

III.2.4.

Materiálový výzkum

Souhrn

Účelem výzkumných a vývojových aktivit v oblasti materiálového výzkumu je zajistit pro Českou republiku trvale udržitelný ekonomický růst a konkurenceschopnost celé ekonomiky jakož i podmínky pro transformaci stávající struktury ekonomiky na ekonomiku znalostní. Bez podpory výzkumu a vývoje nových materiálů, metod zkoumání jejich vlastností a vývoje nových unikátních technologií jejich výroby není možný dlouhodobě udržitelný rozvoj moderního strojírenství včetně dopravní techniky, efektivní energetiky, včetně rychlých a spolehlivých informačních a komunikačních technologií, ani pokrok v léčbě nejzávažnějších chorob a při ochraně ŽP.

Materiálový výzkum zahrnuje širokou skupinu multi-oborových a mezioborových výzkumných aktivit, jejichž výsledkem jsou nové pokročilé materiály, efektivní technologie jejich výroby a jejich užití ve výrobcích s vysokou přidanou hodnotou. Nové multifunkční materiály a jejich výrobní technologie jsou základním předpokladem pro konkurenceschopné výrobky s vysokou přidanou hodnotou zejména ve strojírenství, elektrotechnice, fotonice, IT, energetice, bezpečnostní technice, stavebnictví, ochraně ŽP a v lékařství. Existence silné vývojové a výzkumné základny v této oblasti tedy bude spolurozhodovat nejen o podílu českého exportu v globální ekonomice, ale i o zájmu zahraničních investorů o ČR, o životní a vzdělanostní úrovni obyvatel, o úrovni zdravotní péče a o stavu ŽP.

Výzkum pokročilých především nekovových materiálů patří mezi čtyři vědní obory, které mají v ČR z celosvětového hlediska nadprůměrnou úroveň hodnoty ukazatele bibliometrické kvality publikací oboru. Výzkum nanomateriálů a rozvoj nanotechnologií jejich přípravy bude dlouhodobě významnou součástí základního materiálového výzkumu. Lze očekávat, že u nanomateriálů bude v horizontu 2-5 let dosaženo i významných komercializovatelných výsledků vedoucích k výrobkům s vysokou přidanou hodnotou. Výzkum kovových materiálů má v ČR dlouhou tradici a i do budoucna bude patřit výzkum speciálních kovových materiálů pro aplikace např. při generaci elektrické energie do podporovaných priorit.

Technologická základna aplikovaného výzkumu a vývoje nových pokročilých materiálů je pro svou finanční náročnost a neschopnost firem a státu sdružovat prostředky nedostatečně rozvinutá, což výrazně limituje výzkum nejprogresivnějších materiálů připravovaných unikátními technologiemi. To vede k závislosti pokročilých průmyslových výrob realizovaných českými firmami na vyspělých zemích a ke ztrátě značné části přidané hodnoty v českých výrobcích na takových materiálech založených. Nedostatek kvalifikovaných pracovníků pro přenos výsledků výzkumu do praxe a neexistence finanční podpory ze státního rozpočtu pro ochranu práv k duševnímu vlastnictví značně limituje rozsah, rychlost a efektivitu komercializace výsledků VaV. Významným problémem omezujícím zapojení české vědy do mezinárodní spolupráce je i nedostatečný objem finančních prostředků pro dofinancování spoluúčasti českých řešitelů z AV ČR a VŠ na projektech financovaných EU.

V USA, Japonsku i nejrozvinutějších zemích EU je materiálový výzkum prioritním vědním oborem pěstovaným jak na univerzitách, tak ve státních strategických výzkumných ústavech i v průmyslových laboratořích velkých firem. U některých typů materiálů (nanomateriály, polymery a kompozity, optomateriály, funkční materiály, konstrukční

keramika, bio-materiály, atd.) existují velké více-institucionální výzkumné týmy či národní výzkumná centra zaměřená na výzkum pokročilých materiálů a jejich výrobních technologií, především pokud jsou tím sledovány bezpečnostní zájmy státu, konkurenceschopnost jeho významných či perspektivních nových průmyslových odvětví a medicínských aplikací.

Základní a aplikovaný materiálový výzkum probíhá v ČR na VŠ především technického zaměření, v celé řadě ústavů AV ČR, v několika výzkumných ústavech, i v některých soukromých institucích, což představuje několik tisíc vysokoškolsky vzdělaných pracovníků s poměrně vyspělou experimentální technikou. Experimentální i lidské zdroje jsou však často geograficky značně roztržštěné, což vede v některých případech k multiplicitám řešených témat, ke ztrátě možných synergických efektů a k nedostatečné kvalitě. Vzhledem k časté absenci hodnocení kvality výsledků jsou pak zdroje SR rozptylovány plošně namísto jejich koncentrace na pracoviště vykazující nejlepší výsledky a největší růstový potenciál. Výzkum v oblasti výrobních technologií přípravy a výroby pokročilých materiálů a nano-materiálů je nedostatečně rozvinutý především pro svou vysokou investiční náročnost. Zde se jeví jako velmi důležité co nejefektivněji alokovat zdroje ze strukturálních programů EU pro ČR v letech 2009-2013 z hlediska jejich využití a ekonomického přínosu v následujících letech.

Nástrojem podpory v materiálovém výzkumu mohou být vertikálně strukturované programy podporující spojení roztržštěných kapacit, jejich hierarchizaci včetně návazností na technologický vývoj a posílení hlubší spolupráce uvnitř ČR i s evropskými výzkumnými strukturami. Je nezbytné podpořit ochranu výsledků české vědy patenty a dalšími způsoby a vytvořit podmínky pro podporu inovačních aktivit podporujících přenos výsledků VaV do praxe. SWOT analýza stavu materiálového výzkumu v ČR ukázala, že podporu výzkumu ze SR je třeba zaměřit pouze na vybrané směry, ve kterých ČR dosahuje minimálně evropské, ale raději světové úrovně, a které mají i více či méně přímou návaznost na průmysl v ČR a jeho další rozvoj a mohou ovlivnit budoucí bezpečnost a zdraví občanů ČR a ŽP.

1. Charakteristika

Materiálový výzkum zahrnuje širokou skupinu multi-oborových a mezioborových výzkumných aktivit, jejichž výsledkem jsou nové pokročilé materiály, efektivní technologie jejich výroby a jejich užití ve výrobcích s vysokou přidanou hodnotou. Zahrnuje obory fyzikální, chemické, metalurgické a v poslední době i biologické a biotechnologické. Jako dlouhodobě perspektivní pro podporu ze SR se jeví pokročilé materiály pro dopravní systémy (jak pozemní, tak letecké), pro klasickou, jadernou, solární a chemickou energetiku, konstrukce v extrémních podmínkách (vysoké tlaky, vysoké i velmi nízké teploty) a pro lékařské aplikace. Špičkový výzkum se v těchto oblastech soustřeďuje na mnohoúrovňové, multifunkční materiály mnohdy s externě říditelnými samo-uspořádávacími mechanismy na nano- a mikro-škále.

Jako priority, vybrané na základě multiparametrického posouzení existujících trendů, predikcí budoucích trendů a posouzení očekávaného vývoje ekonomiky ČR směrem ke znalostní ekonomice, navrhované k podpoře ze SR byly identifikovány následující prioritní směry:

- Multifunkční, heterogenní polymerní materiály pro konstrukční aplikace a technologie jejich přípravy včetně nano-bio materiálů a senzorických materiálů pro diagnostické i léčebné postupy v lékařství a při monitoringu ŽP

- Modifikované polovodiče typu $A^{III}B^V$ a $A^{II}B^{VI}$, nové formy uhlíku a křemíku, zejména materiály pro přípravu zdrojů extrémně intenzivního koherentního záření, generaci elektronových svazků, fotovoltaiku, fotoniku, atd.
- Tenkovrstvé gradientní keramické a polymerní nanostruktury a funkční nanovrstvy, pro elektroniku, fotoniku, spintroniku, chemickou syntézu a nové zdroje energie a materiály pro molekulární elektroniku včetně vývoje diagnostických metod a metod strukturní analýzy nano-strukturních materiálů
- Konstrukční a multifunkční materiály a jejich prekurzory derivované z rychle obnovitelných zdrojů, především zemědělských plodin a biotechnologických procesů
- Kovové materiály na bázi slitin železa a neželezných kovů s vysokými hodnotami užitečných vlastností pro špičková zařízení ve strojírenství, energetice, stavebnictví, obranném průmyslu a dopravě, vyráběné technologiemi s vysokou ekonomickou účinností, zejména slitiny a kompozity pro dopravní techniku a nové metody strukturní analýzy a diagnostiky konstrukcí, povrchové úpravy, atd.
- Výzkum vlivu nanočástic na životní prostředí a člověka

2. Cíle

Prioritním cílem je zvýšení globální konkurenceschopnosti ekonomiky ČR pomocí výrobků s vysokou přidanou hodnotou, rychlým zaváděním inovací vyšších řádů, snižování energetické a surovinové náročnosti průmyslových výroby a to v oblastech výzkumu pokročilých převážně nekovových materiálů a kompozitů pro dopravní strojírenství (letecký a automobilový průmysl, výroba kolejových vozidel), stavebnictví, elektroniku a mikroelektroniku, energetické strojírenství, IT, zdravotnictví, bezpečnost a ochranu ŽP. Nezanedbatelným cílem je i zvýšení efektivnosti získávání a komercializace průmyslového duševního vlastnictví do průmyslu, služeb a dalších odvětví, založené na využití dosaženého postavení českého materiálového výzkumu. Cílem navrhované priority aplikovaného VaV je tedy vytvoření logického rámce a stanovení priorit pro přípravu programů podpory výzkumu pokročilých materiálů a vývoje technologií jejich výroby ze SR vedoucí k zajištění znalostních a technologických předpokladů pro rozvoj průmyslové výroby a služeb s vysokou přidanou hodnotou v ČR. Dalším cílem je návrh nástrojů pro rozvoj výzkumné infrastruktury koncentrací výzkumu v jednotlivých prioritních směrech na pracovištích nebo v centrech s komplexním přístupem od získávání zcela nových unikátních poznatků, aniž by bylo přesně známo jejich ekonomické využití, po procesy přenosu těchto poznatků do průmyslové či medicínské praxe. Patří sem i rozšíření a zkvalitnění infrastruktury materiálového výzkumu jak v oblasti lidských zdrojů schopných zajistit shora uvedené cíle, tak v oblasti větších unikátních investičních celků s evropským významem.

Dílním cílem priority je i zdůraznění multi- a inter-disciplinarity témat a nutnosti komplexního přístupu včetně konsorciálního řešení. Jeho hlavním přínosem by mělo být zvýšení efektivity výzkumu v této oblasti včetně urychlení transferu výsledků do průmyslové a medicínské praxe, což by mělo zvýšit objem financí vkládaných do tohoto výzkumu soukromým sektorem.

Prioritní cíl zvýšení globální konkurenceschopnosti zahrnuje především výzkum nových funkčních materiálů, gradientních materiálů, nanostrukturovaných materiálů, biomateriálů a materiálů pro extrémní podmínky. Prioritou je vytvořit nové funkční materiály především na bázi polymerních nanokompozitů, samouspořádávajících se makromolekulárních systémů, ultratenkých keramických a polovodičových vrstev a vícevrstevnatých povlaků, nalézt technologie přípravy pokročilých gradientních materiálů na bázi nanokeramiky a polymerních nanokompozitů, získat nové, unikátní poznatky

o vztazích mezi způsobem jejich syntézy či přípravy, jejich strukturou a fyzikálně chemickými vlastnostmi a nalezení způsobů, jak metodami přípravy řídit jejich strukturu na různých rozměrových škálách.

Jedním z cílů bude i zvýšená produkce technicky a přírodovědně vzdělaných odborníků.

3. Důvody a kritéria, na jejichž základě je DZSV navržen

Pokud má česká ekonomika obstát v globálním měřítku a vzhledem k tomu, že ČR má omezené vlastní energetické a surovinové zdroje, je třeba vytvořit podmínky pro postupný přechod na znalostní ekonomiku. Proto je klíčové zaměřit jak výzkum, tak průmyslovou výrobu na „high-tech“ technologie, které nejsou bez nových pokročilých funkčních materiálů možné, stejně jako není možné zlepšování lékařské péče bez nových biomateriálů. Navíc je v rámci EU třeba podporovat výzkum transformující rychle obnovitelné zdroje do takových materiálů a výrobků s vysokou přidanou hodnotou.

Průmysl je bezesporu nejdůležitějším prvkem české ekonomiky. V české ekonomice má průmysl klíčový význam jak pro tvorbu HDP tak i pro celkovou zaměstnanost. Pro urychlení přechodu české ekonomiky na znalostní bázi s globálně konkurenceschopnými výrobky a službami s vysokou přidanou hodnotou je rozhodující kvalifikovaná práce a úroveň znalostí. Podpora výzkumu a vývoje nových pokročilých materiálů je klíčová pro zvýšení podílu znalostní báze ekonomiky, což indukuje globální konkurenceschopnost ekonomiky, příliv dlouhodobých investic, tvorbu vysoce kvalifikovaných pracovních příležitostí, zlepšování úrovně péče o zdraví obyvatel, snižování energetické a surovinové náročnosti případně závislosti na nestabilních regionech a dlouhodobě udržitelné kvality ŽP.

Kritéria zvolená pro výběr prioritních oblastí VaV byla navržena na základě vyhodnocení využití výsledků materiálového výzkumu v průmyslu a službách v ČR a zhodnocení stavu výzkumné infrastruktury materiálového výzkumu v ČR a její schopnosti převádět efektivně výsledky výzkumu do praxe. Prioritní oblasti jsou ve shodě s prognózou trendů rozvoje aplikací nových materiálů v moderních průmyslových odvětvích a službách, hlavně v medicíně, v ČR, v EU a v USA. Výzkum musí vést k materiálům a technologiím umožňujícím zachování udržitelného rozvoje společnosti, zachování a zlepšení ŽP, snižování energetické náročnosti výroby a provozu zařízení použitím nových materiálů a využití rychle obnovitelných zdrojů surovin. Nezanedbatelným kritériem je i otázka zvýšení zaměstnanosti v oborech produkujících vysokou přidanou hodnotu.

Navržené prioritní oblasti výzkumu jsou klíčové pro udržení schopnosti české ekonomiky jako celku konkurovat na světovém trhu. Výsledky výzkumu se uplatní ve vybraných oblastech výrobků, zejména pro výrobu dopravních prostředků pozemních a leteckých, energetických strojů, strojů a zařízení pro zpracovatelský, textilní, chemický, sklářský, balicí, polygrafický, potravinářský průmysl, zařízení pro těžební průmysl, výrobu spotřební elektroniky, elektrických strojů a zařízení, IT hardware, moderní stavebnictví, vojenskou výrobu a výrobu zdravotnických prostředků a techniky. U největších exportních odvětví dopravního strojírenství a elektrotechniky je kontinuální vývoj pokročilých materiálů jedním z klíčových požadavků udržitelnosti globální konkurenceschopnosti.

Je stále jasnější, že nové materiály, tenké vrstvy, gradientní materiály a kompozity i biomateriály je nutno převést urychleně do průmyslové i klinické praxe jen s využitím špičkových pilotních zařízení schopných připravovat prototypové komponenty od makro, mikro a nanostruktury až do atomární úrovně. Tato zařízení si žádný výrobce v ČR nemůže individuálně pořídit a efektivně provozovat. Proto je zásadní zajistit špičkové přístrojové

vybavení ve vybraných existujících úspěšných institucích a jejich konsorciálních propojení, které umožní zajistit další rozvoj dnes úspěšných výrobních oborů jako je automobilový průmysl, letectví, elektrotechnika, mikro a nanoelektronika či výroba léků.

Zaměstnanost v průmyslu se střední až špičkovou úrovní technologií je v ČR z hlediska EU i nově přistupujících zemí nadprůměrná a stále narůstá na úkor „low-tech“ oborů. Díky 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 ovlivňuje úroveň průmyslu. Navíc jsou tyto zahraniční investice spojeny s přenosem know-how a jsou velmi stabilní na rozdíl od výroben, využívajících pouze momentální cenové výhody levné pracovní síly. Proto je žádoucí podpořit tento stav příznivý z hlediska nárůstu HDP s malými nároky na energie i znečišťování životního prostředí a nárůstu kvalifikované zaměstnanosti.

4. Analýza - SWOT

4.1 Současný stav

Materiálový výzkum má v ČR dlouhou a úspěšnou tradici a v ČR patří mezi čtyři vědní obory, které mají z celosvětového hlediska nadprůměrnou úroveň hodnoty ukazatele bibliometrické kvality publikací oboru. Nejlepší pozici mají z tohoto hlediska pracoviště zabývající se chemií, fyzikou, technologiemi přípravy a strukturní charakterizací nekovových materiálů, především polymerů a bio-polymerů, pokročilé keramiky, bio-keramiky a nano-keramiky a polovodičů. V oblasti speciálních kovových materiálů existují mezinárodně ceněné výsledky v oblasti strukturní analýzy a mechanických vlastností speciálních slitin, vysoce-pevných ocelí a inter-metalických sloučenin. Materiálový výzkum je částečně navázán na průmysl výroby materiálů i na průmyslová odvětví nové materiály využívající.

Kvalita základního výzkumu funkčních materiálů a biomateriálů v ČR výrazně převyšuje evropský průměr a její převážná část je navíc koncentrována do 3-4 lokalit. Pozitivní skutečností je, že zejména institucionální financování prostřednictvím "Výzkumných záměrů" a účelové financování projektů programu MŠMT "Výzkumná centra" i pomocí účelového financování programu NPV II umožnily částečně vybavit některá výzkumná pracoviště špičkovou experimentální technikou a soustředit talentované mladé výzkumníky. I přes značnou investiční náročnost je tak dnes řada výzkumných pracovišť vybavena špičkovým experimentálním zařízením umožňujícím provádět v některých oborech materiálový výzkum na vysoké odborné úrovni. Kvalita aplikovaného výzkumu a nákladnější přístrojové vybavení nutné k přenosu výsledků do průmyslové praxe stále však není na úrovni, odpovídající rozvinutým zemím.

4.2 Nedostatky

Nedostatky zahrnují neadekvátní rozvoj technologií pro přípravu nových, především nekovových materiálů v důsledku neexistence programů pro podporu pořízení větších přístrojových a technologických souborů, které jsou podstatnou náležitostí takového výzkumu. Dále je to roztržičnost výzkumných kapacit v jednotlivých prioritních směrech a v důsledku toho výzkum probíhající mnohdy paralelně s různou kvalitou bez vzájemné provázanosti a možnosti synergie. V důsledku nevhodně formulovaného grantového systému účelové podpory předčasně opuštěného systému institucionální podpory národních center, neexistuje, až na řídce výjimky, koordinovaná spolupráce mezi státními a soukromými

výzkumnými ústavy z oblasti aplikovaného výzkumu a průmyslového vývoje a výzkumnými týmy ústavů AV ČR či vysokých škol.

Vážným nedostatkem je nízké využití dosažených výsledků výzkumu, malá snaha především malých a středních podniků sídlících mimo sídla výzkumných institucí získat výsledky s potenciálně aplikovatelnými výstupy výzkumu a vývoje a nedostatek dostupných informací o těchto výsledcích mezi firmami. VŠ a veřejné výzkumné instituce nemají finanční zdroje k pokrytí marketingových aktivit svých výsledků a zákon o vysokých školách málo podporuje vznik výsledků formou spin-off firem. Většina VŠ a VVI nemá vypracována pravidla ochrany duševního vlastnictví ani motivační systém pro zvýšení aplikační aktivity svých výzkumných a akademických pracovníků. Slabá kapitalizace neumožňuje především malým firmám nakoupit výzkumné služby pro svůj dlouhodobý rozvoj a ty pak volí cestu nákupu licencí ze zahraničí se všemi důsledky z toho plynoucími. Stát sice financuje některé programy pomoci malým a středním podnikům s přístupem k novému know-how, nicméně způsob jejich administrace a především pravidla pro nakládání s finančními prostředky vedou k tomu, že velká část prostředků je využívána neefektivně.

Mezi nedostatky patří i dosavadní rigidní a nevhodná imigrační politika nerozlišující mezi vysoce kvalifikovanými pracovníky a běžnou pracovní silou. V tomto smyslu by bylo třeba urychleně upravit imigrační zákony pro snadnější přísun nadaných lidí ze zemí mimo EU.

4.3 Příležitosti

Výzkum přinese prioritní efekty v aplikační průmyslové sféře zvýšením ekonomického potenciálu v silných tradičních oblastech, vznik nových oborů i služeb a posílení znalostní úrovně ekonomiky ČR. Výzkum nových nano-materiálů a rozvoj nano-technologií jejich přípravy bude dlouhodobě významnou součástí základního materiálového výzkumu. Lze však očekávat, že u řady těchto materiálů bude v horizontu 2-5 let dosaženo významných komerčně uplatnitelných výsledků i v ČR. Výzkum speciálních kovových materiálů může v budoucnosti významně přispět k výrobě konkurenceschopných investičních celků pro generaci elektrické energie, v obranném a bezpečnostním průmyslu, dopravě, stavebnictví i těžbě nerostů a pro moderní biotechnologie. Velká příležitost se otevírá i v odvětví jaderné energetiky, kde jsou speciální materiály limitujícím prvkem výzkumu jaderné fúze. Význam bude mít i vývoj nových technologií přípravy, výroby a zpracování nově vyvinutých materiálů. Ve všech případech bude aplikace vyvíjených materiálů zdrojem zajištění materiálové soběstačnosti českých výrobců s efektem vysoké výrobní efektivity, průmyslové expanze a konkurenceschopnosti.

V ČR existují průmyslové firmy i firmy v oblasti služeb, které jsou připraveny nové materiály okamžitě aplikovat do svých výrobků a služeb. Jedná se jednak o strojírenské firmy vyrábějící komplikovaná zařízení, automobily a další dopravní techniku, letecké komponenty, firmy vyrábějící senzory, elektroniku a elektrotechnická zařízení, měřicí a diagnostické přístroje, technické textilie, výrobce a distributory elektrické energie a výrobce zařízení pro využití netradičních zdrojů energie. V neposlední řadě se jedná i o výrobce bezpečnostních a obranných systémů. Prudce se rozvíjí i základna uživatelů výsledků výzkumu v oblasti služeb, především v oblasti humánní a veterinární medicíny, tkáňového inženýrství, farmacie. Z podpory materiálového výzkumu nepřímo benefitují zemědělstí producenti surovin z rychle obnovitelných zdrojů a biotechnologické firmy produkující rovněž surovinovou základnu pro moderní funkční materiály.

4.4 Rizika

Přetrvávající nevyjasněnost priorit státní podpory VaV, možnost vysoké konkurence z USA, Japonska, Ruska a dalších zemí mimo EU (Jižní Korea, Čína, Indie). Přehlížení přetrvávající geografické a tématické roztržitosti experimentálních i lidských zdrojů jakož i multiplicit řešených témat povede ke ztrátě možných synergických efektů a k nedostatečné efektivitě vynaložených prostředků SR. Výzkum v oblasti výrobních technologií přípravy a výroby pokročilých polovodičových materiálů a nano-materiálů je nedostatečně rozvinutý především pro svou vysokou investiční náročnost. Zanedbání podpory materiálového výzkumu, zejména vývoje technologií přípravy materiálů, by v krátkém časovém horizontu zcela znemožnilo ČR konkurovat na světových trzích, zejména v oblastech sofistikovaných výrobků a technologií s vysokou přidanou hodnotou.

5. Stav v zahraničí

V USA, Japonsku i zemích EU je materiálový výzkum jedním z hlavních oborů pěstovaným především na univerzitách (výzkum základní i aplikovaný), ve státních strategických výzkumných ústavech a v průmyslových laboratořích velkých firem (zejména výzkum aplikovaný a vývoj technologií). Organizace a struktura výzkumu je velmi odlišná v různých částech světa, jako je USA, Japonsko, UK, SRN, I, NL, F nebo Čína. Společným rysem všech úspěšných materiálově výzkumných programů je však multidisciplinární, platformový problémově orientovaný přístup. Výzkum je financován z více zdrojů, přičemž podstatná část (60 – 70 %) je zvláště v aplikační fázi financována soukromým sektorem.

U některých typů materiálů (superslitiny, keramika, kompozity, opto- a biomateriály) existují velké výzkumné týmy, ústavy nebo univerzitní národní výzkumná centra zaměřená na přípravu a výzkum a vývoj technologií jednotlivých materiálů, především pokud jsou sledovány bezpečnostní aplikace státu, konkurenceschopnost jeho významných průmyslových odvětví či medicínské aplikace. Zcela mimořádné postavení má v této souvislosti materiálový výzkum orientovaný na potřeby jaderné energetiky.

V souvislosti s vývojem ekologicky šetrné dopravní techniky a s novými způsoby generace a uchovávání energie nabývají stále na větší důležitosti nekovové materiály, a to především polymerní a keramické včetně jejich kompozitů a neželezné kovy včetně jejich slitin a intermetalických materiálů. Vzhledem k tradicím křemíkových polymerů v ČR je možným směrem i výzkum v oblasti pokročilých nanostrukturovaných polymerních materiálů na bázi křemíkových superstruktur (silsesquioxany, atd.).

Uvedeným výzkumem se zabývají renomovaná pracoviště v některých zemích EU, USA, Japonsku i v Rusku, v řadě případů mají naše pracoviště navázány kontakty vybranými institucemi těchto zemí v pozici rovnocenných partnerů. Případný přímý nákup vyvíjeného know-how ze zahraničí představuje neúměrnou zátěž licenčních poplatků a závislostí vyřazujících nakupujícího ze hry, případně uvedení do pozice druhořadého výrobce a tím i neschopného konkurence. V řadě případů se jedná o utajované netržní informace, navíc se státní ochranou.

Vzhledem k rychlému růstu ceny ropy, souvisejícímu jak s geopolitickou situací, tak s postupným vyčerpáváním surovinových zdrojů, je jedním z rychle zesilujících trendů výzkum přípravy polymerních materiálů z rychle obnovitelných zdrojů. Jedná se jak o extrakce technicky využitelných polymerů přímo syntetizovaných rostlinami a živočichy, tak o genetické modifikace rostlin a živočichů schopných produkovat prekurzory, ze kterých bude možno nové polymery syntetizovat.

6. Předpoklady ČR

Materiálový výzkum probíhá v ČR na vysokých školách především technického zaměření, v celé řadě ústavů AV ČR, v několika privatizovaných státních, resp. podnikových výzkumných ústavech a i v některých soukromých institucích, což představuje několik tisíc vysokoškolsky vzdělaných pracovníků s poměrně vyspělou experimentální technikou. Výzkumem nanomateriálů a nanotechnologiemi se zabývá velký počet vzájemně izolovaných skupin na řadě pracovišť. Významná část výzkumu se zaměřuje na oblast nanomateriálů pro mikroelektroniku, fotoniku a informační technologie, nanokeramických materiálů pro vysoké teploty a tlaky a polymerních nanokompozitů. Stávající kapacity v této oblasti trpí značnou roztržitostí a jsou zatím bez významné návaznosti na průmyslové realizace, s výjimkou některých nanokeramik a polymerních nanokompozitů.

Výzkum nanomateriálů a rozvoj nanotechnologií bude dlouhodobě významnou součástí základního materiálového výzkumu. Lze očekávat, že u konstrukčních materiálů bude v nejbližším horizontu dosaženo významných komercializovatelných výsledků i v ČR. V oblasti nanostruktur pro elektroniku, medicínu a informační technologie bude tento vývoj pravděpodobně o něco delší a navíc v ČR zatím neexistují dostatečně silné průmyslové subjekty, které by mohly tyto technologie komerčně aplikovat tak, aby zajistily návratnost prostředků do nich vložených v relativně dohledné budoucnosti. Aby ČR mohla v tomto interdisciplinárním oboru stát konkurenceschopnou jak v samotném výzkumu, tak i v jeho aplikacích, bude třeba především spojit roztržitěné kapacity, dále je posilovat a navázat hlubší spolupráci s evropskými výzkumnými strukturami v tomto specifickém oboru materiálového výzkumu.

Přes značnou investiční náročnost je řada výzkumných pracovišť vybavena špičkovým experimentálním zařízením umožňujícím provádět materiálový výzkum v některých oborech na vysoké odborné úrovni, např. díky programu výzkumu a vývoje Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy "Výzkumná centra" a díky výzkumným záměrům těchto pracovišť. Technologická základna aplikovaného výzkumu a vývoje nových pokročilých materiálů je pro svou finanční náročnost a neschopnost firem a státu sdružovat prostředky nedostatečně rozvinutá a výzkum aplikací nejprogresivnějších materiálů připravovaných nákladnými technologiemi je často odkázán na vzorky získávané v zahraničí. To vede k závislosti pokročilých průmyslových výrob realizovaných českými firmami na vyspělých zemích a ke ztrátě přidané hodnoty v českých výrobcích na takových materiálech založených.

Materiálový výzkum je zapojen do projektů rámcových programů EU, NATO, INTAS, EUREKA, COST. Většina zúčastněných týmů prokázala poměrně vysoké renomé svých výstupů; svědčí o tom výčet publikační činnosti, citační ohlasy v zahraničí i u nás, nárůst spolupráce se zahraničními subjekty i zapojení do mezinárodních projektů a sítí.

Využití výsledků výzkumu závisí na zájmu průmyslových podniků o inovace a na kvalitě marketingu výsledků ze strany organizací výzkumu a vývoje. Zlepšení situace by bylo možné dosáhnout zapojením průmyslových podniků a firem již do stadia návrhu výzkumných projektů, což však plně platí především pro aplikovaný výzkum. V poslední době je možno zaznamenat reálný zájem kapitálově dostatečně silných firem o budování společných výzkumných základů s technickými vysokými školami.

Nepochybně bude třeba usilovat i o zvýšení počtu patentů a dalších nástrojů ochrany duševního vlastnictví a rovněž o podporu jejich prodeje či licencování průmyslovým podnikům nejen z ČR. Z hlediska návratnosti prostředků vložených do vědy se může jednat o zajímavý zdroj příjmů výzkumných organizací. Příprava infrastruktury pro tuto činnost může být financována z operačních programů EU a jejich provoz ze strukturálních fondů, z programů GAČR, GA AV ČR, rezortů a RP EU?. Musí být zlepšeny legislativní podmínky

pro usnadnění přenosu výsledků VaV financovaných ze státního rozpočtu do soukromé sféry (spin-off) především v oblasti fungování kapitálového trhu v oblasti IPO emisí.

V poslední době se ukazuje správná strategie vlády ČR podpořit finančními nástroji podle zákona 130/2002 Sb. distribuci výzkumné činnosti v oblasti materiálového výzkumu i mimo centrum. Významných úspěchů bylo dosaženo především v Brně (kompozity, polymery, keramika, slitiny), Ostravě (kovy), Liberci (syntetická vlákna), Pardubicích (termosety, anorganika), Zlíně (zpracování plastů) a v Praze (keramické nástřiky). Posílení výzkumné infrastruktury v těchto regionech vedlo i k příchodu významných investorů z oblasti služeb a výzkumu a vývoje (IBM, Honeywell, Mayo Clinic, atd.). Vzhledem k nižším nákladům na provoz výzkumných zařízení a dostatku kvalitních výzkumných pracovníků v daném oboru je efektivita prostředků vložených do výzkumu vyšší v těchto regionech než v centru zatíženém vysokou hladinou režijních nákladů. Tento trend je v souladu s tím, jak jsou výzkumné kapacity budovány např. v USA.

Největší ekonomický přínos lze očekávat v technických oblastech, zaměřených na potřeby jednotlivých resortů, tedy konkrétně v rozvoji informačních technologií pro průmysl a obchod, státní správu, bezpečnost dopravy povrchové i letecké, zdravotnictví, správu dat o území, vzdělávání a ve vstupu firem na trh s programovým vybavením a odpovídajícími službami.

7. Očekávané výsledky

7.1 Krátkodobá perspektiva (do 5 až 10 let)

Obecně lze říci, že v rozvoji jak výzkumu, tak praktického využití nových materiálů je značná nevyužitá příležitost, kterou nové funkční materiály, biomateriály a materiály pro extrémní podmínky nabízejí jak pro své uživatele tak pro producenty těchto materiálů. V horizontu 5-10 let lze očekávat vytvoření zcela nových funkčních materiálů především na bázi polymerních nanokompozitů, samouspořádávajících se makromolekulárních systémů, ultratenkých polykrystalických keramických vrstev a vícevrstevnatých povlaků, z nichž některé které budou již v tomto období komerčně využitelné. Budou nalezeny technologie přípravy pokročilých gradientních materiálů na bázi nanokeramiky a polymerních nanokompozitů, získání nových, unikátních poznatků o vztazích mezi způsobem jejich syntézy či přípravy, jejich strukturou a fyzikálně chemickými vlastnostmi a nalezení způsobů, jak metodami přípravy řídit jejich strukturu na různých rozměrových škálách.

Již v nejbližším období lze předpokládat nárůst počtu strojírenských výrobků s vyšší přidanou hodnotou, které budou založeny na nových materiálech, na nových patentech a licencích, jejichž počet poroste. Velkou perspektivu má zejména automobilový průmysl, letecký průmysl, průmysl textilních a výrobních strojů, elektrotechnický průmysl, IT hardware a netradiční způsoby generace elektrické energie a materiály vyráběné biotechnologiemi. Jedním z výsledků bude i zvýšená poptávka po technicky a přírodovědně vzdělaných odbornících. Současné rezervy kvalifikovaných pracovních sil budou brzy vyčerpány, pokud nebude následovat adekvátní reakce vzdělávacího systému.

7.2 Dlouhodobá perspektiva (10 až 20 let)

V dlouhodobé časové perspektivě (10-20 let) směřuje vývoj nových pokročilých funkčních materiálů k aplikacím v molekulární elektronice, nanoelektronice a fotonice, k nanomateriálům pro vodíkové zdroje energie, k polymerním a kompozitním materiálům pro tkáňové inženýrství a materiálů pro výkonné paměti i procesory v informačních technologiích. Lze očekávat i výzkum nových netradičních řešení energeticky a ekologicky

šetrných konstrukcí, složitých strojních celků, zejména v oblastech dopravních prostředků s minimalizací spotřeby pohonných hmot, motorů pro nákladní vozidla s velkou koncentrací výkonu a vysokou účinností, nová řešení tramvají a hybridních trolejbusů, menší letadla s výhodnými parametry pro vnitroeurospouskou dopravu, mechatronicky podporované výrobní stroje, nové textilní stroje, atd.

8. Přínosy

Dosažením vytčených cílů a jejich přenosem do průmyslové praxe se zvýší konkurenceschopnost českých strojírenských a elektrotechnických firem i firem v oblasti výroby řídicích systémů složitých chemických a biotechnologických výrob, zlepší se infrastruktura pro okamžité sledování stavu složek ŽP, dojde ke zvýšení životnosti velkých konstrukcí i implantologických pomůcek v ortopedii a stomatologii. Nezanedbatelným přínosem bude i rozvoj kvalifikovaných chemických výrob produkcujících globálně konkurenceschopné materiály a komponenty s vysokou přidanou hodnotou. V neposlední míře mohou aplikace vyvinutých gradientních materiálů přispět i k řešení některých bezpečnostních rizik jak v oblasti přímé pasivní ochrany tak pomocí konstrukce senzorů na nich založených, mohou významně přispět i ke zvýšení spolehlivosti a efektivnosti alternativních zdrojů energie včetně vodíkových. Rozvoj využití rychle obnovitelných zdrojů pro výrobky s vysokou přidanou hodnotou povede ke zmírnění závislosti na ropných surovinách i v oblasti velkoobjemových polymerů.

Tuzemská výzkumná základna bude schopna podpořit příliv zahraničních investic a růst nesnadno přenositelných vysoce kvalifikovaných výrob s velkou přidanou hodnotou. Současně vzniknou nové tuzemské malé a střední vysoce konkurenceschopné firmy a výsledky pozitivně ovlivní i tuzemskou spotřebu energií, snižování zátěže ŽP a efektivnější využití existujících zdrojů surovin. Výzkum a vývoj nových konstrukčních materiálů na bázi rychle obnovitelných zemědělských plodin a produktů biotechnologických procesů významně zvýší ziskovost zemědělství a zároveň usnadní ekologizaci životního cyklu průmyslových výrobků. Nezanedbatelná je i pozitivní zpětná vazba na rozvoj výzkumných základů technických universit, bez nichž nejsou university schopny produkovat opravdu tvůrčí techniky.

Celkově tato priorita aplikovaného VaV podpoří transformaci české ekonomiky na znalostní ekonomiku schopnou realizovat významnou část HDP vysokou přidanou hodnotou se sníženou spotřebou energií a zatížením životního prostředí na úrovni, obdobné nejrozvinutějším zemím. Tím bude možné dlouhodobě udržet a dále zvyšovat životní úroveň obyvatel.

Dalším přínosem je zlepšení postavení a prestiže české vědy v celosvětovém měřítku, vytvoření center excellence materiálového výzkumu schopných koordinovat větší evropské projekty a tím zvýšit příliv mladých výzkumných pracovníků i finančních prostředků do ČR. Podpora transferu výsledků povede i ke vzniku malých inovativních firem s produkty s vysokou přidanou hodnotou a podporujících růst zaměstnanosti nabídkou vysoce kvalifikovaných pracovních příležitostí.

Indikátory hodnotícími úspěšnost popisované priority jsou úroveň bibliografických výstupů (počet, IF, citace), množství a využití produktů ochrany duševního vlastnictví (patenty, průmyslové vzory, licence, atd.), počet nově vytvořených pracovních míst, objem finančních prostředků získaných pro materiálový výzkum mimo státní rozpočet ČR, objem navýšení příjmů z daní nových subjektů vzniklých na základě transferu výsledků

materiálového výzkumu a zvýšení tržeb z exportu výrobků a služeb založených na nových materiálech.

9. Finanční zdroje

Objem stávající finanční podpory materiálového výzkumu jakožto multidisciplinárního oboru lze jen těžko odhadnout, jelikož do této kategorie lze zařadit částečně i výzkum v oboru chemie, fyziky, strojírenství, stavebnictví, elektrotechnologie, vojenství, medicíny a dalších odvětví. Důležitější než samotný objem financí se jeví struktura financování a charakter programů pro podporu materiálového výzkumu ze SR. Institucionální podpora by se měla soustředit na národní programy podpory investic do lidské i přístrojové infrastruktury výzkumu v lokalitách s možností růstu a interakce s průmyslem a programy orientovat na koncentraci výzkumných kapacit do míst s napojením na realizační výstupy (technologický park v blízkosti výzkumné instituce, více výzkumných institucí s relevantním programem v dané lokalitě, atd.) a na podporu ochrany duševního vlastnictví a jeho managementu. Iniciovat programy na podporu nových mezioborových studijních programů na VŠ se zapojením ústavů AV ČR (M.S., Ph.D.).

Významnou roli pro efektivní využití prostředků státního rozpočtu pro podporu materiálového výzkumu mohou v budoucnu sehrát i regiony, především v oblasti účelové podpory přenosu výsledků výzkumu do průmyslové praxe formou programů s tzv. „matching funds“.

10. Návaznost na další priority

Priorita Materiálový výzkum je přímo spjata s tématy Konkurenceschopné strojírenství, Energetické zdroje, váže se k Informační společnosti a souvisí s ní i pokrok v přírodních vědách a lékařství.