

### III.2.5.

#### **Konkurenceschopné strojírenství**

##### **Souhrn**

Strojírenství je bezesporu jedno z nejdůležitějších odvětví české ekonomiky. Pro národní hospodářství má klíčový význam jak pro tvorbu HDP, zahraničně obchodní bilanci i pro vytváření pracovních míst a celkovou zaměstnanost. Na strojírenství jsou navázány výzkumné, vývojové a vzdělávací instituce, jakož i řada dalších služeb. Konkurenceschopné strojírenství je předmětem zájmu tuzemských i zahraničních investorů a podpora výzkumu a vývoje je tak klíčová pro udržení a zvyšování jeho úrovně s efektem dlouhodobé stabilizace investic do tohoto odvětví.

Jde přitom o interdisciplinární výzkum, zahrnující nejen samotné strojírenství, ale i úzce související obory materiálového výzkumu, energetiky a informačních technologií, kromě toho i technické chemie, silnoproudé elektrotechniky i mikroelektroniky. Právě pro tento typ kvalifikovaného výzkumu má ČR dobré podmínky, dané jak tradicí, tak i současným velmi dynamickým rozvojem. V oblasti výrobků jde zejména o návrh a optimalizaci používání makromechanických, mikromechanických a elektronických prvků s cílem dosáhnout daleko vyšší energetické a ekologické šetrnosti, což je klíčové pro cílová léta 2015-2020. K tomu může přispět automatizované řízení provozu souborů strojů a zařízení zahrnující snímání a vyhodnocování parametrů, stanovení řídicích akcí pomocí inteligentních algoritmů a jejich převedení na výsledný výkonový účinek stroje nebo soustavy strojů. V procesově orientované oblasti jde o orientaci výzkumu konstrukce strojů a jejich optimalizace prostředky simulace budoucí činnosti v provozu pomocí virtuální reality a pokročilého experimentálního výzkumu včetně vedlejších následků činnosti. Dále jde o výzkum zvyšující úroveň technického designu, ergonomii a ekologii. Procesově orientovaná oblast musí vést ke zkrácení času od objevu principů inovace k jejímu zavedení na trh.

SWOT analýzou byly nalezeny zejména následující okruhy priorit:

- Konkurenceschopné dopravní strojírenství (výzkum inovativních výrobků a dílů a procesů pro automobily, kolejová vozidla a letadla).
- Nové výrobní technologie, stroje a zařízení (výzkum inovativních výrobků a technologických procesů pro průmysl výrobních strojů, energetický a zpracovatelský průmysl).
- Integrované inženýrství (spojení a urychlení předvýrobních etap v procesu funkčního návrhu, konstrukce, virtuálního prototypování, výrobní technologie a dalšího životního cyklu a vyhledávání inovativních směrů pro budoucí konstrukce včetně mechatroniky, biomechaniky a human-machine interaction), rozvíjející vazbu výrobce – dodavatel – specializovaná inženýrská firma – uživatel.

V rámci evropského výzkumného prostoru se již rozeběhly projekty založené na technologických platformách, tedy sdruženích zainteresovaných účastníků, kteří sami vytvářejí budoucí výzkumný program a projekty, jež se budou ucházet o státní podporu. Tyto snahy motivuje klesající konkurenceschopnost evropského průmyslu vůči americké a především dálně-východní konkurenci. Při současně probíhajícím procesu snižování počtu tvůrčích inženýrů v západní Evropě je v této oblasti pociťována naléhavá potřeba aktivní technologické politiky. Proto je hlavním mottem 7. rámcového programu demonstrovatelná aplikovatelnost výsledků, nikoli jen formální excelence. I když se klíčové slovo strojírenství nevyskytuje v prioritách EU explicitně, je zřejmé, že právě na něm leží tíha samotné realizace všech inovací, spojených s materializovanými výsledky výzkumu.

Hlavními výsledky jsou inovativní výrobky, technologie a duševní vlastnictví. Hlavními přínosy výzkumu v rámci priorit VaV bude zvýšení konkurenceschopnosti ve výrobní oblasti uvedených oborů i v oblasti transferu know-how, včetně rozšiřování zahraničních investic do výzkumných institucí. Měřítkem úspěšnosti je v konečné fázi zavádění inovace objem přidané hodnoty a produktivita výroby, z hlediska výzkumu a vývoje vyhodnocená realizovaným výrobkem nebo postupem, který bude konkurence schopný přinejmenším v evropském měřítku.

Tuzemská výzkumná a vývojová základna tak bude schopna udržet příliv zahraničních investic a růst výroby v nesnadno přenositelných vysoce kvalifikovaných výrobních s velkou přidanou hodnotou (automobily – nejen konečná montáž, nýbrž i výroba subdodávek a příslušenství, výrobní, energetické a zpracovatelské stroje nových koncepcí, letecká technika atd.).

## **1. Charakteristika**

Podpora konkurenceschopného strojírenství znamená podporu výzkumu a vývoje v perspektivních oborech strojírenství, důležitých pro nalézání a realizaci inovací i jejich zavedení ve formě výrobků a technologií, zvyšujících kvalitu života a tím přispívajících k jejich prodejnosti. Jde tedy jak o aplikovaný výzkum a vývoj inovativních výrobků a technologií, tak o výzkum a vývoj procesů a metod inženýrské práce, zaměřený na urychlení a zlevnění všech výrobních etap.

Ve výrobně orientované oblasti jde o návrh a optimalizaci použití makromechanických, mikromechanických i elektronických prvků pro dosažení energetické a ekologické šetrnosti. Automatizované řízení provozu souborů strojů a zařízení k tomuto cíli zahrnuje snímání a vyhodnocování parametrů, stanovení řídicích akcí pomocí inteligentních algoritmů a její převedení na výsledný výkonový účinek stroje samotného i soustavy strojů.

V procesově orientované oblasti jde o výzkum a vývoj konstrukce strojů a jejich optimalizace prostředky simulace budoucí činnosti v provozu pomocí virtuálního prototypování a testování i pokročilého experimentálního výzkumu včetně minimalizace vedlejších následků činnosti, o výzkum zvyšující úroveň technického designu a ergonomie v širším slova smyslu "man-machine interaction" – aktivní i pasivní bezpečnost, jak vůči uživateli tak i vůči okolí, komfort obsluhy a ostatních uživatelů, či vývoj pokročilé technologie výroby a montáže, v neposlední řadě i řízení kvality výroby. Procesově orientovaná oblast musí vést ke zkrácení času od objevu principů inovace k jejímu zavedení na trh.

Obě oblasti jsou úzce svázány s výzkumem energetiky, materiálových věd i informačních technologií, ve všech případech z hlediska vstupů jejich výsledků i výstupů a zpětných vazeb na tyto obory. S ohledem na vývoj v evropském i globálním měřítku a potenciál ČR reagovat na něj se navrhuje tyto prioritní oblasti:

## Konkurenceschopné dopravní strojírenství<sup>1</sup>

Výroba moderních a konkurenceschopných silničních a kolejových vozidel pro osobní a nákladní přepravu i letecké techniky představuje významnou příležitost k dalšímu hospodářskému růstu ČR. Předmětem tematické oblasti je výzkum struktur a komponent (skupin, dílů a příslušenství) silničních a kolejových vozidel, jejich pohonů a jejich bezpečnostních aspektů pro trvale udržitelnou mobilitu (tj. s respektováním omezenosti zdrojů fosilních paliv, produkce zdraví škodlivých emisí a skleníkových plynů a s dostatečnou bezpečností přepravovaných osob – včetně osob se sníženou pohyblivostí, nákladů a ostatních účastníků dopravního procesu) a řízení procesů probíhajících v nich samotných i při jejich interakci s infrastrukturou (dopravní cesty, informační technologie). Na tyto práce navazuje výzkum koncepcí kolejových vozidel a letadel. Průmysl kolejových vozidel prožívá renesanci s ohledem na rostoucí potřebu převést dopravní toky do ekologičtější dopravy. Letectví a kosmonautika představují silně multidisciplinární obory a přispívají k obecnému rozvoji všeobecné technické úrovně, včetně technické vzdělanosti.

### 1.2 Nové výrobní technologie, stroje a zařízení

ČR je významným evropským i světovým výrobcem strojírenské výrobní techniky. Stroje zpracovatelského a energetického průmyslu také tvoří významný segment strojírenství z hlediska tvorby HDP i podílu na exportu ČR. Výzkum bude proto zaměřen především na stroje s vysokými užitnými vlastnostmi a se schopností konkurovat světové špičce v oboru, tedy vysoce výkonné, přesné a spolehlivé stroje a zařízení vybavené pokročilou diagnostikou, mechatronickými systémy a systémy umělé inteligence, které budou vykazovat výrazně vyšší přidanou hodnotu a budou v souladu s potřebami uživatelů.

Ke zpracovatelskému a energetickému průmyslu patří neodlučitelně zvládnutí nových a pokročilých technologických postupů a procesů. Výzkum v oblasti technologií a výrobních technologických procesů bude odpovídat stále se zvyšujícím požadavkům na kvalitu a produktivitu, snižování energetické a materiálové náročnosti výroby a výrobků, recyklovatelnost výrobků i separovatelnost součástí a materiálů. Cílem výzkumu bude i automatizace výrobních technologií, integrace klasických výrobních technologií a nových technologických řešení, miniaturizace a zvýšení přesnosti.

Výrobní stroje a veškerá strojní zařízení musí být dostatečně spolehlivé a bezpečné po celou dobu své technické životnosti, zároveň musí plnit limity z hlediska působení na člověka a na okolní prostředí. Proto je nezbytné disponovat takovými prostředky a metodami, s jejichž pomocí lze objektivně již ve stádiu vývoje posoudit vlastnosti nových výrobků a zařízení v budoucím provozu stejně jako monitorovat a diagnostikovat stav těchto výrobků a zařízení během skutečného provozu.

---

<sup>1</sup> Z hlediska EU FP 7 jde o priority SUSTAINABLE SURFACE TRANSPORT a AEROSPACE TRANSPORT z hlediska holistického přístupu k výrobkům, infrastruktuře, uživatelským přístupům i legislativnímu rámci. Jde konkrétně o následující priority, z nichž dopravní strojírenství řeší částečně všechny:

- The greening of surface transport
- Encouraging modal shift and decongesting transport corridors (co-modality)
- Ensuring sustainable urban mobility
- Improving safety and security
- Strengthening competitiveness

Přístup FP7 je odvozen z Bílé knihy evropské dopravy (White Paper on Transport "European Transport Policy for 2010" a "Keep Europe moving" a bere v úvahu především energetickou a environmentální stránku dopravy. Využívá výsledků platform ERTRAC (road transport) a ERRAC (rail transport).

### 1.3 Integrované inženýrství

Kromě výzkumu pokročilých výrobků samotných, popsaných dříve, je pro konkurenceschopné strojírenství potřebný výzkum nástrojů a metod uplatnitelných v inovačním procesu, tedy výzkum inženýrských nástrojů a postupů, zajišťujících konkurenceschopnost vytvářených výrobků, i výzkum provedení základních stavebních prvků takových pokročilých konstrukcí.

Klasické metody konstruování založené na empirii a intuici konstruktéra jsou dnes prakticky vyčerpány. Inovace vyšších řádů si vynucují více než optimalizaci parametrů systému dané koncepce a konfigurace, jak to umožňují současné metody inženýrské práce podpořené počítačem, založené na simulačních a optimalizačních metodách. Požadavek na inovace vyšších řádů s krátkým časem jejich uvedení na trh v inovačním cyklu také vyžaduje integrované (simultánní) zapojení nejen konstrukčně vývojových kapacit, ale též vývojářů materiálu, technologií a údržby/likvidace výrobku.

Novou kvalitu návrhových postupů za těchto okolností lze dosáhnout využitím konceptu virtuálních prototypů a jejich postupnou materializací. Uplatnění těchto postupů je na jedné straně umožněno dosaženými i očekávanými pokroky v modelování funkce i výroby strojů, na druhé straně je nezbytné pro návrh a vývoj nových strojů, konstrukcí a jejich komponent s inteligentním chováním. V souladu s metodami technologického designu budou také řešeny aplikace umožňující vytváření databází materiálů a technologií. Výzkum proto vyžadují i modelové popisy dosavadních materiálů a technologií.

Výzkum metod samotných není možný bez zpětné vazby z průmyslových aplikací. Proto je neoddelitelnou částí výzkumu také konstrukce pokročilých prvků strojů, snímání a ovládání pohybu jejich částí, snímání a ovládání průtoku tekutin a řídicí algoritmy pro kombinaci strojů nebo jejich větších subsystémů s ovladači, při respektování dynamiky celého systému. Jako součást celku lze využít mechatronických inteligentních struktur jdoucích až do měřítek částic materiálu, složených ze snímačů, řídicích algoritmů a ovladačů, jejichž dílčí řízení je nutné systémově koordinovat, a to jak přímo na místě, tak dálkově.

Ve své druhé části se výzkum zaměří na problematiku mobilních mechatronických systémů pro manipulačně-servisní funkce (specializované roboty), pro výrobní stroje, pro chemické a elektrochemické reaktory s řízeným průběhem reakcí (zneškodňování emisí, odpadů, palivové články). Zahrnuje i popis mechanického chování lidského těla v interakci se stroji, zejména s ohledem na riziko poškozování zdraví mechanickým působením.

Ke správné dlouhodobé strategii VaV konkurenceschopného strojírenství je naprosto nezbytný koordinovaný postup s orgány a institucemi EU, ovlivňující priority VaV a jejich aktivity v jednotlivých oblastech (technologické platformy, JTI atd.). Např. v letectví se jedná o komplexní vývoj letadel kategorie General Aviation, v silniční dopravě o platformu ERTRAC, v železniční ERRAC, ve výrobních strojích ManuFuture, v energetických strojích o H2FC atp.

## 2. Cíle

**Zvýšení globální konkurenceschopnosti strojírenství v ČR pomocí výrobků s vysokou přidanou hodnotou** rychlým zaváděním inovací vyšších řádů, v oblastech výzkumu inovativních výrobků pro

- **dopravní strojírenství** s cílem snížit spotřebu neobnovitelných a importovaných (z politicky nestabilních oblastí) zdrojů energie i produkci emisí zdraví nebezpečných nebo skleníkových látek a zvýšit bezpečnost dopravy. Jde zejména o následující priority výzkumu:
  - Struktury a komponenty dopravních strojů pro trvale udržitelnou a bezpečnou mobilitu
  - Nekonenvenční a alternativní pohony pro silniční a železniční vozidla

- Prostředky zajištění bezpečné silniční, železniční a letecké dopravy
- Kolejová vozidla a jejich komponenty
- Letectví a kosmonautika, zejména vývoj malých letadel, pohonných jednotek, systémů a technologií, vývoj zaměřený na zvýšení bezpečnosti, spolehlivosti a životnosti.
- **stroje zpracovatelského a energetického průmyslu a výrobních technologií** s cílem zvýšit produktivitu strojírenské, textilní a elektrotechnické výroby, energetiky a omezit jejich dopad na životní prostředí i lidské zdraví. V oblasti výrobních strojů jde zejména o tyto priority:
  - Nové výrobní technologie.
  - Nové výrobní stroje a systémy zpracovatelského průmyslu, včetně automatického řízení výrobních strojů, výrobních systémů a technologických procesů a robotizace výrobních strojů a systémů, mezioperační dopravy a manipulace.
  - Vysoce výkonné komponenty strojů.
  - Moderní pohony, pokročilé metody řízení a integrace mechatronických prvků.
  - Měřicí technika a snímače pro strojírenství.
  - Adaptivní řízení vlastností strojů s využitím inteligentních systémů
  - Snižování energetické a materiálové náročnosti strojů
  - Testování a provozní diagnostika strojů a zařízení; predikce, monitorování a zajištění spolehlivosti a bezpečnosti technických systémů.

Zvýšení **globální konkurenceschopnosti strojírenského výzkumu a vývoje** v ČR v oblasti průmyslového duševního vlastnictví a transferu know-how do shora uvedených i dalších průmyslových sektorů, založené na využití dosaženého postavení českého strojírenství pomocí VaV a zavádění:

- Prostředků procesů a metod inženýrské práce, zaměřené na urychlení a zlevnění předvýrobních etap.
- Prostředků pro návrh a optimalizaci inteligentních struktur pro řízení strojů cílené k vykonávání zamýšlené funkce s minimem vedlejších negativních účinků, především pomocí mechatroniky a aktivní biomechaniky jakožto podkladu pro další rozvoj. Zde jde zejména o tyto oblasti:
  - Inteligentní struktury (řízené mechanické a materiálové konstrukce s aktivním chováním).
  - Ergonomická optimalizace strojů a pasivní biomechanika.
  - Mechatronika, robotika a aktivní biomechanika.
- Integrované provozní diagnostiky strojů a zařízení, predikce, monitorování, zajištění a validace spolehlivosti a bezpečnosti technických systémů.

Klíčovou součástí cílů je i **udržení a rozšíření lidských zdrojů schopných zajistit shora uvedené priority.**

### **3. Důvody a kritéria, na jejichž základě je priorita navržena**

Význam strojírenství pro českou ekonomiku je uveden v úvodním souhrnu na první straně. Právě pro typ kvalifikovaného aplikovaného výzkumu má Česká republika dobré podmínky, dané jak tradicí tak i současným velmi dynamickým rozvojem.

Strojírenským průmyslem, využívajícím ve svých výrobcích produktů dalších odvětví (hutnictví a metalurgie, elektrotechnický průmysl, informační technologie), je zajišťována podstatná část konkurenceschopného exportu ČR s vysokou přidanou hodnotou a významným podílem na HDP.

Zaměstnanost ve zpracovatelském průmyslu se střední až špičkovou úrovní technologií je přitom v ČR z hlediska EU i nově přistupujících zemí nadprůměrná a stále narůstá na úkor low-tech oborů.

Pro výběr doporučených oblastí průmyslu byla proto použita následující kritéria:

**Současný výkon oblastí průmyslu** kvalitativně oceněný (úroveň nejméně na spodní hranici high-tech; obrat; zaměstnanost; investice – objem, skladba, investor; výzkumné aktivity; export).

**Expertní odhad perspektivy pro příštích 20 let**, zejména buď možnost prohloubit zapojení do hlavního proudu globální ekonomiky prostřednictvím nadnárodních společností nebo využití existujícího know-how a kapacit pro zaplnění niky na trhu (vznikající typicky vysokou technologickou náročností a relativně malými objemy výroby, nepřítažlivými pro příliš velké společnosti).

Ve vybraných pro ekonomiku a společnost přínosných oblastech průmyslu byly pak vybírány priority výzkumu podle následujících kritérií:

Rozsah průniku požadavků na výzkumně vývojové aktivity dle **expertního odhadu globálního trendu** (založeného na komunikaci se zástupci průmyslu na české i globální úrovni) a **zhodnoceného rozvojového potenciálu existující výzkumné základny** (na akademické i průmyslové úrovni).

Odhad zájmu **globálních partnerů o podporu výzkumu** založený na trendech výzkumných spoluprací v rámci evropských a dalších mezinárodních projektů.

Doporučené oblasti výzkumu a vývoje jsou tedy klíčové pro udržení schopnosti českého strojírenství jako celku konkurovat na světovém trhu. Vybrané oblasti výrobků zahrnují zejména průmysl dopravních prostředků pozemních a leteckých, průmysl energetických strojů, průmysl výroby strojů a zařízení pro zpracovatelské technologie jako obrábění, tváření a odlévání, dále pak pro textilní, chemický průmysl, průmysl paliv, sklářský, polygrafický, potravinářský průmysl, výrobu balících a manipulačních prostředků, zařízení pro těžební průmysl a zdravotní techniku.

Díky průmyslové základně, tradici a dosud dostatečnému počtu vysoce kvalifikovaných odborníků stoupá zájem zahraničních investorů o zakládání významných poboček výzkumných a vývojových center v ČR. Tím se zvětšuje poptávka po lidských zdrojích, jejichž úroveň synergicky zpětně ovlivňuje úroveň průmyslu. Navíc jsou tyto zahraniční investice spojeny s přenosem know-how a jsou na rozdíl od výroben stabilnější. Proto je žádoucí podpořit tento trend, příznivý z hlediska nárůstu HDP i kvalifikované zaměstnanosti a zvyšující energetickou i ekologickou šetrnost.

**S ohledem na omezenost dalších zdrojů HDP v ČR jde o velmi významnou položku společnosti a ekonomiky, kterou není možné zajistit bez vlastní aktivní státní podpory pro VaV. Trvalý rozvoj a co možná stabilní lokalizaci vybraných odvětví je v zájmu ekonomiky ČR tak i celé společnosti. To je podmíněno konkurenceschopností, danou užitnou hodnotou výrobků a poměrem užitná hodnota/cena. Tyto faktory není možné zajistit bez vlastního VaV, a to jak s ohledem na parametry výrobků, tak s ohledem na dlouhodobě udržitelné personální zajištění odvětví (bez výzkumu a vývoje není možná výchova nových kmenových pracovníků). V opačném případě se výroba odtržená od VaV stává velmi zranitelnou, neboť je podle okamžitých nabídek levných kapacit přenositelná kamkoliv.**

## 4. Analýza SWOT

### 4.1 Silné stránky

Výsledky inženýrského výzkumu a vývoje jsou díky tradici i vysoké technologické úrovni na úrovni srovnatelné s Evropou, zejména v některých regionech. To lze dokladovat rostoucím exportem, relativní citační odezvou na inženýrský výzkum, patentovou aktivitou (zejména co do počtu udělených patentů) a o aktivitou i úspěšností v evropských rámcových programech, a to zejména při srovnávání srovnatelných (tedy postkomunistických) zemí. Obdobné výsledky ukazuje i zapojení do evropských projektů 6. Rámcového programu EU, zejména v 6. tématické prioritě „Udržitelný rozvoj - globální změny a ekosystémy“. Je nutno ovšem vzít v úvahu celkovou účast pracovníků z ČR v řešitelských konsorciích, nejen úspěšnost vlastních projektů ČR. Z těchto údajů je zřejmé, že inženýrské obory patří ke špičce toho, co v ČR v oblasti výzkumu a vývoje existuje.

Podařilo se posílit účelovou podporu výzkumu a vývoje/inovací v oblasti strojírenství, zejména programy MPO a programem Výzkumná centra LN a 1M (dopravní strojírenství včetně letectví, strojírenství pro zpracovatelský průmysl, průmysl výrobních strojů a průmysl textilních strojů), a investiční podporou českých pracovišť globálních i lokálních výzkumných a vývojových firem (zejména v oblasti dopravního strojírenství).

Česká republika získala koordinaci IP 6. RP v oblasti letadel pro regionální dopravu, vstoupila do technologických platforem pro dopravu ERTRAC, pro vodíkové technologie H2FC i do strojírenské výroby ManuFuture, účastnila se nejvíce ze všech nových členských zemí RP EU vázaných na strojírenství, zejména dopravních prostředků a výrobních strojů, a úspěšně vstupuje do soutěže o projekty 7. rámcového programu.

### 4.2 Slabé stránky

Průmysl nemá pro většinu potenciálně konkurenceschopných oborů obecněji zaměřené institucionální výzkumné základny (s výjimkou letectví, textilu a některých oblastí energetiky, zejména jaderné). Proto mohla být ze státní podpory výzkumu využívána hlavně účelová podpora projektů, která však nemůže ze svého principu vytvářet dlouhodobou a koordinovanou výzkumnou základnu, navíc s vlivem minulého podinvestování výzkumných kapacit a jejich nejasné perspektivy při nezajištění institucionální podpory.

Zejména menší čeští výrobci se udržují na trhu jen prodejem svých výrobků prostřednictvím zahraničních partnerů, kteří mají dostatečný vývojový potenciál a jsou napojeni na výzkumná pracoviště. To převádí podstatnou část zisku do zahraničí a postupně degraduje úroveň nejen samotných výrobců z hlediska investičního rozvoje, ale i úroveň lidských zdrojů pro průmysl obecně.

Přes výrazné investice do výrobních kapacit strojírenského průmyslu stále hrozí nebezpečí omezení průmyslové výroby na úroveň rozvojové země s těžkým spekulativním kapitálem, přesunujícím výrobní kapacity podle aktuální ceny práce.

Spojení výchovy nových výzkumných a vývojových pracovníků na vysokých školách s jejich výzkumnou činností je rozměňováno důrazem na kvantitu (počet studentů, pokud možno v levných programech nižší úrovně), nutnou pro přežití plošně financovaných universit. Neexistuje dosud dostatečný počet universit soustřeďujících špičkové vzdělávací kapacity pro vynikající studenty. Zmizela podpora náročného a tím neatraktivního středního a vysokého školství technického a přírodovědeckého zaměření a jeho úzkého spojení s praxí. Pouze vynikající odborníci s praktickými zkušenostmi mohou přitom přispět ke generační obnově. Problematika však nespočívá jen v oblasti vysokoškolského studia, neboť pro zabezpečení cílů a výstupů VaV je nutná řada profesí technického směru na úrovni

středního či učňovského školství, zejména umožňující rychlou výrobu modelů, funkčních vzorků a prototypů.

Současná legislativa znesnadňuje přímé vytváření ziskových spin-off firem při univerzitách. Tyto firmy jsou podle zahraničních zkušeností nositelem patentových a licenčních aktivit.

#### **4.3 Příležitosti**

Impuls k výzkumu a vývoji nových technologií ve strojírenství je dán požadavkem na globální ekonomickou konkurenceschopnost výrobků s respektováním zostřujících se požadavků na trvale udržitelný růst ekonomiky, tedy dodržování ochrany životního prostředí z hlediska životního cyklu výrobků (výroby, provozu i likvidace-recyklace).

Spojení investičního financování z evropských strukturálních fondů a základního institucionálního financování z fondů ČR bude příležitostí pro úspěšná centra aplikovaného výzkumu za současného racionálního využití kapacit jednotlivých regionů.

Toto financování bude doplněno možností dalšího účelového financování perspektivních projektů na základě mezinárodní spolupráce, tedy zajistitelného mj. z evropských zdrojů, jako např. 7. RP.

Doplnění účelového financování především vývoje a průmyslového výzkumu bude možné ze zdrojů privátního sektoru, který již projevuje rostoucí zájem, podmíněný jak nepřímými nástroji podpory VaV ze strany státu, tak zlepšujícími se hospodářskými výsledky a potřebou inovací.

Navíc se nabízí využití existujícího potenciálu strojírenství ČR, proslaveného jak invencí a schopnostmi techniků, tak možnostmi výroby pro dokončení a ověření prototypové realizace vyvinutých inovací.

Významné je i spojení přípravy nových výzkumných a vývojových pracovníků na vysokých školách s jejich výzkumnou činností soustředěním špičkových vzdělávacích kapacit na vynikající studenty a obnovení prostředí pro informační i propagační kampaň ke zvýšení atraktivnosti technických oborů.

Stále existují lidské zdroje na úrovni výzkumu a vývoje i na střední a základní odborné úrovni (řemeslně schopní pracovníci prototypových dílen atd.), i když beze změny systému středního technického školství se tato příležitost může změnit v hrozbu.

Uplatnění existujících a rozšiřovaných kapacit strojírenského VaV je schůdné i v globálním měřítku, zejména při spolupráci s Dálným Východem. Zde je důležitá pružnost reakce na poptávku v prostředí s různými požadavky na udržitelnost rozvoje.

#### **4.4 Ohrožení**

Potenciální stagnace růstu ekonomiky ČR v návaznosti na světovou recesi (např. v důsledku dalšího energetického šoku) a následné omezení stabilizačních dotací VaV. V této souvislosti je s ohledem na evropské vazby hrozbou i příliš opožděné zavedení evropské měny.

Nevýhodný může být i pokles regionálních rozdílů prostřednictvím jednostranné preference homogenizace výzkumného potenciálu regionů ČR, vedoucí ke zbrzdění rozvoje nejvýkonnějších oblastí. Cílem musí být maximální výkonnost a účinnost, ne neefektivní průměr.

Přetrvává nezájem o studium technických oborů, způsobený malou propagací a zaměřením výuky na úrovni základního a středního školství a malou informovaností rodičů



o příležitostech v oboru. Hrozbou je tedy také opožděná realizace podpory středního a vysokého školství, zaměřeného na technické a exaktní přírodovědné obory.

Obecně hrozí i zhoršování akceschopnosti některých univerzit v důsledku tlaku akademických senátů (s velkými rozhodovacími a blokovacími pravomocemi) proti rostoucím požadavkům schopných a tvrdých manažerů a pokračující diferenciaci příjmů výkonných a nevýkonných organizačních jednotek, včetně omezení podnikatelských aktivit univerzit v oblasti obchodně činných spin-off organizací. Dosud přetrvává nemožnost odpisu nákladů na VaV z daní pro firmy na výzkum nakupovaný zvenku (od VÚ, škol, vlastních dceřinných společností).

Existuje také hrozba odchodu nejvýkonnějších pracovníků do zahraničních oblastí s lepšími pracovními podmínkami.

#### **4.5 Připravenost uživatelské sféry**

Vybraná odvětví přežila úspěšně šokovou ekonomickou transformaci také díky tomu, že byla konkureschopná na základě vlastního VaV nebo díky nepřerušeným vazbám s dodavateli těchto služeb. V kritériích seriózních zahraničních investorů se posouzení tohoto potenciálu vždy vyskytuje a je nyní uplatňováno i vedoucími tuzemskými investory.

Proto je připravenost vybrané perspektivní uživatelské sféry na aplikaci výsledků VaV příznivě vysoká, a to jak v případě globálních společností na území ČR, tak u tuzemských majitelů. V poslední době roste i zájem a s ním připravenost malých a středních společností, což je výsledek jak konkurenčního procesu, tak jejich dlouhodobé podpory na úrovni ČR i EU. O tom svědčí masivně rostoucí objem výzkumu objednávaného u universit a výzkumných institucí v posledních 3 letech. Z tohoto hlediska vytváří připravenost uživatelské sféry spíše příležitost než hrozbu.

#### **5. Stav v zahraničí**

Zahraniční podniky využívají výzkumu soustředěného do národních (veřejných, často při univerzitách, i soukromých) nebo nadnárodních (soukromých) výzkumných institucí sídlících zpravidla v levnějších lokalitách mimo hlavní města, postupně se sdružujících do konsorcií v rámci sítí, účelových sdružení atp. Oba druhy těchto institucí využívají národní, zčásti i evropskou podporu. Koncentrovaný výzkum využívá synergií mezi obory (např. energetické - dopravní stroje, letecké - automobilové konstrukce, využití mikroelektroniky).

I zde probíhá lepší koordinace a orientace výzkumných aktivit s ohledem na

- realizovatelnost výsledků, (tedy řešení aktuálních problémů „na klíč“, ne pouhý "curiosity driven research"), odražená v zájmu výrobců o realizaci výstupů,
- interdisciplinaritu (holistický přístup), zejména u výhodných mechatronických přístupů ke strojírenským výrobkům pro jejich inovace vyšších řádů, často vyžadované požadavky trvale udržitelného rozvoje<sup>2</sup>,

---

<sup>2</sup> Evropská politika výzkumu se v rámci FP7 zaměřuje na dopravní strojírenství v rámci hlavních cílů

- Development of innovative solutions for surface transport products (vehicles, vessels, infrastructure and their components), processes, operations and services.

- Breakthrough research in support of step changes including the incorporation of breakthrough technologies and results from interdisciplinary research (such as nanotechnologies, biotechnologies, new materials and advanced production) into surface transport applications. Research will support both short to medium term CO2 reduction targets and will contribute to the development of a new vision of transport systems and solutions beyond 2050.

A holistic approach addressing all possible means to reduce emissions is taken.

Díleč témata viz poznámka na str. 2.

- komplexní posuzování a zlepšování dopadů provozu a výroby průmyslových produktů na životní prostředí, odrážející se v jejich posouzení vládními (nebo komunitními) orgány i občanskými sdruženími prostřednictvím jejich zastoupení v technologických platformách<sup>3</sup>.

V rámci evropského výzkumného prostoru se již rozběhly projekty iniciované technologickými platformami, tedy sdruženími zainteresovaných účastníků, kteří sami vytvářejí budoucí výzkumný program a projekty, jež se budou ucházet o státní podporu. Tyto snahy motivuje klesající konkurenceschopnost evropského průmyslu vůči americké a dálně-východní konkurenci, daná jak rostoucí úrovní výzkumných i technologických kapacit konkurentů a jejich rychlostí reakce na měnící se požadavky různých trhů, tak (zejména v případě východní Asie) nižšími osobními náklady na výzkum. Při současném snižování počtu tvůrčích inženýrů v západní Evropě je pocítována naléhavá potřeba aktivní technologické politiky v této oblasti. Proto je hlavním mottem 7. RP demonstrovatelná aplikovatelnost výsledků, nikoli jen formální excelence, jejíž jednostranné zdůrazňování vedlo k některým neúspěchům 6. RP. Byl explicitně – v prioritách – posílen význam výzkumu prostředků všech druhů dopravy (včetně dosud neprávem opomíjené silniční a malé letecké dopravy). I když se klíčové slovo strojírenství nevyskytuje v prioritách explicitně, je zřejmé, že právě na něm leží tíha samotné realizace všech inovací, spojených s materializovanými výsledky výzkumu. To si plně uvědomují zejména ve Francii, Itálii a SRN a to se plně odráží i na současných recesích v USA i UK.

Význam průmyslu s podstatnou rolí strojírenství v rozvinutých ekonomikách prochází renesancí: ze strategických a bezpečnostních důvodů není možné stát se závislým na výrobě v oblastech, jejichž vývoj a budoucí vztahy k euroatlantické civilizaci nejsou transparentní a garantované. Kromě toho se již v západní Evropě i (v menší míře) v ČR projevuje nedostatek techniků a inženýrů. Při přesunu výrobních aktivit do nízkonákladových zón východní Asie je třeba připravit základnu pro udržení ekonomického růstu, vycházející z potenciálu ČR a „obchodovatelnou“ s touto oblastí. Tedy v oblasti výzkumu, vývoje a aplikace pokročilých technologií, řešících např. problémy energetiky (při výrobě paliv z lokálních zdrojů těsně navazuje na stroje pro zpracovatelský průmysl) a mobility (dopravní prostředky pozemní i letadla, paliva) i levné a kvalitní výroby strojů i materiálů a dalších průmyslových produktů. Stále silněji je strojírenství integrováno s elektrotechnikou a informatikou v pokročilých mechatronických komplexech, a to jak ve finálních inovativních výrobcích, tak v etapě jejich vývoje a výzkumu pro zrychlení inovačního cyklu (virtuální výrobky a výrobní postupy, rapid prototyping atp.). Charakteristické je, že zkušenosti ze simulace funkce virtuálních výrobků se začínají aplikovat i při jejich prediktivním řízení.

Dříve optimistické předpoklady o brzké aplikaci nových transformátorů energie (palivové články) se v dopravních strojích korigují a vývoj se obrací evolučním směrem. Totéž se týká obnovitelných zdrojů energie pro dopravní prostředky. Nové technologie a zpracovatelské stroje jsou právě v souvislosti s tímto trendem vyžadovány. Do priorit 7. RP byla proto doprava a dopravní strojírenství zařazeno v explicitní formě nově.

## 6. Předpoklady ČR

### 6.1 Připravenost

Dosud existuje kapacita průmyslového výzkumu a vývoje, přežívající díky zmíněné, leč často nesystémové podpoře. Těžké podmínky ekonomické transformace jasně ukázaly,

---

<sup>3</sup> Evropské platformy ERTRAC (road transport, s českou účastí) a ERRAC (rail transport), pro výrobní stroje ManuFuture (s českou účastí), pro vodíkové technologie H2FC, v ČR Česká vodíková platforma. Pro strojírenství obecně v ČR Česká technologická platforma strojírenství.

kteřé obory jsou potenciálně konkurenceschopné. Jde tedy o koordinaci úsilí pro výzkum na podkladě společných projektů.

Zkušenosti získané z programu Výzkumná centra prokazují možnosti sdružení výzkumných kapacit při spolupráci na konkrétních tématech aplikovatelných u realizátorů, kteří již přispívají nemalým dílem z vlastních prostředků na výzkum a výsledky výzkumu využívají. Centra využívající Radu centra ke koordinaci úsilí na realizovatelné produkty v rámci virtuální organizace vytvořila na jejím základě jistý druh technologické platformy. Stabilizaci týmů ve výzkumných centrech pomohlo i získání prostředků z EU .

Roste zapojení do mezinárodních programů výzkumu a vývoje i do technologických platforem na evropské úrovni, především u globalizovaných oborů (letecký, automobilový průmysl), ale i u dalších (obor strojírenských výrobních strojů). Jde ovšem o oborově specifickou záležitost. Priorita VaV Konkurenceschopné strojírenství by měla přispět i ke zvýšení konkurenceschopnosti vlastního výzkumu ve smyslu získávání dalších evropských finančních prostředků jak z evropských strukturálních fondů, zejména pro investice, tak ze 7. RP. Dále by měla přispět k posílení odborného školství na všech úrovních, které vytváří lidské zdroje strojírenství.

## 6.2 Užití

Výrobní sféra se rozvíjí v životaschopných oborech na základě výše zmíněného přirozeného výběru. Její požadavky na bázi technologických platforem a možnost doplňující podpory VaV z privátních zdrojů směřují pak průmyslový výzkum v návaznosti na jeho cílenou aplikovanou fázi. Dosavadní výsledky vyjmenovaných oblastí tento závěr jednoznačně podporují.

I když se všichni potenciální uživatelé nemohli na formulaci priority podílet přímo, vyplývá jejich zájem z několika indikátorů. Vznikla Česká technologická platforma strojírenství (ČTPS), s níž jsou zamýšlené priority projednávány. V Platformě jsou zastoupeni oborové a odvětvové svazy. Lze uvést významné příklady konsorcií mezi výrobní a výzkumnou sférou již vzniklých nebo pro návrhy mezinárodních a českých projektů deklarovaných ve formě záměru. Vzhledem k nutným vkladům do konsorcií (např. 50% spoluúčast na demonstračních projektech) nejde o platonický zájem. To lze doložit na vybraných konkrétních případech: do 1 měsíce (např. pro automobilový průmysl, letecký průmysl, průmysl kolejových vozidel, textilních strojů nebo strojírenských výrobních strojů), nebo na základě průzkumového dotazníku do 3 – 4 měsíců prostřednictvím oborových a odvětvových svazů z ČTPS. Seznam konkrétních uživatelů bude v tomto případě dynamický (jde o dlouhý časový horizont).

Realizace výsledků v rozhodujících odvětvích průmyslu a jejich akceptování ve formě výrobků majoritními uživateli je v dlouhodobém výhledu realistické, s přínosem naplnění cíle růstu konkurenceschopnosti domácího strojírenského průmyslu v high-tech oborech a zajištění jeho podílu na růstu HDP.

Realizační přínos pro rozvoj průmyslové produkce je měřitelný provedenými realizacemi, úspěšnými prototypy, patenty a aktivními licencemi i získanými zakázkami na realizaci výsledků programu v rámci ČR i EU (JTI, IP – large scale projects v 7. RP EU), nabídky výzkumné kooperace do zahraničí. Současně se v tomto prostředí zabezpečí účast soukromého kapitálu na VaV (public-private partnership), nutná pro žádoucí nárůst podílu výdajů VaV na HDP, a to v oblasti účelového financování, doplňujícího státem „zaručovanou“ minimální institucionální složku. Proto je státní podpora realizace těchto měřitelných výsledků výzkumu je velmi důležitá.

Náklady na transfer výsledků výzkumu ze státní podpory se skládají z vlastních nákladů na pokrytí duševního vlastnictví, protože náklady na realizaci obvykle nese uživatel. U žádného z patentů ve strojírenské oblasti není náklad na realizaci menší než řádově několik milionů Kč. Tyto náklady si málokterý výrobce ve strojírenské oblasti může dovolit pokrýt pouze ze svého zisku. Je ovšem nutno je pokrýt, má-li transfer fungovat.

Transfer výsledků nemůže probíhat bez funkčních institucí výzkumu, ať ve formě veřejných výzkumných institucí nebo výzkumných pracovišť universit, v budoucnosti konečně explicitně definovaných a financovaných na základě nově zaváděného modelu institucionálního financování. Pro transfer jde v tomto případě především o nepřímou podporu danou existencí výzkumných základen při školách a veřejných výzkumných institucích, částečně dotovaných institucionálně (jinak není možné udržet stabilizovaný kolektiv pracovníků). Obvykle jde o 50 – 66% rozpočtu výzkumné instituce. V EU zemích je toto podpůrné financování obvyklé a odráží se příznivě v počtu realizovaných výstupů.

## **7. Očekávané výsledky**

### **7.1 Krátkodobá perspektiva (do 5 až 10 let)**

Již v nejbližším období lze předpokládat nárůst počtu strojírenských výrobků s vyšší přidanou hodnotou, které budou založeny na nových znalostech strojírenského výzkumu, na nových patentech a licencích, jejichž počet poroste. Velkou perspektivu má zejména automobilový průmysl, letecký průmysl a průmysl textilních, výrobních a energetických strojů. Současně se projeví další příliv zahraničních investic do založení poboček výzkumných a vývojových institucí, který se zvyšuje tak, že současné rezervy kvalifikovaných sil by mohly být brzy vyčerpány bez adekvátní reakce vzdělávacího systému a celé společnosti. Hlavním výsledkem je zde rozšíření dosavadní dobré pozice českého strojírenství v oblasti kvalifikovaných výrobků s vysokou přidanou hodnotou.

### **7.2 Dlouhodobá perspektiva (10 až 15 let)**

Lze očekávat výzkum a zavádění nových řešení konstrukcí a řízení složitých strojních celků, zejména v oblastech nedostatečně pokrytých tradičními výrobci (energeticky efektivní a bezpečná, nízkonákladová vozidla, založená na minimalizaci rozměrů a spotřeby pohonné jednotky, pravděpodobně s hybridním pohonem, motory pro nákladní vozidla s velkou koncentrací výkonu a vysokou účinností; nová řešení tramvají a hybridních trolejbusů; letadla s výhodnými parametry pro vnitroeurovskou dopravu; výkonné, přesné, spolehlivé a ekologické obráběcí a tvářecí stroje, sestavené z vysoce výkonných komponentů, s moderními pohony a pokročilým řízením s integrací mechatronických prvků a s adaptivním řízením vlastností strojů s využitím inteligentních systémů;; nové textilní stroje; nové energetické stroje atd.). V návaznosti na vývoj naznačený v předcházející kapitole se objeví např. koncepčně zcela nové způsoby pohonu automobilů, založené na alternativních syntetických obnovitelných palivech, např. na vodíku.

## **8. Přínosy**

Měřítkem úspěšnosti je v konečné fázi zavádění inovace objem a produktivita výroby, z hlediska výzkumu a vývoje vyhodnocená realizovaným výrobkem nebo postupem.

Tuzemská výzkumná základna bude schopna udržet příliv zahraničních investic a růst výroby v nesnadno přenositelných vysoce kvalifikovaných výrobcích s velkou přidanou hodnotou (automobily – nejen konečná montáž, ale výroba subdodávek a příslušenství, letecká technika atd.). Současně vzniknou nové tuzemské SME firmy pro technický servis a řídicí techniku (synergická vazba na DZSV IT), vznikne poptávka po nových materiálech

a výsledky zejména dopravního strojírenství pozitivně ovlivní i tuzemskou spotřebu energií a produkci energetického sektoru poptávkou po alternativních palivech. Mimoto rozvoj výzkumně vývojových kapacit znamená možnost pro rozvoj vysoce řemeslně kvalifikované prototypové výroby, navazující na tradice ČR. Navíc má tato priorita aplikovaného VaV pozitivní zpětnou vazbu na rozvoj výzkumných základů technických univerzit, bez nichž nejsou university schopny produkovat opravdu tvůrčí techniky. Vede k dlouhodobé stabilizaci odborníků na univerzitách, kteří pak mohou vychovávat novou generaci techniků.

Celkově priorita podpoří transformaci již investičně rozvinutého tuzemského průmyslu do vysoce konkurenceschopného odvětví, schopného generovat růst HDP se sníženou spotřebou energií a zatížením životního prostředí. Obdobně jako v nejrozvinutějších zemích tím vzniknou prostřednictvím aplikace nových principů strojů i nová pracovní místa v diversifikovaných výrobních odvětvích strojírenského průmyslu. Tím bude možné udržet jeho postavení a konkurovat očekávané levné sériové výrobě z Asie, resp. doplnit ji dodávkami pilotních výrobků a know-how o nejvyšší úrovni.

Konkrétně jde zejména pro dopravní strojírenství o

- aplikace nových principů strojů v domácích výrobních odvětvích (zejména v dopravním strojírenství a průmyslu zpracovatelských strojů);
- spolehlivější a bezpečnější podvozkové a skříňové komponenty silničních a kolejových vozidel;
- zvýšení celkových účinností pohonných jednotek vozidel při snižování emisního zatížení a využití nových nosičů energie;
- integrované a inteligentní systémy řízení dopravních prostředků, zejména s ohledem na aktivní bezpečnost a spolehlivost dopravy i snížení emisí z ní;
- spolehlivější a bezpečnější komponenty kolejových vozidel;
- nové principy řešení letadel v oblasti General Aviation a Security.
- Odstranění bariér pro osoby se sníženou pohyblivostí

Dále v oboru výrobních strojů a technologií jde zejména o

- elektrické inteligentní komponenty s vysokou účinností a s adaptivně opravovanou funkcí;
- vývoj a zavedení nových technologických postupů a procesů ve strojírenské a textilní výrobě;
- vývoj a zajištění výrobních strojů s vyššími užitnými vlastnostmi a vyšší konkurenceschopností;
- snížení zátěže průmyslové výroby na životní prostředí, rozvoj recyklačních technologií.

V oboru integrované inženýrství jde zejména o

- nové principy struktur (konstrukcí) pro realizaci pohybu, silového působení, interakci tekutin s pevnou fází apod.;
- nové nástroje inženýrské práce ve formě algoritmů a programových celků pro virtuální výzkum a vývoj strojů;
- zajištění dlouhodobé životnosti komponent zařízení, zpřesnění popisu procesu poškození materiálu během rozličných provozních podmínek za vlivu prostředí, zpřesnění predikce doby dožití zařízení;
- rozvoj nových diagnostických metod, vývoj a inovace v oblasti snímačů a měřicí techniky i ovladačů.

Jako důležité synergické výstupy se projeví zvýšení spolehlivosti pracovních systémů a kvality výroby, optimalizace výkonnosti výrobních zařízení; snížení výskytu profesionálních poškození zdraví, zvýšení kvality života při aplikaci poznatků a produktů biomechaniky; omezení ekologicky problematických výrob na území ČR, zajištění bezpečné

a spolehlivé recyklace odpadů jako obnovitelného zdroje; konečně i zlepšené podmínky pro výchovu inženýrů.

Konkurenceschopné strojírenství je nutným předpokladem pro zachování a rozvoj celé řady dalších oborů, zejména energetiky, zpracovatelského průmyslu, stavebnictví, zdravotnictví atd.

Indikátory úspěšnosti jsou (zvýšený) počet nově zavedených výrobků a technologií, udělených patentů, vytvořených softwarových prostředků a poskytnutých licencí na jejich využití ve vybraných oborech, dosažený díky podpoře prioritních oblastí VaV (a to ve srovnání s oblastmi bez podpory). Do příjmů na úrovni licencí je nutno započítat i objem výzkumných a vývojových kontraktů pro zahraniční partnery (EU výzkumné programy pro aplikovaný výzkum, další mezinárodní programy pro aplikovaný výzkum s kontrakty s privátními společnostmi), pokud končí úspěšnou demonstrací prototypu či funkčního vzoru (podpořenou výstavou, prezentací na světovém fóru) nebo využitím v ČR vyvinutého řešení technického problému (patent, technologie, software).

## 9. Finanční zdroje

Podle údajů CEP/CEZ je dosud na výzkum ve strojírenství čerpáno zhruba 1 900 000 tis. Kč z veřejných zdrojů ročně. V důsledku nevyhovující výzkumné infrastruktury je nutno počítat s posílením jak provozních, tak investičních nákladů. Na navrhovaný základní směr je zapotřebí navýšit provozní zdroje nejméně o 100%. Zahrne-li se nárůst objemu práce i inflace na příštích 5 let (i v souvislosti se zavedením evropské měny), jde o cca 3 300 000 tis. Kč v r. 2010 až 3 835 000 v r. 2015 s podílem veřejných zdrojů dle dole uvedené tabulky<sup>4</sup> včetně odhadnutého podílu na evropských projektech.

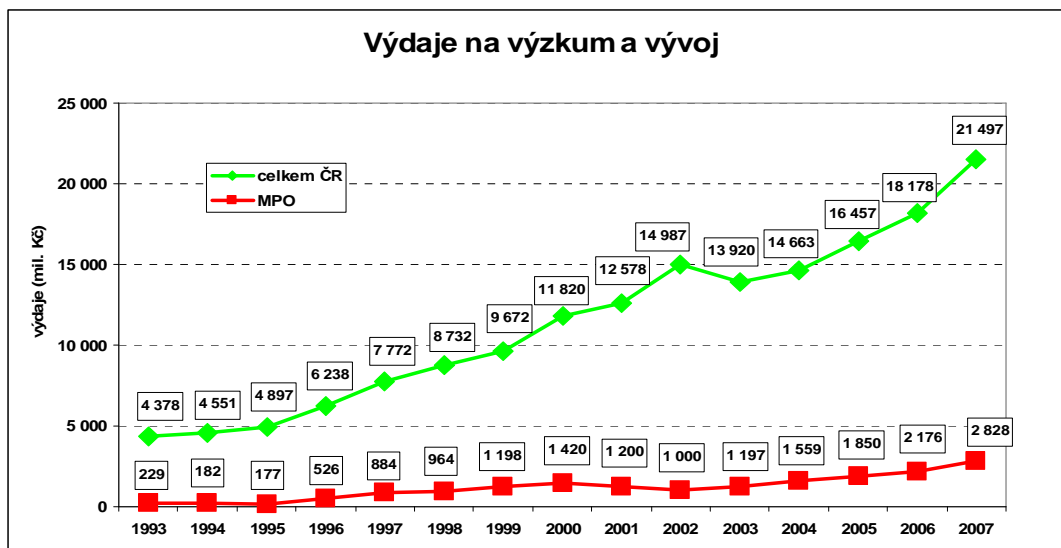
Zdroje získané z výzkumné dotace EU lze odhadnout extrapolací současného stavu na 10% této částky (převážně v projektech pod vedením velkých hráčů globalizovaného průmyslu), únosná míra **spolufinancování z průmyslu** tvoří podle povahy projektů 25% u rizikového výzkumu, 40-60% u vývoje, a to více pro velké firmy, pod 50% u SME. Ze SR jde tedy částky kolem 2 500 000 tis. Kč.

Na transfer samotný je zapotřebí počítat s postupným nárůstem až na cca 250 000 tis. Kč na rok.

Předpokládá se, že investiční připravenost výzkumných institucí bude spoluzajištěna z evropských strukturálních fondů s národní spoluúčastí.

Financování DZSV - meziprojekce (mld. Kč)		2010	2011	2012	2013	2014	2015
celkem (bez velké infrastruktury*)		3.277	3.489	3.700	3.932	3.673	3.835
veřejné zdroje		2.140	2.300	2.460	2.640	2.340	2.440
	z toho institucionální podpora	0.940	0.990	1.040	1.090	1.140	1.190
	z toho účelová podpora	1.000	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250
	z toho zdroje EU	0.200	0.260	0.320	0.400		
soukromé zdroje		1.110	1.160	1.210	1.260	1.310	1.360
vlastní zdroje**		0.027	0.029	0.030	0.032	0.033	0.035

<sup>4</sup> Jednoduchý výpočet ukazuje, že při frekvenci 1 patentu ročně na tvůrčího pracovníka s účinností zhruba 0.5% (z hlediska udělení patentu) tato částka nepokryje ani ze 20% potřebný počet pracovníků. To je však otázka soukromých výzkumných institucí.



Vývoj státních výdajů na výzkum a vývoj do roku 2007, včetně finančních prostředků, které jsou v rámci státního rozpočtu přiděleny do gesce MPO. Pozitivní je růstový trend v posledních letech.