



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



**ČESKÁ TECHNOLOGICKÁ  
PLATFORMA PLASTY**

# Strategická výzkumná agenda

## České technologické platformy PLASTY

Zpracováno v rámci projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/15\_037/0007178 „Plasty II“,  
podporovaného v rámci OP PIK, programu Spolupráce – Technologické platformy

říjen 2017

## OBSAH:

1	Souhrn.....	3
2	Úvod.....	4
3	Využití obnovitelných zdrojů – udržitelnost .....	6
3.1	Úvod.....	6
3.2	Chemický průmysl.....	6
3.3	Plastikářský průmysl .....	6
3.4	Bioplasty .....	7
3.4.1	Výchozí suroviny .....	8
3.4.2	Trh bioplastů.....	9
3.5	Význam a priority výzkumu .....	12
4	Technologie výroby a využití plastů.....	13
4.1	Úvod.....	13
4.2	Spotřební výrobky (kosmetika, nátěrové hmoty, textil, obaly a další) .....	13
4.2.1	Prioritní výzkumná témata.....	14
4.3	Nanokompozity.....	14
4.3.1	Význam .....	15
4.3.2	Prioritní výzkumná témata.....	15
4.4	Materiály pro zdravotnictví .....	15
4.4.1	Prioritní výzkumná témata.....	16
4.5	Plasty jako detektory ionizujícího záření .....	16
4.5.1	Prioritní výzkumná témata: .....	17
4.6	Výroba plastů .....	17
4.6.1	Multi-modální polymery pro výrobu moderních obalových materiálů.....	17
4.6.2	Oxo-degradovatelné plasty.....	18
4.6.3	Plasty se sníženou hořlavostí .....	18
4.6.4	Plasty pro dopravní prostředky .....	21
4.6.5	Význam .....	21
4.6.6	Prioritní výzkumná témata.....	22
5	Horizontální otázky .....	24
6	Závěry .....	25
7	Seznam použitých zkratk .....	26

## 1 Souhrn

Strategická výzkumná agenda (SVA) vychází z analýzy vědecko-výzkumné a výrobní základny ČR a z možností komercializovat výsledky vývoje s cílem posílit konkurenceschopnost českého plastikářského průmyslu. SVA se orientuje na vývoj polymerních materiálů s vyšším obsahem know how, s novými funkcionalitami, na vývoj nových technologií, které budou dostatečně efektivní pro nové plasty s vlastnostmi šitými na míru a přátelské k životnímu prostředí. Je strukturována aplikačně se záměrem posílit perspektivu komercializace. Zahrnuje celý životní cyklus výrobku od vstupů přes vlastní výrobu plastů, jejich zpracování, aplikace v obalovém průmyslu, stavebnictví, automobilovém průmyslu, elektro-průmyslu, zemědělství a spotřebním zboží až po recyklaci výrobku. Nově je ještě výrazněji zaměřena na ukončení životního cyklu těchto materiálů s ohledem na rostoucí důraz na ochranu životního prostředí včetně moří a zákaz jejich skládkování od roku 2025.

Vzhledem k neustále se zvětšujícím nárokům společnosti na plasty a na jejich využití a ke skutečnosti, že chemické technologie jsou ve většině případů založeny na zpracování fosilních paliv, je český a světový průmysl plně závislý na těžbě těchto surovin. Případný problém v nedostupnosti těchto zdrojů by znamenal kolaps chemického průmyslu jako takového. Využití a zpracování obnovitelných zdrojů a biotechnologických procesů do stávajících technologií se nabízí jako jedno z možných řešení v otázce závislosti na ropě či jiných fosilních zdrojích. Z odpadní biomasy a jiných obnovitelných zdrojů lze termochemickými a enzymatickými postupy připravovat látky, které jsou schopny substituovat stávající suroviny z fosilních zdrojů, v některých případech i za výhodnějších technologických a energetických podmínek. Termochemickou a enzymatickou konverzí biomateriálů je možno po zavedení vhodných separačních metod připravit a izolovat řadu produktů s významnou přidanou hodnotou, které svými vlastnostmi budou moci konkurovat stávajícím produktům z ropných zdrojů. Podle studie agentury Technavio z 31. 3. 2015 má růst globální trh chemie na bio-bázi v období 2015 – 2019 každoročně o 13,82 %. V souvislosti s dalším vývojem efektivních a enviromentálně přijatelných technologií budou hledány nové chemické procesy a aplikována netradiční zařízení. Pozornost bude věnována i aditivům pro optimalizaci vlastností samostatných plastů.

## 2 Úvod

Tento dokument byl zpracován Českou technologickou platformou PLASTY (ČTPP) jako aktualizovaná verze jejího základního strategického dokumentu, který bude dále doplňován a upřesňován jako východisko pro zpracování aktualizovaného Implementačního akčního plánu.

Posláním ČTPP je fungovat především jako komunikační platforma pro výměnu názorů a zkušeností v oblasti výroby, zpracování, využití a recyklace plastů. Za tímto účelem ČTPP podporuje základní výzkum, aplikovaný výzkum nebo experimentální vývoj; podporuje šíření jejich výsledků prostřednictvím výuky, publikování nebo převodu technologií; podporuje organizace působících ve prospěch rozvoje plastikářského a souvisejícího zpracovatelského průmyslu v České republice a s tím spojených vědeckých, výzkumných, technologických a inovačních aktivit, včetně aktivit směřujících k ochraně životního prostředí a zlepšování pozitivního vnímání plastikářského průmyslu.

Posláním ČTPP je rovněž podpora a prosazování zájmů sektoru plastikářského průmyslu v oblasti národní i Evropské legislativy.

Za účelem splnění svého poslání ČTPP rozvíjí a bude rozvíjet především následující činnosti:

1. Zvyšování konkurenceschopnosti českého hospodářství v oblasti plastikářského a souvisejícího zpracovatelského průmyslu s důrazem především na malé a střední podniky.
2. Vytváření mostu mezi vědou, výzkumem a průmyslem v oblasti výroby, aditivace, zpracování, využití a recyklace plastů prostřednictvím iniciace a provádění vědecko-technických výzkumů a komerčního využití vědeckých řešení.
3. Výzkum a vývoj.
4. Vzdělávací a školicí činnost, realizace konferencí a seminářů.
5. Propagace inovačních aktivit a vědecko-technického rozvoje v sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů.
6. Podpora a rozvoj mezinárodní spolupráce včetně zapojení se do realizace hlavních činností spolupracujících evropských struktur a to převážně způsobem:
  - a. vypracování a průběžná aktualizace dokumentů Strategické výzkumné agendy a Implementačního akčního plánu v sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů
  - b. zpracování vize rozvoje sektoru výroby, zpracování, využití a recyklace plastů
  - c. návrh strategie pro zavádění moderních postupů a technologií
  - d. spolupráce s dotčenými subjekty při vytváření politiky a právních předpisů sloužících k povzbuzení inovačních aktivit

Činnost ČTPP je zaměřena po odborné stránce do tří základních oblastí:

- výroba polymerů a biopolymerů, včetně aditiv
- zpracování polymerů a biopolymerů
- využití plastů po skončení jejich životnosti

Průřezovou (horizontální) oblastí je zaměřeno na:

- udržitelnou surovinovou dostatečnost
- technologickou vyspělost
- šetrnost k životnímu prostředí
- překonávání legislativních bariér

V současné době jsou tyto směry rozšířeny o:

- prevenci zvyšování výskytu odpadních plastů v mořích,
- speciální polymery schopné ukládat energii nebo mající samočisticí efekty, polymery používané v jaderném průmyslu (polymerní scintilátory), polymery v elektronice, bio-medicinální polymery a další.

Tyto nově zařazované oblasti vycházejí z těchto trendů:

Narůstající problémy s odpady (a s tím související připravovanou legislativou). Na světovém ekonomickém fóru v lednu 2016 v Davosu byla projednána zpráva téměř 200 expertů zastřešených Ellen MACARTUR Foundation „The New Plastics Economy“, která uvádí, že do roku 2050 má vzrůst spotřeba plastů ve světě z 322 mil. tun v roce 2015 na 1 124 mil. tun v roce 2050. Pokud se nebude řešit problém výskytu plastů v mořích, kde ročně přibývá 8 mil. tun plastů, z toho 80 % pochází z vnitrozemí, by v roce 2050 bez zásahu do současného stavu plavalo v mořích více plastů než ryb. Nutnost urgentního řešení této problematiky nazrává i v ČR. Na základě zkušeností z období 2009 – 2014 se ČTPP bude dále odborně profilovat ve výše uvedených (již dříve definovaných a nyní nově zařazovaných) oblastech. Jednou z nových aktivit by měl být způsob působení na výrobce granulí, jejich přeprava ke zpracování, zpracovatele a uživatele a omezení úniku plastových částí do kanalizací, řek a následně do oceánů.

Orientace na obnovitelné zdroje energie přináší požadavky na ukládání energií a energetické úspory, kde se v současnosti uplatňují organometalické a fotovoltaiické polymerní materiály a polymerní gelové materiály.

Další důležitou problematikou je detekce ionizujícího záření, kde se s úspěchem uplatňují scintilační polymerní detektory. Ty jsou založeny na vlastnosti některých látek reagovat světelnými záblesky neboli scintilacemi na pohlcení kvant ionizujícího záření; tyto světelné záblesky se pak elektronicky registrují pomocí fotonásobičů.

Neustálá miniaturizace elektronických součástek a zvyšování rychlosti signálu vyvolává potřebu nalezení materiálu s nízkým elektrickým odporem, vyšší elektrickou a tepelnou vodivostí. Právě mnohovrstevné případně kompozitní materiály skládající se z kombinace kovu a polymeru se zdají být řešením daného problému. Elektronické prvky vyráběné právě jako kombinace těchto rozdílných materiálů jsou výhodné pro svou odolnost vůči mechanickému namáhání, vyšším teplotám ale i chemickému poškození.

Mezi hlavní sledované směry makromolekulárních chemiků patří také biomakromolekulární systémy zahrnující polymerní nosiče léčiv, dále polymerní vrstvené systémy pro kontakt s biologickým prostředím, bioanalogické polymery, hydrogely atd. V současnosti je věnována velká pozornost i dynamice a samoorganizaci molekulárních a nadmolekulárních polymerních útvarů, přípravě, charakterizaci a využití nových polymerních systémů s řízenou strukturou a vlastnostmi apod. Výsledkem jsou nové polymery pro buněčné terapie a regenerace tkání (tkáňové inženýrství). Bioanalogické systémy – aplikace molekulárního a genového inženýrství.

## 3 Využití obnovitelných zdrojů – udržitelnost

### 3.1 Úvod

Výroba a užití plastů přispěly rozhodující mírou k dosažení současné kvality života společnosti, ale dostávají se do situace, kdy jsou na ně vytvářeny tlaky na změnu dosavadních technologických postupů za postupy přátelštější k životnímu prostředí a na recyklaci výrobků z plastů. Přijmeme-li jako jednoznačnou skutečnost, že pouze zase rozvoj chemických technologií a technik a vědeckých poznání v chemii a chemickém inženýrství může takovým tlakům vyhovět, je zapotřebí postupně v řadě případů dospět k udržitelným technologiím, aniž by byl zastaven nebo zbrzděn rozvoj společnosti. Cílem je zmírnit závislost průmyslu na neobnovitelných zdrojích, snížit produkci toxických látek a snížit zátěž životního prostředí výrobky na konci jejich životního cyklu.

### 3.2 Chemický průmysl

Evropský chemický průmysl patří mezi 3 nejvýznamnější průmyslové sektory v EU. Typický je vysoký inovační potenciál, vyšší energetická náročnost, udržitelný rozvoj a nejregulovanější výroba – emise, REACH a další. Podíl EU-28 na světové chemické výrobě má bohužel stále sestupný trend při výrazném růstu podílu zejména Číny.

Nejdynamičtěji se rozvíjejícím sektorem chemického průmyslu EU jsou polymery, nicméně se stále klesajícím podílem na světové výrobě a spotřebě v roce 2016 na 19%.

Snižování energetické náročnosti chemické výroby je trvalým jevem. Tento pokles je důvodem proč pro analýzy životního cyklu (LCA) nebo environmentální deklarace o výrobku (EPD) je nutno vkládat do výpočtů nejnovější a ne zastaralá data o energetické náročnosti příslušného plastu, např. EPS v případech izolací. Data jsou pro většinu plastů inovována a dostupná na [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org), lišta sustainability.

### 3.3 Plastikářský průmysl

Plasty jsou makromolekulární produkty vznikající různými postupy z jednoduchých monomerů. Působením tepla je lze tvarovat do zajímavých aplikací. Plasty lze nalézt i v přírodě, avšak významného rozvoje doznaly až s průmyslovou revolucí. Koncem 19. století se průmyslově uplatnilo kolem 10 tis. tun plastů za rok. V roce 1930 překročila roční světová výroba plastů hodnotu 30 tis. tun, v roce 1949 se přehoupla přes 1 milion tun a v současné době dosahuje úrovně 335 mil. tun. Do roku 2020 se očekává dosažení 400 mil. tun, do roku 2050 přes 700 mil. tun, podle Mac Arthur Foundation dokonce 1,1 mil. tun.

Nejpoužívanější, tzv. komoditní plasty, tj. polyetylen (PE), polypropylen (PP), polvinylchlorid (PVC), polystyreny (PS, EPS) a polyethylentereftalát (PET) se podílejí z 85 % na světové spotřebě plastů. Prognóza průměrného růstu světové spotřeby plastů do roku 2020 se uvádí ve výši 4,4 %. Největší dynamika se očekává u EPS (5,1 %), PP a PET (oba 5,0 %). Spotřeba inženýrských plastů PC, ABS, PET a PBT, POM, fluoropolymery, má růst do roku 2026 průměrně o 7,4 % ročně.

Evropský plastikářský průmysl EU-28 reprezentují výrobci suroviny – Plastics Europe (PE) a zpracovatelé plastů na finální výrobky – EuPC a zpracovatelé odpadních plastů.

Celková spotřeba plastů v Evropě dosáhla v roce 2016 52 mil. tun, ČR se na tom podílela 1,145 mil. tunami. Spotřebou přes 100 kg na hlavu se řadíme mezi vyspělé státy Evropy.

V současné době se podíl odpadních plastů v EU pohybuje okolo 54% z ročně zpracovaného množství. Konkrétně se v roce 2015 jednalo o 25,8 mil. tun odpadních plastů, z toho 30,8% skončilo na skládkách, 29,6% se zrecyklovalo a 39,5% se využilo energeticky.

ČR vykazuje 0,4 mil. tun odpadních plastů, při modelu EU by to mělo být 0,6 mil. tun. Z vykazovaných odpadních plastů 63,5% končí na skládkách. EKO-KOM vykazuje 110 tis. tun odpadních plastů z obalů. Dle modelu EU by to mělo být 370 tis. tun. Ročně zakopáváme (skládáme) odpadní plasty v hodnotě 10 miliard Kč.

Roční obrat v sektoru odpadového hospodářství a recyklace by se v EU mohly zvýšit o 42 miliard Eur do roku 2020 a vytvořilo by se více než 400 tis. nových pracovních míst. Potenciál se nevyužívá i proto, že v mnoha státech chybí adekvátní legislativa a infrastruktura pro tříděný odpad, recyklaci a zhodnocování odpadů. Asociace PlasticsEurope usiluje a předkládá Evropské komisi návrh na přijetí nařízení k zákazu skládkování odpadních plastů.

Příslušný návrh na zákaz skládkování materiálů s energetickým potenciálem kolem 7 MJ/kg od roku 2024 v ČR je v legislativním procesu. Nařízením EU je uloženo do roku 2025 znovuužít nebo recyklovat 55 % plastových odpadů z obalů. K realizaci vznikají platformy, např. Borealis, který vyrábí 3,6 mil. tun polyolefinů, vytvořil „Polyolefine Circular Economy Platform“ spolu s Plastics Europe a EuPC. Borealis je průkopníkem iniciativy „Nulové ztráty plastových granulí“. Firma BASF se připojila k iniciativě Ellen MacArthur Foundation a v květnu 2017 vyhlásila program „Circular Economy 100“. Evropští výrobci a zpracovatelé spolu s evropskou asociací recyklátorů vyhlásili v květnu 2017 iniciativu „Polyolefin Circular Economy Platform“. Řešení je nezbytné i proto, že Čína zpřísnila podmínky pro import odpadních plastů, což se projevilo na snížení dovozů v roce 2016 na polovinu – na 2,3 mil. tun. Konsorcium CEFLEX (Circular Economy for Flexible Packaging) vytvořilo v dubnu 2017 celkem 34 evropských firem.

### 3.4 Bioplasty

Globální kapacity bio-polymerů z bio-surovin se mají zvýšit podle Nova-Institutu z 2,4 mil. tun v roce 2016 na 3,6 mil. tun v roce 2021. Asociace European Bioplastics uvádí číslo bioplastů vyšší – 4,2 mil. tun v roce 2016 a očekává růst do roku 2021 na 6,1 mil. tun. Evropa se bude podílet čtvrtinou, polovinou přispějí Asie. Dominovat bude bio-PET, bio-PE a bio-PA. Podle K-Zeitung z 23. 2. 2017 má dosáhnout kapacita bio-plastů z bio-surovin 8,5 mil. tun v roce 2021. Z téhož zdroje je i údaj, že podíl těchto plastů na celkové výrobě plastů dosáhl v roce 2016 výše 4 %.

Využití obnovitelných zdrojů a biotechnologie se díky neustále se stupňujícím nárokům na těžbu fosilních paliv nabízejí jako alternativa. Využitím těchto technologií by bylo možno v budoucnu podpořit, zjednodušit a případně i nahradit polymerní látky vyráběné z fosilních paliv, včetně některých aditiv pro plasty. Při zavedení nových typů biotechnologií jde zejména o ekonomické a environmentální přínosy (životní prostředí, přátelská produkce existujících a nových plastů, zlepšená ekonomie jejich produkce, redukce závislosti na neobnovitelných zdrojích energie a paliv, snížení hazardních stavů a bezpečnost výrob, zvýšení kvality života a zdraví společnosti, redukce vzniku potenciálních polutantů, management odpadů). Očekává se, že využitím biotechnologií a zpracováním obnovitelných zdrojů (biomasy) bude v řadě případů i snížena poptávka po fosilních zdrojích a tím i zmenšena závislost na těchto surovinách, což je pozitivní pro další udržitelný rozvoj společnosti.

V současné době se používá mnoho typů a zdrojů biomasy. Suroviny obsahující tzv. primární metabolity (cukry, lignocelulosa) jsou používány v největší měřítku jako zdroje pro biopaliva. Sekundárními metabolity se míní méně zastoupené složky vyskytující se v biomase (gumy, pryskyřice, vosky, terpeny, steroidy, glyceridy, kyseliny). Ty jsou prekursory tzv. High Value

Chemicals. Princip technologií pro izolaci a využití těchto látek pro průmysl se odvíjí specificky od suroviny a produktu. Jednou z možností využití těchto látek je výroba polymerních materiálů.

Významným potenciálním zdrojem pro výrobu nových produktů z oblasti farmak, potravinových doplňků ale i komodit typu polymerních materiálů, jsou mikrořasy. Zde však bude nutné vyvinout nové způsoby desintegrace buněk a extrakce účinných látek z relativně zředěných vodných roztoků, případně i z organických rozpouštědel (membránové procesy, selektivní adsorpční procesy, extrakce za extrémních podmínek).

### **3.4.1 Výchozí suroviny**

Vzhledem k technologiím vhodných ke zpracování biomasy je zpracování biomasy pro chemické látky další možnou variantou přípravy vhodných monomerů a polymerů, kopolymerů a aditiv. Zatímco primární metabolity jsou užívány vesměs pro energetické využití jak už v podobě cukrů pro následnou fermentaci, či jako estery vyšších mastných kyselin pro výrobu FAME, sekundární metabolity mají také své využití.

Nastavený trend je však využívat i primární metabolity jako zdroje chemických látek, důvodem je lehká dostupnost a majoritní podíl ve zpracovávané biomase.

#### **Primární metabolity**

Mezi primární metabolity řadíme oleje, cukry, celulosu, hemicelulosu, lignin. Všechny tyto složky jsou v největší míře upravovány na koncový palivový produkt. Tyto metabolity však lze brát v úvahu i jako zdroje chemických látek. Enzymatickým štěpením celulosy a hemicelulosy dostáváme směs cukrů vhodných pro následnou separaci a využití v potravinářském a chemickém průmyslu.

Kromě využití cukrů jako zdrojů pro následnou fermentaci se objevují práce na téma hledání alternativních monomerů vyrobených z biomasy. Jde o vytvoření ekvivalentních polymerů vůči klasickým petrochemickým produktům. Řešení se objevuje např. ve vytvoření monomerů furanového základu, oproti benzenovému.

Dřevní pojivo lignin, které vypadává v procesu hydrolýzy dřeva, se díky své struktuře může brát jako prekursor vysoce aromatických sloučenin, které se získají za použití vhodného thermochemického procesu.

#### **Sekundární metabolity**

Gumy, pryskyřice, vosky, terpeny, steroidy, glyceridy, kyseliny můžeme radit označením jako sekundární metabolity obsažené v biomase. Jejich množství se značně odvíjí od druhu rostlin a jejich částí. V současné době se vyvíjí způsob efektivní izolace a vedlejšího využití těchto metabolitů. Využití sekundárních metabolitů v plastikářském průmyslu spočívá především ve využití jako stabilizátory, plastifikátory, antistatika, polymerační emulgátory apod. Při zpracování sekundárních metabolitů se nabízí i alternativní cesta enzymatické transformace a izolace.

Jde o využití biomasy jako zdroje High Value Chemicals, které v konečném měřítku zvýší celkovou cenu výstupních technologických produktů. Mezi návrhy na budoucí postupy při zpracování těchto typů chemikálií se objevují zejména návrhy na rozvoj separačních metod.

Separční metody směřované na zpracování biooleje - produktu pyrolýzy biomasy - se odvíjejí dle typu a vlastností izolovaných látek. Mezi hlavní výhledové separační metody může patřit mj. extraktivní destilace rozvětvených polymerů.



Aplikace environmentálních technologií přesahují i do dalších průmyslových odvětví - papírenský průmysl, textilní průmysl, plasty, kosmetika, mýdla, detergenty.

Základem je změnit pohled na biomasu jako na zdroj paliv bez využití ostatních produktů, které je možné získat jejich úpravou. Nabízí se zde možnost vytvoření několika cílů pro následující výzkumnou agendu právě se zaměřením na vývoj technologií pro získávání chemických látek z biomasy, které se stanou buď částečnou náhradou stávajících, nebo samostatnou novou surovinou.

### 3.4.2 Trh bioplastů

Podle starší studie Hannoverské university (p. Endres) dosáhly výrobní kapacity bioplastů v roce 2011 následujících hodnot [v tis. tunách]:

Typ bioplastu		Podíl v %	Biodegradabilita
Bio-polyetylen (PE)	200	28	ne
Biodegradabilní škrobové směsi	123	17	ano
Kyselina polymléčná a její směsy (PLA)	120	16	ano
Polyhydroxyalkanoat (PHA)	88	12	ano
Biodegradabilní polyestery	57	8	ano
Bio-polyethylentereftalát (PET)	50	7	ne
Regenerovatelná celuloza a deriváty	44	6	ano
Bio-polyamid (PA)	35	5	ne
Ostatní	8	1	
<b>Celkem</b>	<b>725</b>	<b>100</b>	

Prognóza na rok 2017 (zdroj European Bioplastics) činila 6,2 mil. tun, z toho 5,2 mil. tun biodegradabilních.

V následující tabulce jsou uvedené aktualizované údaje o výrobních kapacitách bioplastů v roce 2016 [v tis. tunách] (zdroj web European Bioplastics, <http://www.european-bioplastics.org/market/>):

Typ bioplastu		Podíl v %	Biodegradabilita
Bio-polyetylen (PE)	200	4,8	ne
Biodegradabilní škrobové směsi	429	10,3	ano
Kyselina polymléčná a její směsy (PLA)	212	5,1	ano
Polyhydroxyalkanoat (PHA)	67	1,6	ano
Biodegradabilní polyestery	220	5,3	ano
Bio-polyethylentereftalát (PET)	948	22,8	ne
Polyurethany (PUR)	1714	41,2	ne
Bio-polyamid (PA)	146	3,5	ne
Ostatní	225	5,4	
<b>Celkem</b>	<b>4160</b>	<b>100</b>	

Z obou tabulek je patrný nárůst v kapacitách bioplastů během posledních 5 let. Také je ale zřejmé, že kapacita biodegradabilních bioplastů byla v roce 2016 jen asi 23 %, což je oproti předchozímu odhadu téže organizace významný rozdíl. Podle stejného zdroje další prognóza pro rok 2021 předpokládá přibližně 50%ní navýšení výrobní kapacity bioplastů asi na 6,1 mil.

tun, přitom se očekává další snížení procentuálního podílu těch, které jsou biodegradabilní na ca 20 %.

Je patrné, že dosavadní kapacity bioplastů jsou zatím stále příliš malé na to, aby cenově mohly konkurovat plastům vyrobeným z fosilní surovinové báze. Výrobní jednotky klasických plastů mají kapacity v rozsahu 100 – 1000 tis. tun/rok a know-how z několika desítek let provozu. Potenciálně až jedna třetina plastů by mohla být nahrazena bioplasty. K tomu však bio-plasty potřebují levnou výchozí surovinu, většinou monomer.

Největší kapacitou pro výrobu bioplastů (bio-PE) disponuje brazilská firma Brasken. Tato firma využívá dostatek cukrové třtiny k výrobě etylalkoholu a jeho následné dehydratace na etylen. Ten se pak polymeruje na PE stejným způsobem jako etylen z petrochemické báze. Ročně se vyrábí na světě přes 80 mil. tun PE, kapacita bio – PE je 200 tis. tun. Firmy Dow a Mitsui založily letos společný podnik na výrobu etanolu na bázi cukrové třtiny taktéž v Brazílii a měly by se stát největšími výrobci biopolymerů v světě – předpoklad 350 tis. tun bio-PE. Konsorcium Genencor/Danisco plánuje výrobu 800 tis. tun etylenu na potravinářské bázi a následně výrobu bio-PE, PET, PVC a PS. Solvay staví 100tisícitunovou jednotku na bio-PVC v Brazílii, Brasken 30 tis. tun bio-polypropylenu. Je třeba opět podotknout, že tyto bio-polymery nejsou biodegradovatelné a mají stejné uplatnění jako klasické polymery.

Škroby z rostlin jsou potenciálně největším zdrojem pro výrobu bio-plastů. Tyto aplikace jsou rozvíjeny více než 20 let. Bio-plasty lze získat postupy:

- částečnou fermentací škrobu a následným smícháním se změkčovadly, kompatibilizátory a dalšími aditivami a extruzí na finální granule.
- destrukcí škrobu s plastifikátorem na jedno nebo dvoušnekových extruderech na termoplastické škroby (TPS) a eventuální modifikace v mixerech přidáním aditiv nebo fosilních plastů.
- chemickou destrukcí škrobu a následným smícháním s kompatibilizátory a plasty fosilního nebo biologického původu (podíl škrobu 30 – 80 %).

Výše uvedené blendy mohou nahradit klasické plasty zejména v obalech a v zemědělství (folie). Na trhu je jich přes 15 typů, většinou v biodegradovatelném provedení.

Kyselina polymléčná (PLA) je vlastně alifatický polyester. Průmyslově se vyrábí od roku 2003. Výchozí surovinou je cukr nebo škrob, který se konvertuje na cukr. Roztok cukru je fermentován mikroorganismy na dva izomery kyseliny mléčné, které se v druhém stupni chemicky polymerují na makromolekuly. Vlastní polymerace izomerů vede ke směsi 2 typů PLA, z něhož jeden má tepelnou odolnost 60°C, druhý přes 100°C. Vzájemné směsi plus přídavky různých aditiv umožňují širokou škálu nových typů a aplikací. PLA je nejvíce zkoumaným bioplasem, když např. v roce 2001 bylo podáno ve světě 10 patentů z oblasti výroby a modifikace PLA, v roce 2010 to již bylo 360 patentů. Nové výrobní kapacity u 30 výrobců se šplhají z 1,5 tis. tun až nad 100 tis. tun/rok a v roce 2020 by podle nejnovější studie německé konzultantské firmy Nova měly dosáhnou světově 950 tis.tun/ rok. Současný největší výrobce PLA – firma Nature Work disponuje kapacitou 140 tis. tun/rok.

PLA je biodegradabilní, bezpečný pro potravinářské obaly, mísitelný s konkurenčními plasty a snadno zpracovatelný na stávajících zpracovatelských strojích – extruderech a vstříkovacích strojích. Seriálně se bádá na možnosti nahradit stávající 2. stupeň výroby za použití speciálních bakterií. Taktéž pěnový PLA, vyvinutý nizozemskou firmou Symbra – BioFoam umožňuje zlevnit výrobek díky jeho nízké objemové hmotnosti 25 – 35kg/m<sup>3</sup>. Jako nadouvadlo se používá CO<sub>2</sub> místo pentanu, používaného u zpěňovatelného polystyrenu (EPS), kapacita 5 tis.tun/rok. BASF vyrábí Ecovio Foam – kombinace petrochemického, biodegradabilního Ecoflexu s Ecovio PLA z kukuřice nebo cukru. Produkt slouží jako pěnové folie pro podnosy na potraviny, ovoce a zeleninu. Předností PLA je možnost smíchání s komoditními i inženýrskými plasty jako je PS, PC nebo ABS a následné aplikace i v technických výrobcích.

Stejně jako PLA jsou polyhydroxyalkanoáty (PHA) alifatické polyestery, které se vyrábějí přímou fermentací odpadů z cukrovky a cukrové třtiny. Licenzují se jednotky s kapacitou 10 tis. tun. Vlastnostmi se PHA blíží polypropylenu. Stejně jako PLA lze PHA snadno zpracovávat vstřikováním, vytlačováním s hlavním aplikačním segmentem v obalovém průmyslu.

Velkou výzvou pro poslední tři výše uvedené bioplasty je možnost jejich míchání s polypropylenkarbonátem (PPC). Tento polymer je znám již 40 let a zajímavostí je, že se vyrábí z CO<sub>2</sub> dokonce přímo ze spalin z komínů cementáren a elektráren. Smícháním PPC se škroby nebo PLA nebo PHA se zlepšují zpracovatelské a uživatelské vlastnosti folií a výrobků, které jsou biodegradovatelné. Na výstavě AICHEMMA 2012 představila firma Bosch-Siemens kryt vysavače ze směsi PPC a PHA, když byl nahrazen dosavadní ABS terpolymer.

Biodegradabilní polyestery jsou polymery vyráběné z diolů z bio-báze a bio-kyseliny jantarové nebo adipové. Vznikají pak Polybutelensukcinát (PBT) nebo Polybutylenadipaterftalát (PBAT) nebo další kombinace. Posledně jmenovaný polymer vyrábí firma BASF z petrochemické báze pod názvem Exoflex a v blendu s PLA se objevuje na trhu pod označením Ecoflex. Výrobní kapacita tohoto produktu se vloni zvýšila ze 14 tis. tun na 60 tis. tun. Další výrobní jednotky budují v Kanadě a Thajsku, neboť světová spotřeba se odhaduje na 180 tis. tun.

Polyetylenotereftalát (PET) patří mezi plasty s nejvyšší dynamikou spotřeby za posledních 11 let, zejména díky rozvoji aplikací v lahvích. Mezi komoditními plasty se spotřebou během 1 – 2 roků posune z 5. na 4. místo za PE, PP, PVC a před PS. Americký koncern Coca-Cola prodává denně 1,6 miliardy lahví, z čehož je 55 % vyrobeno z PET. V posledních letech začala dodávat na trh lahve z částečného bio-PET. Vtip spočívá v tom, že PET se vyrábí polykondenzací monoetylglykolu (MEG) a kyseliny tereftalové (PTA). První surovina má 30 % a druhá 70 % podíl na výsledném PET. V Brazílii se průmyslově vyrábí MEG z cukrové třtiny přes etanol a etylen. Výsledná láhev je plně mísitelná a recyklovatelná s klasickou PET, má podíl materiálu rostlinného původu 30 %. Plné zavedení dražších lahví z úplného bio-PET se očekává do 20 let.

Celulóza má dlouhou historii při aplikacích i jako plast. Tyto polymery jsou vyráběny extrakcí nebo chemickou modifikací přírodní celulózy. Ze tří skupin polymerů na bázi celulózy má největší význam regenerovaná celulóza, z níž se vyrábějí celofán a umělá vlákna. Poprvé byl celofán aplikován jako obalová folie v roce 1924, v padesátých letech nastoupily folie z PE, dnes je patrný mírný návrat celofánu jako bio-plastu.

Polyamidy patří do kategorie inženýrských plastů se světovou spotřebou kolem 3 mil. tun. Ke klasickým produktům jako PA6, vyráběný polykondenzací kaprolaktamu, dále PA66, PA46, PA69 a další se na trhu objevil v roce 2002 produkt firmy Arkem bio-PA11, vyrobený z ricinového oleje. Další bio-typy PA jsou rozpracovány ve výzkumu. Výchozí surovinou je ricinový a řepkový olej. Totéž se týká výroby kaprolaktamu pro PA6 fermentací glukózy.

Velké chemické firmy investují značné prostředky do výzkumu, vývoje a nových technologií z přírodních zdrojů. Po bioplastech 1. generace (samostatné produkty), nastoupila 2. generace, která využívá směsi (blendy) bioplastů vzájemně, s aditivami, ale i s konvenčními fosilními plasty. Cílem je využít dosavadních technologií zpracování plastů a snížit uhlíkovou stopu výrobků. Mikrobiologové spolu s chemiky uvažují o bioplastech 3. generace, které by měly vzejít z využití řas a odpadních produktů. Široké spektrum bio-plastů, především těch biodegradovatelných, tak způsobuje vážné obavy expertům na recyklaci plastů. Pro tyto účely vyčlenila v roce 2014 EU 8 miliard Euro.

Ruku v ruce s vývojem nových biodegradovatelných bioplastů a technologií jejich výroby by tak pozornost měla být stejně zaměřena i na výzkum podmínek jejich odbourání po skončení jejich životnosti, tedy na stanovení správného postupu nakládání s nimi jako s odpady. Přitom je potřeba rozvinout nástroje informování odpovědných úřadů, firem zabývajících se

zpracováním plastových odpadů i široké veřejnosti o zvláštních způsobech recyklace a nakládání s odpady na bázi bioplastů.

Podle informace z února 2015 vytvořily firmy Anellotech (USA) a Johnson Matthey Process Technologies (VB) alianci k vývoji katalytického systému pro výrobu benzenu, toulenu a paraxylenu z rostlinné nepotravinářské báze.

V květnu 2017 informovala firma Covestro, že vyvinula proces na výrobu anilinu (výchozí surovina pro PUR) z biomasy a zahájila výstavbu poloprovozní jednotky. Proces je založen na konverzi cukrů pomocí mikroorganismů s následnou chemickou katalýzou na bio-anilin. Současná světová produkce anilinu je 5 mil.tun, Covestro se podílí 1 mil.tun.

Konsorcium výzkumných institucí a firem, v čele se švýcarskou firmou Clariant vyvíjí v rámci HORIZON 2020 proces výroby bio-isobutenu, který se používá pro výrobu kaučuku a plastů a pro rozpouštědla a změkčovadla.

Významnou položkou plastikářského segmentu jsou aditiva. V roce 2016 se globálně spotřebovalo 31,5 mil. tun aditiv. I v této oblasti je patrný trend k udržitelnosti, zejména k aplikaci inovovaných aditiv přírodního původu.

### **3.5 Význam a priority výzkumu**

- Snížení nákladů na výrobu a produkci enzymů a kofaktorů
- Vývoj lepších, rychlejších a ekonomicky výhodnějších biokatalyzátorů
- Bioreaktorové techniky, řízení procesů
- Výzkum a vývoj nových biopolymerů a jejich modifikace
- Podpora projektů na zpracování bioplastů po skončení jejich životnosti

## 4 Technologie výroby a využití plastů

### 4.1 Úvod

Vývoj a užití nových plastů s vlastnostmi připravovanými na míru je důležitým stimulem rozvoje v řadě průmyslových odvětví. Je to cesta jak zapojit do řetězce velkých výrobců komoditních plastů firmy zabývající se kompaundováním. Potřeba budoucích technologií se promítá přímo do rostoucích požadavků na nové plasty a materiály s požadovanými vlastnostmi, metod jejich přípravy, nákladovosti výroby a jejich recyklovatelnosti.

Byla registrována potřeba zlepšené identifikace příležitostí v úzké spolupráci s průmyslovými partnery a zlepšení koordinace veřejného a soukromého výzkumu k překonání omezených přírodních a finančních zdrojů s cílem zamezit fragmentaci a duplicitám úsilí.

Mezi cíle tematického programu Trvalá prosperita NPV patří mimo jiné:

- Připravit nové materiály a zajistit nové postupy pro využití obnovitelných a netradičních zdrojů energie.
- Snižit energetickou náročnost provozu budov.
- Vyvinout nové materiály, nové přísady do výrobků jiných odvětví, nové polymery a katalyzátory. Značnou roli hrají v tomto úsilí aditiva pro plasty. Rozvíjet se budou zejména bio-aditiva, ale i retardéry hoření a barviva, včetně nano-TiO<sub>2</sub>.
- vývoj katalytické vnitřní vrstvy obalů potravin pro odstranění zbytkového kyslíku pro skladování potravin.
- Snižovat hmotnost dopravních prostředků a tím i spotřebu pohonných hmot a exhalace.

#### a) Dlouhodobý horizont:

- vypracovat metody přípravy nových nanostrukturních a nanokompozitních materiálů založených na unikátních vlastnostech nanočástic (slitin) kovů a (směsných) oxidů kovů a jejich interakci s anorganickými nosiči;
- vývoj polymer-stabilizovaných bimetalových nanokatalyzátorů

### 4.2 Spotřební výrobky (kosmetika, nátěrové hmoty, textil, obaly a další)

Jedním ze základních cílů Vize české chemie je přispět ke zlepšení kvality života při zachování principů trvalé udržitelnosti. Aplikacemi moderních technologií jako jsou nanotechnologie nebo biotechnologie lze získat nové materiály a výrobky s vyšší přidanou hodnotou často při využití obnovitelných zdrojů surovin.

Implementace moderní kontroly potravin a smart obalů umožní lepší management skladování potravin a současně umožní zákazníkům prokazatelně určit kvalitu výrobků. Smart obaly budou fungovat nejenom jako ochrana proti znečištění a proti oxidaci, ale budou fungovat současně jako senzory kvality, což je efektivnější než udávání doby respirace.

Dalším aspektem je vývoj nových anorganických UV absorbérů jak pro kosmetiku, tak pro nátěrové hmoty, plasty a vlákna. Ochrana proti zdraví škodlivému UV záření je jedním z opatření pro zdraví lidí.

### 4.2.1 Prioritní výzkumná témata

- vývoj moderních zdravotně nezávadných anorganických UV absorbérů jak pro nátěrové hmoty, tak pro kosmetiku a plasty;

### 4.3 Nanokompozity

Jednou z aplikací plastů jsou výrobky s vysokou přidanou hodnotou na bázi nanokompozitů. Nanokompozity jsou materiály složené ze dvou nebo více různých složek, z nich alespoň jedna se v materiálu vyskytuje ve formě částic o velikostech jednotek až desítek nanometrů, přičemž často jde o aktivní nanočástice, tj. částice se zajímavými optickými, magnetickými, elektrickými a jinými vlastnostmi rovnoměrně rozptýlené nejčastěji v polymerní matici. Důvodem použití aktivní látky ve formě nanočástic jsou její kvalitativně odlišné fyzikální vlastnosti oproti běžným plnivům. Vlastnosti nanokompozitů se odvíjejí jednak od složení, ale zároveň od velikosti částic, jejich morfologie a uspořádání. Kompozitní nanomateriály mají velmi široké použití. Například ukládání informací, magnetické chlazení, ferrofluidy, zobrazovací metody v medicíně, různé senzory, elektromechanické a magnetomechanické měniče, antiseptická vlákna, a mnohé další.

Polymerní nanokompozity s anorganickými nanoplňivy (jíly, oxidy, kovy,...) mají dnes již poměrně široké průmyslové využití, např. v automobilovém, leteckém a obranném průmyslu. Jednou ze stěžejních otázek přípravy těchto materiálů ale zůstává dispergace nanoplňiva v matici a jeho adheze k polymeru. Perspektivní jsou plastové konstrukční materiály, které budou mít vyšší pevnost, tvrdost, tvarovou stálost, větší tepelnou stabilitu a menší hořlavost. Polymerní nanokompozity se také uplatňují v případě nátěrových hmot a povrchových úprav. Takto lze použitím nanoplňiv očekávat zlepšení následujících vlastností: odolnosti proti poškrábání, zlepšení tepelné odolnosti, vzrůst tvrdosti, zlepšení oděruvzdornosti, zlepšení bariérového efektu (nižší plyno- a paropropustnost), zvýšení odolnosti proti UV záření, snížení koeficientu tření na povrchu úpravy, snížení hodnoty expanzního koeficientu, snížení prostupnosti vůči kapalinám, snížení hořlavosti, antimikrobiální vlastnosti, rozměrovou stálost, zvýšenou odolnost proti šíření trhlin. Je tak možnost ovlivnit nejen životnost, ale tyto změny jsou extrémně důležité z hlediska konečné aplikace takového materiálu. Vyuvíjené nanokompozity naleznou uplatnění zejména při zvyšování kvality plastových, gumárenských a dalších polymerních výrobků.

Stále více se budou používat nanomateriály v otěruvzdorných a korozivzdorných povlácích, v nových keramických materiálech pro výrobu vodních trysek, injektorů, opláštění zbraňových systémů či povlékání elektrod v energetických zařízeních. V elektronice se budou nahrazovat současné logické obvody optickými spoji. Nanotrubičky budou využívány pro výrobu pružných obrazovek, displejů a velkokapacitních pamětí. V energetice se trubičky využijí pro uskladňování vodíku pro palivové články. Výzkumné práce budou zaměřeny zejména na přípravu nanočástic, dispergační proces a na studium vlivu modifikujících látek na konečné vlastnosti nanokompozitů.

Mezi nanokompozity lze také zařadit tzv. „chytré, inteligentní“ nátěry a povlaky, pokud jsou založeny na využití různých typů nanočástic. Tyto nátěry mají nové vlastnosti a funkce a jsou schopny reagovat na vnější podněty a interagovat s okolím. V současné době jsou tyto nátěry používány hlavně jako clearcoaty v automobilovém průmyslu a nanostrukturované elektro- nebo opticky aktivní inteligentní povrchy.

V souvislosti se stále širším využíváním nanomateriálů je nezbytné zaměřením také na hygienické a environmentální důsledky jejich používání.

### 4.3.1 Význam

Nanokompozity jsou reálnou aplikací v řadě významných oborů techniky, včetně plastů. Tyto materiály často s novými vynikajícími vlastnostmi přinášejí do řady odvětví žádoucí inovace a nezachycení těchto trendů může negativně ovlivnit budoucí konkurenceschopnost např. strojírenství, automobilového průmyslu, stavebnictví a atd. ČR má dobré předpoklady pro efektivní rozvoj aplikací moderních nanokompozitů.

Možný směr vývoje nanokompozitů by mohla být i možnost aplikace nanovláken. Tato vlákna na bázi různých polymerů i anorganických sloučenin ( $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiN}$ ) jsou v ČR vyvíjena na Technické Univerzitě v Liberci v úzké spolupráci s firmou Elmarco.

### 4.3.2 Prioritní výzkumná témata

#### a) Střednědobý horizont:

- výzkum zaměřený na pochopení efektů nano-plniv s velkým specifickým povrchem na mechanické vlastnosti, degradační a hořlavostní chování polymerů, představující velmi atraktivní část;
- výzkum podmínek přípravy nových, netradičních typů nanokompozitních materiálů na bázi montmorillonitických jíílů a dalších typů anorganických nanočástic;
- vývoj metod pro dispergaci nanočástic a hodnocení jejich vlastností;
- výzkumu povlakových technologií se specializací zejména na automobilový průmysl, a výrobu dopravních prostředků;
- využití a modifikace dosavadních způsobů přípravy nanočástic ke zlepšení vlastností polymerních materiálů a optimalizaci vlastností nanokompozitu vzhledem k zamýšlené oblasti jeho využití;
- studium možností náhrady klasických (kovových) materiálů pomocí kompozitů s vlastnostmi upravenými na míru;
- vývoj povrchových úprav se zlepšenými vlastnostmi a odolností proti různým, zejména povětrnostním vlivům;
- vývoj technologií přípravy nových typů anorganických a organických nanočástic.

#### b) Dlouhodobý horizont:

- vývoj samoorganizovatelných kompozitních materiálů a “chytrých povrchů”;
- studium vlivu používání nanočástic na životní prostředí a zdraví.

## 4.4 Materiály pro zdravotnictví

Farmaceutický průmysl a medicína jsou významnými iniciátory inovací jak v materiálové, tak technologické oblasti. Díky tomu již dnes můžeme registrovat řadu aplikací polymerních materiálů ve zdravotnictví. Nové materiály se již nyní uplatňují v neinvazivní medicíně. V oboru nanokompozitů se jedná především o kompozity s uhlíkovou či polymerní maticí vyztuženou uhlíkovými vlákny. Jsou považovány za perspektivní např. pro konstrukci kostních a kloubních náhrad a kostních implantátů. Výsledky materiálového výzkumu budou využitelné ve zdravotnictví především v oborech: neurochirurgie (umělé náhrady a přemostění defektů), traumatologie (poranění mozku a míchy), neurologie (Parkinsonova choroba, roztroušená skleróza), imunologie (poruchy imunity), pediatrie (vrozené vady, perinatální poškození), ortopedie (náhrady chrupavek a kostí), oftalmologie (náhrady rohovky), otolaryngologie, stomatologie (zubní náhrady), plastická chirurgie a dermatologie. V řadě případů se může jednat i o prostředky pro veterinární účely.

Nové materiály (zejména nanomateriály) na jedné straně nabízejí nové vlastnosti, na druhé straně představují i dosud ne zcela prozkoumaná rizika vyplývající zejména z jejich bioaktivity.

Vývoj vhodných materiálů pro zdravotnictví vyžaduje velmi úzkou spolupráci s vědeckými pracovišti ve zdravotnictví.

Chemický průmysl by mohl být zdrojem ekonomicky dostupných základních materiálů, jako jsou speciální polymery, biomateriály nebo nanomateriály. Tyto materiály musí respektovat základní požadavky medicíny a to jak netoxičnost, tak **biokompatibilitu**. Jedním z příkladů jsou biopolymery, které jsou plně biokompatibilní, zcela netoxické a plně biodegradovatelné a navíc jsou dostupné jako suroviny průmyslově vyráběné v požadované čistotě.

#### 4.4.1 Prioritní výzkumná témata

##### a) Střednědobý horizont:

- vývoj vhodných biopolymerů pro farmacii;
- vývoj tzv. bioanalogických polymerů (doprava léků, náhrada kůže nebo kostní dřevě);
- vývoj výroby nových membrán pro dialýzu;

#### 4.5 Plasty jako detektory ionizujícího záření

Využití plastů v oblasti detekce ionizujícího záření je založeno na převodu energie ionizujícího záření na energii fotonů v oblasti blízké ultrafialové a viditelné oblasti spektra. Tyto fotony jsou pak snímány ve formě záblesků vhodnými snímači (fotonásobiče, fotodiody). Výstupní signál z detektoru je pomocí fotonásobiče převeden na elektrický signál a ten je následně zpracován vhodným analyzátozem a software. O takovýchto typech detektorů pak hovoříme jako scintilačních detektorech.

První plastové detektory byly vyvinuty v padesátých letech s cílem nahradit především kapalné scintilátory a nabídnout pro detekci záření levný, dobře dostupný materiál umožňující výrobu detektorů s velkým objemem a v podstatě jakýmkoliv tvarem. V současné době jsou hledány jak nové metody přípravy plastových detektorů s využitím technologií pro zpracování plastů (extruze, vstřikování, 3D tisk a další), tak i nové složení (využití speciálních nanoplňiv s aktivním povrchem, úpravy složení s cíle zvýšení rychlosti odezvy, emitovaného spektra záření apod.).

Z hlediska cílového využití jde o materiál pokrývající svým uplatněním široké spektrum použití od detekce radioaktivních zdrojů (mýtné brány, recyklace kovů, obrana) přes technické aplikace (detektory výšky hladiny, lékařské aplikace - PET ) až po uplatnění ve vědeckých projektech (detekce kosmického záření, neutrin apod.). Celkově lze říci, že objem výrob plastových scintilátorů má v posledních letech narůstající tendenci právě díky jejich rozšiřující se oblasti použití a výhodné ceně.

##### Význam:

Vývoj plastových scintilačních detektorů navazuje na dlouholetou tradici v této oblasti a snaží se navázat na úspěchy pracovníků Výzkumného ústavu přístrojů jaderné techniky, kteří tento typ detektorů v České republice s úspěchem zavedli do výroby. Díky silné podpoře nového vlastníka technologie fy. Nuvia, která je světovým leaderem v oblasti jaderných technologií, je další rozvoj těchto produktů v rámci ČR podpořen i konkrétními výstupy v projektech po celém světě. Jedná se především o spolupráci ve Vědeckých projektech (SUPERNemo, ICARUS) ale i konkrétních výrobcích. Velmi důležitou je společná spolupráce fy. Nuvia s centry výzkumu



v této oblasti a to jak v oblasti jaderné fyziky a chemie (ČVUT-UTEF, FJFI) tak i centry zaměřenými na vývoj polymerních materiálů (CPS Zlín, UMCH Praha, PIB Brno).

#### **4.5.1 Prioritní výzkumná témata:**

Střednědobý horizont:

- vývoj zaměřený na využití současných plastikářských technologií pro vývoj nových typů scintilačních detektorů (extruze, 3D tisk a další)
- výzkum v oblasti složení plastových scintilátorů (uplatnění nanoplniv, speciálních aditiv a úprav složení luminiscenčních aditiv)
- výzkum v oblasti modifikace vlastností polymerní matrice (zvýšení teplotní odolnosti, zlepšení mechanických vlastností a další)

Dlouhodobý horizont:

- hledání a vývoj nových materiálů pro oblast plastových scintilátorů (PEN a jeho modifikace)
- vývoj technologie výroby scintilačních detektorů

## **4.6 Výroba plastů**

Výroba a zpracování plastických hmot jsou nejrychleji se rozvíjejícím oborem chemického průmyslu ČR. Plastické hmoty jsou ve stále širším měřítku používány jako konstrukční materiály ve stavebnictví, při výrobě různých součástí strojů, ve výrobě dopravních prostředků, spotřebních předmětů všeho druhu, v obalové technice atd. Dnes se vyrábějí plasty se specifickými vlastnostmi podle požadavků nejrůznějších hospodářských oblastí. Spotřeba plastů v Evropě byla v roce 2015 odhadována na 49 milionů tun [zdroj: Plastics Europe]. Nové druhy plastických hmot a technický rozvoj otevírají stále nové možnosti využití plastů ve všech oblastech lidské činnosti.

### **4.6.1 Multi-modální polymery pro výrobu moderních obalových materiálů.**

Jedním z trendů vývoje plastů jsou kaskádové polymerační technologie pro přípravu multi-modálních polymerů (PE, PP) pro výrobu moderních obalových materiálů. Tyto pokročilé technologie (např. HOSTALEN ACP pro výrobu vysokohustotního PE) sestávají ze tří (či více) polymeračních reaktorů řazených do série. Polymerační podmínky a složení reakční směsi mohou být v každém reaktoru řízeny nezávisle, což umožní výrobu polymerů s multi-modální distribucí molekulových hmotností a s řízeným obsahem komonomeru v jednotlivých frakcích (např. nízkomolekulární homopolymer + výšemolekulární kopolymer + ultravysokomolekulární kopolymer). Vlastnosti polymeru tak lze nastavit „na míru“ konkrétní aplikaci. Tyto polymery vykazují vyváženou kombinaci tuhosti, houževnatosti, zvýšené odolnosti proti korozi za napětí a zlepšené zpracovatelnosti, tedy vlastností, kterých nelze v optimální míře dosáhnout jednostupňovou polymerací. Použití těchto polymerů rovněž znamená úsporu hmotnosti výrobku (tenčí stěna) a zkrácení zpracovatelského cyklu. V případě multimodální technologie pro výrobu izotaktického PP (např. proces BORSTAR 2G) mohou být vyrobeny polymery nejen s optimálně vyváženými zpracovatelskými a mechanickými vlastnostmi, ale i dalšími výjimečnými vlastnostmi – extrémní čistotou (velmi nízký obsah

katalytických zbytků), vynikající transparentností, měkkostí a dobrou pevností svarů i po sterilizaci (zdravotnictví - náhrada měkčeného PVC).

#### 4.6.2 Oxo-degradovatelné plasty

Velká pozornost je věnována biodegradabilním polymerům. Jedná se např. o biodegradovatelné fólie. Jejich přednost je v synergickém efektu. Zpracovatelnost a univerzálnost plastů se snoubí s biologickým původem, recyklovatelností a biodegradabilitou částečně obdobnou papíru. Pro jejich využití v produkci obalů jsou příznivé jak možné obnovitelné zdroje, tak i skutečnost, že potenciální odpad nezpůsobí dlouhodobé ekologické problémy. V analýze z pohledu trvale udržitelného rozvoje jsou favorizovaným materiálem. Stále ještě platí, že cesta od biologického materiálu k biodegradovatelné fólii není cestou přímou a uprostřed cyklu zůstávají energeticky a materiálově náročné technologické postupy. Paradoxní je, že zatímco se producenti materiálů snaží chovat ekologicky a ekonomicky, určitá část zákazníků podporuje opačné trendy. Výrobci obalů jsou pak nuceni přijímat kompromisní rozhodnutí, jak jejich očekávání naplnit. Jedním z negativních důsledků jsou kompozitní materiály. Jsou atraktivní, multifunkční a oblíbené. Pro recyklaci však představují závažný problém. Vzniká obvykle nerecyklovatelný odpad, který se musí buď spalovat, nebo ukládat v deponiích. Změna technologie znamená pro výrobce určité investice a pár let času. Pro životní prostředí mohou být bohužel důsledky dlouhodobé a nevratné.

Biologicky rozložitelné plasty na bázi obnovitelných přírodních zdrojů (škrob, celulóza, kyselina mléčná atd.) jsou odborné veřejnosti dostatečně známé. Počáteční euforie po jejich zavedení v průmyslovém měřítku (viz DOW/Cargill JV, BASF, atd.) podporovaná do značné míry zelenou legislativou vyspělých zemí postupně opadá a již dnes se ukazují i slabá místa koncepce masové výroby založené na obnovitelných přírodních zdrojích.

Oxo-degradovatelné plasty mohou vyhovět požadavku na biodegradovatelnost plastového výrobku, aniž by bylo nezbytné vytvářet novou polymerní strukturu jako náhradu dosavadně používaných polymerů. Vzhledem k tomu, že problematika bioakceptovatelnosti je orientována především do segmentu obalových materiálů, jedná se především o polyolefiny a ještě specifičtěji o LDPE, LLDPE ev. HDPE. Princip fungování oxo-degradovatelného polyolefinu je následující: Standardně stabilizovaný komerční materiál je nadopován sloučeninami (obvykle formou masterbatche) se silným pro-oxidačním účinkem, který se spustí v momentě, kdy dojde ke spotřebování původního stabilizačního systému. Princip je to zdánlivě jednoduchý a logický. Know-how však spočívá ve výběru pro-oxidantu (musí přežít zpracovatelskou fázi) a vybalancování rovnováhy antioxidant/pro-oxidant, která určuje servisní dobu života výrobku. Opticky se sice takto vyrobený obal rozloží, avšak použité těžké kovy a zbytky rozloženého polymeru příliš ekologické nejsou. Navíc tyto typy plastů působí při smíchání s klasickými plasty v rámci mechanických recyklací destruktivně. Řešení by mělo být zaměřeno na vývoj nových typů přísad neškodných životnímu prostředí.

#### 4.6.3 Plasty se sníženou hořlavostí

Masovou aplikaci hořlavých polymerních materiálů (PE, PP, PS a další) doprovází snaha zvýšit požární bezpečnost používaných plastů především v místech, kde dochází k shromažďování většího počtu lidí. Evropská legislativa vyvíjí tlak na výrobce plastů ve smyslu přechodu na typy retardérů hoření, které zaručují vyšší bezpečnost plastů během požárů. Vedle legislativních kroků, vydávání směrnic a nařízení vlád vznikají nové evropské normy, které reflektují tyto důrazné požadavky na vyšší požární bezpečnost používaných materiálů. Jako příklad lze uvést

novou evropskou stavební normu ČSN EN 13501-1, která by měla nahradit v současné době používané národní normy. Hodnocení hořlavosti materiálů podle nových norem se provádí metodami, které se poměrně značně liší od stávajících testů. Nové normy zohledňují konečnou aplikaci výrobku, tzn. tvar, rozměry a četnost výskytu na určitou plochu při konečné aplikaci v praxi. Dále jsou tyto normy zaměřeny na sledování parametrů, které popisují proces hoření a které ovlivňují chování materiálů během požáru.

Úlohou retardérů hoření je zpomalit proces hoření a nebo jej úplně přerušit. Retardace hoření může probíhat v plynné a v kondenzované fázi a to buď fyzikální retardací (odvod tepla, ochranná vrstva) a nebo chemickou retardací (zabránění vzniku volných radikálů). Dále rozdělujeme retardéry podle svého chemického složení na

- halogen obsahující a
- bezhalogenové (HFFR - halogen-free flame retardants).

První skupinu tvoří především látky obsahující bróm a nebo chlór. Druhou skupinu tvoří hydroxidy  $[Mg(OH)_2, Al(OH)_3]$ , jejichž rozšíření je největší, dále pak sloučeniny na bázi fosforu, dusíku, zinkboráty. V literatuře je popisovaná rovněž synergie hydroxidu hořečnatého a nanomateriálů.

Součástí výstupní klasifikace udávající stupeň hořlavosti je i index popisující tvorbu dýmu v průběhu hoření, což je zřetelný tlak na přechod od halogen obsahujících látek na HFFR materiály i přes jejich ekonomickou a zpracovatelskou nevýhodnost (pro snížení hořlavosti je nutné zapracovat do polymerní matrice relativně velké množství HFFR - řádově desítky procent).

Zcela specifický je požadavek na sníženou hořlavost a současně zvýšenou UV-stabilitu (např. u PP matrice) pro aplikace plastů ve venkovním prostředí (např. stadiónová sedátka). Důvodem jsou vzájemné interakce mezi halogenovanými retardéry hoření a UV-stabilizátory typu HALS (hindered amine light stabilizers). Tyto interakce jsou založeny na současném působení několika faktorů: UV záření, kyselé prostředí, basicita HALS apod. Působením UV-záření dochází k fotoreduktivní dehalogenaci retardéru za současného uvolňování halogenovodíku (HBr, HCl), který vzhledem ke své kyselé povaze reaguje s basicitou aminovou funkcí HALS. Konečným produktem je amoniaková sůl HALS (bromid, chlorid). Takto modifikovaný HALS je z hlediska UV-stabilizace neúčinný. V konečném důsledku je tak ochrana polymerní matrice proti degradaci snížena nebo zcela potlačena.

Možných technologií pro výrobu plastových dílů je celá řada. Další rozvoj se bude orientovat na speciální typy a na různé kompozity (nanokompozity, plněné směsi, vodivé kompozity apod.). U polymerních směsí jsou zaznamenány vývojové trendy u následujících kombinací: PS/PE, PS/PP, PS/PETF, PS/Silicon, PS/PC a PS/TPE.

V oboru polyolefiny jsme zaznamenali trendy:

- a) pro napěňovací technologie (uhlovod., nověji  $N_2, CO_2$ ), aplikace využívající lehčené /napěňované PE, PP (z 950 g/l až na cca 20 g/l), obalové rohože, krycí folie, tvarovky, výplně (např. auta),
- b) použitím metallocenových katalyzátorů pro nastavení požadovaných vlastností,
- c) kopolymery hexen, okten, terpolymery, norbornen. typu s použitím metallocenových katalyzátorů.

Eviduje se rostoucí poptávka po zařízeních, jako jsou vícedutinové a neurologické katetry, které vyžadují velmi tenké stěny a inovační design. Zaznamenáváme nárůst začínajících firem v oboru lékařských trubic, způsobený pokrokem v materiálové sféře a požadavky na méně invazivní zákroky. K tomu všemu se přidaly inovační metody k začlenění biologických činidel

do trubic. Pro výrobu lékařských hadiček se používají hlavně PVC a TPE (termoplastické elastomery), olefiny (PP a PE), uretany, polyamidy (PA), fluoropolymery (FEP a PTFE) a silikon. Silikonové trubičky se používají např. pro peristaltická čerpadla, chirurgické drenáže, katetry a intravenózní dodávku léků.

Budovy celosvětově spotřebovávají 40 % energie a produkují více než třetinu skleníkových plynů. Úsilí o udržitelné budovy vede k realizaci zateplování aplikací izolantů. Tento segment trhu má zaznamenat do roku 2022 průměrný roční růst 8,2 %. Týká se EPS, XPS, PUR, PE, PP a PVC. Evropský trh všech izolantů představoval v roce 2014 celkem 234 mil.m<sup>3</sup> (7,4 mil. tun) z toho se podílely plasty ze 42 %.

Stavebnictví, zejména budovy, spotřebovávají jednu pětinu z aplikovaných plastů. V období 1979 – 2007 došlo k růstu celosvětové spotřeby plastů o 31,2 %. Ve stejném období došlo ke snížení počtu úmrtí při požárech budov o 64 % v západní Evropě a o 66 % ve východní Evropě. Preventivní opatření při výstavbě a rekonstrukci budov z hlediska požárního nebezpečí jsou tedy účinná, i když podíl plastových aplikací v izolacích budov roste.

K dosažení nehořlavosti plastů je nutné dávkovat více než 10 % retardérů hoření plus další synergické látky. Pro EPS aplikace ve stavebnictví jsou tyto koncentrace retardéru nemožné a je proto požadována klasifikace izolačních stavebních výrobků dle ČSN EN 13 501-2, třída reakce na oheň E.

Výrobci suroviny - zpěňovatelného PS – používaly k retardaci bromovaná zhasedla typu hexabromcyklododekan (HBCDD) v koncentraci do 0,7 % a produkt nazývají jako samozhášivý, tj. po odstranění plamene dojde k ukončení hoření. Takovýto materiál je resistantní proti malým zdrojům hoření (do 25 KW/m<sup>2</sup>). Při zdroji hoření nad 50 KW/m<sup>2</sup> není rozdíl v chování EPS s retardérem a bez retardéru. EPS bez retardéru hoření má dle výše uvedené normy třídu reakce na oheň F. Tyto produkty mají omezené aplikace při izolacích budov, dané článkem 3.1.3 ČSN EN 73 0810.

Koncem minulého století se v ČR rozšířily aplikace EPS v izolacích budov, byly aplikovány systémy vnějšího kontaktního systému ETICS z Německa, resp. Rakouska, které vyžadovaly EPS třídy E, resp. dle DIN 4102-1, B1. Kaučuk zahájil výrobu Koplenu F s nejpoužívanějším retardérem hoření hexabromcyklododekanem – HBCDD.

Evropská chemická agentura vyhlásila 14. 1. 2009 veřejnou konzultaci k seznamu 7 prioritních látek pro kandidátskou listinu látek SVHC (látky vyvolávající velmi vysoké obavy) dle přílohy XIV REACH. Mezi tyto látky byl zařazen i retardér hoření HBCDD. Jedná se o jeden ze 70 druhů bromovaných zhasedel.

Dne 17.2.2011 schválila ECHA zařazení HBCDD do přílohy XIV s tím, že do 21. 8. 2015 musí být ukončena autorizace. Ta povolila výjimku k používání HBCDD do roku 2017.

HBCDD se průmyslově užívá od roku 1960 a v roce 2006 se spotřebovalo na světě 22 tis. tun HBCDD, z toho v EU 11,6 tis. tun, z toho 5,3 tis. tun pro retardaci EPS.

Na květnovém zasedání komise členských států Stockholmské úmluvy v roce 2013 došlo ke shodě o zařazení HBCDD do přílohy 1, tj. k celosvětovému seznamu dosud zakázaných 22 látek pro jejich persistentní vlastnosti (POP). Tento zákaz platí od listopadu 2014 s tím, že závěry z toho zasedání musí do roka ratifikovat 179 států světa. Bylo schváleno pětileté přechodné období, tj. do roku 2019, pro možné používání HBCDD pro retardaci EPS a XPS pouze pro aplikace v budovách. Podotýkám, že pro retardaci XPS desek se používá trojnásobné množství HBCDD.

Evropská komise požádala za členské státy EU o odklad ratifikace do srpna 2015, kdy chce rozhodnout o autorizaci HBCDD. Obecně platí, že autorizace neznamená zákaz používání, ale

přesně určené podmínky pro aplikaci za současného dodržení předepsaných povinností k minimalizaci rizik. Výroba a používání autorizovaných látek je časově omezené a podmíněné opatřeními na minimalizaci rizik.

V lednu 2014 zveřejnila Evropská chemická agentura návrh stanoviska ohledně oprávnění pro pokračování používání HBCDD pro následné rozhodnutí Evropské komise. Oproti výše uvedené možnosti používat HBCDD ve stavebnictví do roku 2019 (Stockholmská úmluva) navrhuje ECHA zkrátit tuto možnost do 21. 8. 2017 s omezenými podmínkami.

Americká firma Dow, která vyrábí XPS desky, spolu s výrobcem bromovaných retardérů hoření firmou Chemtura Corporation oznamují 29. 3. 2011, že společně vyvinuly vysoce molekulární bromovaný retardér hoření Polymeric FR, který může nahradit HBCDD v XPS a EPS. Produkt je stabilní a nemá POP ani PBT vlastnosti (persistentní, bioakumulativní a toxický) a ani jako polymerní produkt nepodléhá REACH.

Od 1. 10. 2015 nejsou členy Sdružení EPS ČR dodávány na trh EPS desky s HBCDD, nýbrž pouze s novým retardérem hoření Polymeric FR.

V budoucnu lze očekávat ataky militantních ekologů proti bromovaným retardérům hoření. Problémy nastanou s likvidací EPS izolací s HBCDD, kde v důsledku zařazení HBCDD mezi POP látky, nebude možná recyklace ani skládkování. Pokusy s energetickým využitím těchto odpadů dokázaly bezproblémovou likvidaci HBCDD během spalování komunálních odpadů.

#### **4.6.4 Plasty pro dopravní prostředky**

Celosvětové úsilí o snižování emisí CO<sub>2</sub> se dotýká i dopravních prostředků. V rámci jednotlivých kontinentů jsou předepisovány přísnější limity pro spotřebu a tedy i exhalace CO<sub>2</sub> z pohonných hmot. To se projevuje ve vývoji nových, lehčích konstrukcí exteriérů a interiérů dopravních prostředků s využitím plastů. Vyvíjejí se nové aplikace komoditních plastů (PP) s přidávkou ztužujících vláken, dále aplikace inženýrských a speciálních plastů. Využití nabízení i pěnové a strukturní pěnové plasty. S ohledem na vysokou produkci automobilů v ČR je zapojení výzkumu a vývoje do procesu aplikací nových plastů i způsobu zpracování (3D tisk) velkou výzvou. Rostoucí důležitost mají způsoby spojování plastů s jinými materiály (a to nejen pro automotive).

#### **4.6.5 Význam**

Plastikářský průmysl v České republice prožívá v posledních letech nebývalý rozvoj a jeho postavení v rámci domácího zpracovatelského průmyslu neustále posiluje. Význam odvětví ještě vzrostl díky těsné vazbě na dynamicky se rozvíjející automobilový, elektrotechnický průmysl a stavebnictví. Tempo růstu výroby plastů u nás roste ročně ve vazbě na růst výroby ve výše uvedených odvětvích. Jeho perspektiva je dále posilována dobrou surovinovou základnou, širokými dodavatelskými vazbami s navazujícími průmyslovými segmenty, dosavadní nízkou spotřebou plastů na obyvatele v porovnání se zeměmi západní Evropy i rostoucí konkurenceschopností domácích výrobců díky přílivu špičkových technologií. Problém ČR je omezený sortiment z výroby plastů pouze na tzv. komoditní typy: PE, PP, PVC a PS (EPS). Některé z těchto plastů nemají šanci na další rozvoj (nízká kapacita, ekologie, zastaralost technologií) budou postupně odstavovány (např. PVC). Rozvíjet je nutno kompaundování k přípravě plastů šitých na míru a požadavky zákazníků. Takto by mělo v ČR působit cca 40 malých a středních firem.

Samostatnou kapitolou je využívání odpadních plastů v ČR. Vykazujeme, že 50% evidovaných plastových odpadů sládkujeme. Přitom 9 zemí EU již dnes sládkuje max. 1 – 3 % odpadních

plastů. Ročně zakopáváme odpadní plasty v hodnotě 10 miliard Kč. Od roku 2025 bude skládkování plastů zakázáno ve všech státech EU. Efektivní využití odpadních plastů je velkou výzvou pro výzkum a malé a střední firmy. Polymery s vyšší přidanou hodnotou se prakticky nevyrábějí a musí se dovážet, takže i při vyrovnané výrobě a spotřebě kolem 1 mil. tun plastů je obchodní bilance pasivní.

Stále více firem se snaží využívat vlastní odpadní plasty nebo dokonce nahrazovat část vstupních surovin recyklovanými materiály. Pro úspěšnou recyklaci je třeba odpadní plasty co nejlépe vytrídít. Čím čistější je odpad na vstupu do procesu, tím kvalitnější bude s největší pravděpodobností recyklát na výstupu, a tím snadnější bude jeho další využití.

Mnohostrannost plastů se odráží v jejich možnostech znovuvyužití. V zásadě jsou možné tři odlišné postupy:

- materiálová recyklace
- surovinová recyklace
- energetické využití.

Materiálová recyklace vyžaduje odpadní plasty jednoho druhu, čisté a vznikající ve velkém množství na nemnoha místech. Typické jsou odpady z výrobních nebo zpracovatelských provozů. Jejich materiálová recyklace je už dlouho úspěšná. Materiálová recyklace směsí odpadních plastů je již méně účinná. Ještě složitější se jeví materiálová recyklace heterogenních směsí odpadních plastů, z části dokonce s příměsí nebezpečných látek, s nejrůznějšími podíly jiných materiálů. Materiálová recyklace může poskytnout jen dílčí řešení, které je účelné pro maximálně 20 % odpadních plastů. Rozhodující je především schopnost trhu využít recykláty, nikoli kapacita zpracovatelských zařízení.

Postupy surovinové recyklace umožňují látkově znovu využít velká množství odpadních plastů. Za tím účelem se použité plasty štěpí na výchozí látky nebo na chemické nebo petrochemické suroviny, které lze znovu použít k výrobě nových plastů nebo jiných výrobků. Takto získané produkty nepodléhají žádným omezením použití.

Spalování odpadních plastů s energetickým využitím je nepochybně metodou, které se z ekologických a energetických hledisek nelze zříkat, zvláště když se vyskytují další podíly plastů, které nelze účelně recyklovat. K nim náležejí např. plasty, vůči kterým jsou povážlivé výhrady z hlediska pracovní hygieny nebo ochrany prostředí, nebo plasty spojené s jinými materiály (kompozity). Takovými jsou např. převážně plasty v automobilovém nebo elektroprůmyslovém odvětví. Spalování s využitím energie je pro takové plasty z hlediska ochrany životního prostředí a hospodárnosti jediným rozumným způsobem využití.

I přes přetrvávající silnou poptávku po výrobcích z plastů pociťují čeští výrobci a zpracovatelé rostoucí konkurenci na trhu. Prosadit se v tomto prostředí a udržet si trvalý růst nutí podniky zvyšovat produktivitu a adoptovat moderní inovace v oblasti výroby, nákupu, logistiky a obchodu. Součástí řešení musí být i efektivní využití plastů po skončení jejich životnosti.

#### **4.6.6 Prioritní výzkumná témata**

##### **a) Střednědobý horizont:**

- vývoj výroby moderních obalových materiálů;
- vývoj plastů pro aplikace ve stavebnictví a dopravních prostředcích;
- vývoj materiálů z obnovitelných surovin;
- vývoj plastů pro 3D tisk;
- vývoj moderních technologií zpracování plastů;
- rozvoj moderních aplikací komoditních, inženýrských a speciálních plastů
- rozvoj recyklačních technologií, včetně úsilí o nulové ztráty granulátů;

**b) Dlouhodobý horizont:**

- vývoj biodegradabilních polymerů;
- využití a příprava strukturovaných polymerů;
- vývoj polymerů se speciálními vlastnostmi (magnetické, vodivé atd.).
- výzkum využití komerčně dostupných nano-sloučenin křemíku na bázi polyhedrálních silsequioxanů (POSS) jako nosiče katalytických komponent při polymeraci styrenu a olefinů

## 5 Horizontální otázky

Sekce Horizontálních otázek (problémy společné celému plastikářskému průmyslu) je zaměřena na politické, legislativní, sociální a strukturální otázky. Přednostní oblasti odpovídají dvěma tématům: oslovení společenských zájmů spojených s novými produkty a procesy; a simulace důkazů inovace. Toto zahrnuje zhodnocení a zlepšení modelů financování pro inovace stejně jako prostředků na rozvoj příslušných dovedností ke zlepšení lidských možností, které budou podporou těchto inovací.

Přínos pro členy ČTPP a pro rozvoj českého plastikářského průmyslu bude zhruba ve čtyřech hlavních oblastech:

- 1) **Oblast informační** – souhrn informací o stavu technologií a legislativy v ČR a porovnání se stavem v EU ve vztahu k udržitelnosti oboru, informace a podklady o komerčně využitelných technologiích, pro výzkumné subjekty náměty na projekty
- 2) **Oblast finanční (věcná)** – ČTPP vytvoří vhodné prostředí pro realizaci společných projektů mezi jednotlivými členy platformy a vytváření konsorcií, které se mohou v různých programech veřejné podpory ucházet o dotace na výzkum a realizaci svých inovačních záměrů, členové ČTPP tak rozšíří své zkušenosti z řešení společných projektů s veřejnou podporou
- 3) **Oblast lidských zdrojů** – ČTPP bude mapovat záměry jednotlivých členů v oblasti využití nových technologií, zdrojů surovin a nových materiálů a bude spolupracovat se vzdělávacími institucemi při formulaci nových studijních oborů
- 4) **Neformální komunikační kanály** – poslední oblastí je vznik neformálních pracovních skupin založených na osobních kontaktech, zahrnující průřezově různé specializace, tyto vazby jsou klíčové při formulaci a řešení komplexní projektů

Pomocí těchto výstupů bude v České republice rozvíjen plastikářský průmysl, který bude navazovat na stávající výrobní aktivity, a to jak v oblasti zpracování fosilních zdrojů (ropa, zemní plyn), tak v oblasti využití biosložek jako vstupní suroviny pro výrobu plastů a nových materiálů, včetně biopolymerů.



## 6 Závěry

Podpora aplikovaného výzkumu, který by přinesl efekty v relativně kratším výhledu, je důležitá zejména z toho důvodu, že po odeznění globální recese by měly tuzemské firmy nabídnout inovativní produkty s daleko vyšší přidanou hodnotou. Jde o zásadní otázky rozvoje konkurenceschopnosti ČR. Není reálné, že by v dohledné době bylo možno dosáhnout vedoucího postavení v Evropě v řadě oborů, proto je žádoucí koncentrace lidských, materiálových a zejména finančních zdrojů. Ze SWOT analýzy CzechInvestu prezentované na kulatém stole k nanotechnologiím vyplývá, že v ČR registrujeme vzrůstající počet vědeckých ústavů, sdružení a soukromých společností, máme mezinárodně srovnatelnou úroveň základního výzkumu a nadprůměrný vědecký a osobnostní, potenciál českých malých a středních firem.

Na druhé straně byla postrádána existence národního nanotechnologického programu podporujícího aplikační výzkum a komercializaci získaných výsledků. Přetrvává nedostatečná provázanost mezi výzkumem a průmyslovými aplikacemi. V ČR je rovněž nedostatečné finanční zázemí a zkušenosti s tržní realizací větších inovačních projektů. Přes rostoucí zapojení základního výzkumu do mezinárodní spolupráce jsou minimální realizační výstupy do průmyslu ČR. Taktéž se týká i aktuálního stavu bioplastů a bio-aditiv pro plasty. Naprosto nezvládnutý je systém využití odpadních plastů po skončení jejich životnosti.

Komercializace nových materiálů vyžaduje dořešit zásadní problémy standardizace metod pro stanovení míry rizik jejich aplikací a výroby, ale také v ověřování jejich nových vlastností. Navrhujeme realizovat propagační a informační kampaň, zejména v oblasti plastů, nanomateriálů a nanotechnologií. Veřejnost by měla být informována jak o přínosech nových materiálů, tak i o cestách snižování rizik z jejich masového rozvoje. Negativní vztah veřejnosti k novým materiálům a technologiím může být značnou překážkou pro jejich rychlejší implementaci. Rychlejšímu zavádění nových materiálů do komerční praxe by významně přispěla úprava legislativy.

## 7 Seznam použitých zkratk

APC	Advanced Process Control
AV	Akademie věd
CTT	Centrum pro transfer technologií
ČTP	Česká technologická platforma
ČTPP	Česká technologická platforma PLASTY
IAP	Implementační akční plán
MSP	Malý a střední podnik
NACE	Klasifikace ekon. činností dle nařízení evrop. parlamentu a Rady č. ES 1893/2006
NERV	Národní ekonomická rada vlády
NIP	Národní inovační politika
NMR	Nukleární magnetická resonance
NP VaVaI	Národní politika výzkumu, vývoje a inovací
NTP	Národní technologické platformy
OLED	Organic Light Emitting Diode
RVVI	Rada pro výzkum, vývoj a inovace
SVA	Strategická výzkumná agenda
TP	Technologická platforma
VaV	Věda a výzkum
VaVaI	Výzkum, vývoj a inovace
VTP	Vědeckotechnický park