí pro další rozvoj těchto oborů** a také pro vytvoření kritické masy materiálních zdrojů a dostatečně silných, ale i diverzifikovaných týmů, které by měly být schopny přinášet kvalitní výsledky. Výjimkou zůstává území hlavního města Prahy, kde lze stále spatřovat nedostatek dostupné špičkové výzkumné infrastruktury, která by přispěla právě ke koncentraci kritického množství materiálních a lidských zdrojů pro excelentní výzkum.
- Příznivě lze hodnotit také **předpokládaný objem spolupráce s aplikační sférou** a příjmů ze smluvního výzkumu. I potenciální oborové vazby jsou díky interdisciplinárnějšímu charakteru nových výzkumných center silnější. Vzhledem k výsledkům terénních šetření je však důležitou otázkou, jak se podaří tento předpoklad naplnit – především, jak se **podaří najít dostatečný počet silných partnerů z aplikační sféry** tak, aby co nejvíce z plánovaných výzkumných výsledků bylo zúročeno v Česku a nikoliv v zahraničí.
- Klíčovou otázkou „vyřešení“ dostupnosti výzkumných infrastruktur v Česku je samozřejmě ale **udržitelnost nyní budovaných výzkumných center po skončení jejich financování ze SF**.
- V souvislosti s výstavbou a fungováním nové infrastruktury VaV bude očekávána **zvýšená poptávka po lidských zdrojích ve VaV**. Vzhledem k nejčastějšímu zaměření nové infrastruktury VaV na různé zejména oblasti materiálového výzkumu, IT a (především jaderné) energetiky je lze ale očekávat, že takto zaměřené infrastruktury VaV **budou mít problémy s nalezením odpovídajícího počtu kvalitních lidských zdrojů**. Centra jsou ve značné míře orientována na obory, kde je podle realizované analýzy LZ očekáván nejvýznamnější deficit nových pracovníků VaV, především ve sféře **materiálových věd, energetiky či informačních a komunikačních technologií**.
- Naopak infrastruktury VaV orientované na ochranu životního prostředí, biologické obory, medicínu nebo zemědělství by neměly mít s uspokojením své poptávky po lidských zdrojích výraznější komplikace.
- Kromě nároků na nové výzkumné pracovníky je důležitou součástí udržení kvality budovaných infrastruktur jejich technologická obnova – udržení na špičkové úrovni – a dlouhodobé financování jejich aktivit. To samozřejmě nároky i na národní programy financování, kde nelze hovořit o „nadbytku“ finančních zdrojů. Již nyní je tedy třeba velmi pečlivě řešit budoucí financování českého výzkumu i budovaných infrastruktur tak, aby se do nich dosud investované prostředky nepromrhaly.

Mezinárodní spolupráce

- Výzkumné a inovační aktivity získávají v souladu se stále více akcentovaným konceptem otevřených inovací nadnárodní povahu a mezinárodní spolupráce, nejen ve výzkumu, ale i v podnikových / komerčních aktivitách, je důležitou složkou konkurenceschopnosti.
- Z pohledu podnikové sféry patří Česko mezi velmi otevřené ekonomiky s dlouhodobě vysokým kladným saldem zahraničního obchodu.

- V rámci výzkumné spolupráce se analýza zaměřila na hodnocení spolupráce v rámcových programech EU, které jsou finančně nejobjemnější.
- Střednědobé hodnocení 7. RP naznačuje, že účast většiny nových členských států v tomto programu zaostává za starými členskými státy. Také **účast českých subjektů v jednotlivých prioritách 7. RP je výrazně slabší než ve velikostně srovnatelných zemích**, jako je např. Rakousko.
- **Úspěšnost** českých týmů v projektech rámcových programů **se od 5. RP trvale zvyšuje** a české týmy se postupně prosadily do konsorcií, která sestávají z kvalitních evropských týmů.
- V jednotlivých prioritách a tématech existuje ale poměrně významný rozdíl v intenzitě a charakteru účasti českých týmů v RP. Celkově příznivá je **silná účast u většiny identifikovaných nadprůměrných výzkumných oborů**.
- Týká se to priority **Nanovědy, nanotechnologie, materiály a nové výrobní technologie**, kde je kromě vysokých škol a výzkumných institucí vysoká účast i ze sektoru soukromých podniků. Z tematického hlediska je jsou nejvýznamnějšími oblastmi **materiálového výzkumu, výzkum v oblasti přístrojové techniky, spektroskopie a chemického inženýrství**.
- Dobrá je účast také v prioritě **Informační a komunikační technologie, především díky vysokému zapojení podniků, které potvrzuje vyšší aplikační potenciál této priority**. Z hlediska tematického zaměření je největší účast v oblasti **robotiky, technologií pro personalizované lékařské péče, vestavěných systémů, modelování a komunikačních technologií**.
- Zapojení českých týmů do mezinárodní spolupráce se sice neustále zvyšuje, přesto lze vnímat potřebu dalšího zlepšení. Ta se týká z pohledu rámcových programů především zapojení širšího spektra subjektů, kdy v některých prioritách je česká účast vázána na několik málo subjektů, či dokonce jeden dominantní subjekt, zapojení na vyšší úrovni spolupráce – častěji i jako klíčové subjekty a koordinátoři projektů. Z pohledu celkové mezinárodní spolupráce je třeba posílit mezinárodní mobilitu jak výzkumníků, tak studentů (zejména doktorandů a post-doktorandů).
- Dále je třeba tento aspekt zdůraznit při **rozvoji nových výzkumných infrastruktur**, pro které je zapojení do mezinárodních sítí a spolupráce s předními světovými pracovišti klíčové pro posilování jejich rozvoje a udržení světové kvality.