

# Stimuly pre výskum a vývoj

## Názov projektu:

1. Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT
2. Ochrana výstupov riešenia projektu aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT“

## Druh projektu:

1. projekt aplikovaného výskumu
2. projekt ochrany priemyselného vlastníctva

## Číslo projektu:

MŠSR-3933/2010-11

## Logo riešiteľa:



## Údaje o projekte:

### **Názvy projektov:**

1. Projekt aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov“
2. Ochrana výstupov riešenia projektu aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT“

### **Riešiteľ:**

VIPO a.s.,  
Gen. Svobodu 1069/4, 958 01 Partizánske  
vipo@vipo.sk

### **Spoluriešiteľ:**

Žilinská univerzita v Žiline  
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina  
dsjf@fstroj.uniza.sk

### **Doba riešenia:**

09/2010 – 08/20113

## **Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji:**

Realizáciou projektu sa vytvorí 45 pracovných miest vo výskume a vývoji.

### **Etapy:**

<b>P.č.</b>	<b>Názov etapy</b>	<b>Začiatok etapy</b>	<b>Koniec etapy</b>
1	Analýza procesov navíjania a jadrovania pätkových lán a automatizácie kompletizačných resp. montážnych operácií, stanovenie súboru východiskových špecifikácií podmieňujúcich riešenie strojnotechnologických zariadení vrátane rozhraní umožňujúcich prepojenie na logistické systémy potenciálneho užívateľa	09/2010	12/2010
2	Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní	11/2010	06/2011
3	Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	05/2011	03/2012
4	Analýza a optimalizácia virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	10/2011	09/2012
5	Vytvorenie virtuálnych zostáv modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich kinematicko-dynamické analýzy	07/2011	12/2012
6	Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	10/2012	03/2013
7	Testovanie funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	03/2013	08/2013
8	Stanovenie koncepcie zariadení na bezdotykové meranie kvalitatívnych parametrov pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán	01/2011	08/2011
9	Návrh riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	09/2011	12/2012
10	Zostavenie modelov a overenie funkčnosti bezdotykových meracích zariadení priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	01/2013	08/2013
11	Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí	09/2010	09/2011
12	Regresné modelovanie a optimalizácia adhézných kompozícií a gumových zmesí	09/2011	06/2013
13	Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel	09/2010	06/2012
14	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície	09/2010	06/2012
15	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie	07/2011	08/2013

### **Zodpovedný riešiteľ:**

Ing. Ján Oravec, CSc.

### **Hlavný cieľ projektu:**

Prvým cieľom projektu je získať poznatky umožňujúce do procesu tvorby konštrukcie a riadenia strojov implementovať moderné metódy počítačového modelovania, metódy konečných prvkov, rýchlej tvorby prototypu, reverzného inžinierstva, simulácií, kinematických a dynamických analýz a hodnotovej analýzy, čo prispeje k zníženiu stupňa empirie v konštrukčných činnostiach a umožní stavbu strojnotechnologických zariadení špičkovej technickej úrovne s prepojením na logistické aspekty ich používania a moderné systémy kontroly kvality. Získané poznatky budú verifikované na konštrukčných riešeniach rozhodujúcich modulov vybraných zariadení pre pneumatikársky priemysel a systémov na výkon pracovných, montážnych

a manipulačných operácií, kde sa javí najväčší priestor pre aplikáciu vo výrobných podnikoch a následné komerčné využitie.

Druhým cieľom projektu je získanie poznatkov z oblasti využitia exaktných metód, hlavne metódy plánovaných experimentov a matematickej optimalizácie pri formulovaní chemických prípravkov skladajúcich sa z viacerých komponentov, pričom získané poznatky budú verifikované na adhézných kompozíciách rôznych typov. Uvedené metódy využijú pri formulácii prípravkov na vodnej báze, nahrádzajúcich prípravky obsahujúce organické rozpúšťadlá najmä v gumárenskej výrobe a tiež pri formulácii nových chemických prípravkov, napr. na tlak citlivých lepidiel. V oblasti výskumu kožných polymérov bude cieľom riešenia získanie poznatkov o aplikačných možnostiach kožných polymérov v oblasti adhezív, okrem iného o využití termoplastického kolagénu ako komponentu tavných lepidiel a v kozmetických a podobných aplikáciách.

### **Popis čiastkových cieľov projektu:**

<b>Názov etapy riešenia</b>		<b>Ciele riešenia</b>
1	Analýza procesov navíjania a jadrovania pätkových lán a automatizácie kompletizačných resp. montážnych operácií, stanovenie súboru východiskových špecifikácií podmieňujúcich riešenie strojnotechnologických zariadení vrátane rozhraní umožňujúcich prepojenie na logistické systémy potenciálneho užívateľa	Stanovenie východiskových špecifikácií pre zadanie riešenia súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií
2	Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní	Vypracovanie ideových riešení modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií, vrátane prepojujúcich rozhraní
3	Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov vrátane prepojujúcich rozhraní	Zostavenie virtuálnych modelov modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov vrátane prepojujúcich rozhraní
4	Analýza a optimalizácia virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Získanie dát pre zhodnotenie konštrukčných riešení virtuálnych modelov modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán, prepojujúcich rozhraní a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich optimalizácia vzhľadom k zvoleným parametrom
5	Vytvorenie virtuálnych zostáv modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich kinematicko-dynamické analýzy	Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení do zostáv a overenie vhodnosti použitých konštrukčných riešení pomocou kinematicko-dynamických analýz
6	Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení umožňujúcich testovanie ich funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov

7	Testovanie funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Overenie funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov
8	Stanovenie koncepcie zariadení na bezdotykové meranie kvalitatívnych parametrov pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán	Stanovenie koncepčného riešenia zariadení na bezdotykové meranie rozmerov a geometrie polotovarov pre výrobu automobilových plášťov, hlavne pätkových lán a jadrových profilov
9	Návrh riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	Stanovenie konštrukčného riešenia zariadení na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkových lán a jadrových profilov
10	Zostavenie modelov a overenie funkčnosti bezdotykových meracích zariadení priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	Zostavenie modelov zariadení na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkových lán a jadrových profilov a overenie ich funkčnosti
11	Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí	Charakterizácia skúmaných chemických systémov, stanovenie faktorov a závislých premenných, stanovenie druhu plánovaných experimentov
12	Regresné modelovanie a optimalizácia adhézných kompozícií a gumových zmesí	Stanovenie faktorov významne ovplyvňujúce sledované charakteristiky skúmaných chemických systémov, stanovenie závislostí medzi faktormi experimentov a sledovanými charakteristikami skúmaných systémov, optimalizácia skúmaných systémov vzhľadom k zvoleným charakteristikám
13	Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel	Charakterizácia skúmaných chemických prípravkov z hľadiska komponentného zloženia a požadovaných aplikačných vlastností, príprava a realizácia plánovaných experimentov, regresné modelovanie chemických systémov, optimalizácia chemických systémov
14	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície	Formulácia a optimalizácia technológie prípravy zložiek adhézných kompozícií na báze kožných bielkovín pre použitie v tavných a polykondenzačných lepidlách
15	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie	Formulácia a optimalizácia technológie prípravy zložiek kozmetických a podobných prípravkov hlavne na báze mikroemulzií a lipozómov

**Financie (EUR):**

Rok	Položka	Projekt aplikovaného výskumu	Projekt ochrany priemyselného vlastníctva	Celkom
2010	Celkom	302 514	550	303 064
	Vlastné	75 629	550	76 179
	Dotácia	226 885	0	226 885
	Podiel vlastných prostriedkov	25.00%	100.00%	25.14%
2011	Celkom	795 085	2 200	797 285
	Vlastné	198 772	2 200	200 972
	Dotácia	596 313	0	596 313
	Podiel vlastných prostriedkov	25.00%	100.00%	25.21%
2012	Celkom	775 757	12 000	787 757
	Vlastné	193 940	12 000	205 940
	Dotácia	581 817	0	581 817
	Podiel vlastných prostriedkov	25.00%	100.00%	26.14%
2013	Celkom	629 196	15 250	644 446
	Vlastné	157 299	15 250	172 549
	Dotácia	471 897	0	471 897
	Podiel vlastných prostriedkov	25.00%	100.00%	26.77%
Spolu	Celkom	2 502 552	30 000	2 532 552
	Vlastné	625 640	30 000	655 640
	Dotácia	1 876 912	0	1 876 912
	Podiel vlastných prostriedkov	25.00%	100.00%	25.89%

**Rozdelenie financií medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:**

Subjekt	Celkom	Vlastné prostriedky	Dotácia
VIPO a.s.	2 104 812	526 205	1 578 607
Žilinská univerzita	397 740	99 435	298 305
Spolu	2 502 552	625 640	1 876 912

**Typy projektov:**

1. Projekt aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT“, začiatok 09/2010, koniec 08/2013
2. Projekt ochrany práv priemyselného vlastníctva k výstupom získaným riešením projektu aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov“ v Slovenskej republike alebo v zahraničí formou patentovej ochrany alebo inými formami ochrany práv priemyselného vlastníctva, začiatok 09/2010, koniec 08/2013

## Plánované výstupy riešenia:

### 1. Projekt aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT“

Názov etapy riešenia		Plánované výstupy riešenia
1	Analyza procesov navíjania a jadrovania pätkových lán a automatizácie kompletizačných resp. montážnych operácií, stanovenie súboru východiskových špecifikácií podmieňujúcich riešenie strojnotechnologických zariadení vrátane rozhraní umožňujúcich prepojenie na logistické systémy potenciálneho užívateľa	Východiskové špecifikácie pre zadanie riešenia súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií predstavujúci: a) zariadenia na navíjanie 1 – 6 jednodrôtových pätkových lán b) integrované pracoviská na navíjanie a jadrovanie pätkových lán c) zariadenia na výrobu špirálovito vinutých pätkových lán d) prepojovacie rozhranie automatizovaného integrovaného pracoviska na navíjanie a jadrovanie pätkových lán s logistickým systémom výrobného závodu e) automatizované pracovisko na kompletizáciu komponentov v automobilovom a elektrotechnickom priemysle
2	Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní	Ideové riešenia modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní; 1 odborná publikácia
3	Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov vrátane prepojujúcich rozhraní	Virtuálne modely modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon kompletizačných resp. montážnych operácií; 1 odborná publikácia
4	Analyza a optimalizácia virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Optimalizované virtuálne modely modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon kompletizačných resp. montážnych operácií; 1 odborná publikácia
5	Vytvorenie virtuálnych zostáv modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich kinematicko-dynamické analýzy	Virtuálne zostavy modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon kompletizačných resp. montážnych operácií
6	Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Fyzické modely modulov súboru zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon kompletizačných resp. montážnych operácií; 2 odborné publikácie; 1 CC publikácia

7	Testovanie funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov	Súbor dát o reálnej funkčnosti a výkonových možnostiach zariadení, ktoré boli predmetom riešenia
8	Stanovenie koncepcie zariadení na bezdotykové meranie kvalitatívnych parametrov pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán	Koncepčné riešenie zariadení na bezdotykové meranie rozmerov a geometrie polotovarov pre výrobu automobilových plášťov, hlavne pätkových lán a jadrových profilov
9	Návrh riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	Konštrukčné riešenia zariadení na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkových lán a jadrových profilov
10	Zostavenie modelov a overenie funkčnosti bezdotykových meracích zariadení priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu	Model zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkových lán, model zariadenia na meranie rozmerov a geometrie jadrových profilov, dáta o spôsobilosti meracích zariadení na projektované účely; 1 odborná publikácia
11	Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí	Prípravené plánované experimenty na skúmanie vybraných chemických systémov
12	Regresné modelovanie a optimalizácia adhézných kompozícií a gumových zmesí	Kvantitatívne modely závislostí medzi faktormi a zvolenými charakteristikami skúmaných chemických systémov, optimalizovaná receptúra jednozložkového polyuretánového vodou riediteľného disperzného lepidla pre 3D lamináciu v nábytkárskom priemysle; 2 odborné publikácie; 1 CC publikácia
13	Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel	Kvantitatívne modely závislostí medzi zložením a funkčnými vlastnosťami vodou riediteľných polymérnych systémov umožňujúce zjednodušenie formulácie príslušných prípravkov z ekvivalentných komponentov; 1 odborná publikácia
14	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície	Optimalizovaná technológia prípravy aditíva na báze kožných bielkovín pre tavné lepidlá na báze termoplastického kolagénu, optimalizovaná technológia prípravy dvoch typov aditív na báze kožných bielkovín pre polykondenzačné lepidlá; 1 odborná publikácia
15	Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie	Optimalizovaná technológia prípravy troch typov aditíva kozmetických resp. podobných prípravkov na báze mikroemulzií a lipozómov; 1 odborná publikácia; 1 CC publikácia

## 2. Projekt ochrany práv priemyselného vlastníctva k výstupom získaným riešením projektu aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov – MANUSMAT“

Názov etapy riešenia		Plánované výstupy riešenia	
1	Ochrana výstupov riešenia projektu aplikovaného výskumu „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov - MANUSMAT“	– úžitkové vzory:	5 tuzemských 2 zahraničné
		– patenty:	3 tuzemské. 2 zahraničné

### Prípadný dopyt po výstupoch / využitie výsledkov

Projekt „Aplikácia znalostných postupov pri navrhovaní výrobných systémov a materiálov - MANUSMAT“ je orientovaný na získanie riešení, ktoré budú základom pre vývoj trhovo realizovaných produktov. Realizátorom riešenia bude predovšetkým nositeľ projektu, ktorý bude výsledky riešenia realizovať vlastnou výrobou.

### Hlavné realizované výsledky za rok 2010:

Riešenie projektu začalo v septembri 2010. V súlade s podmienkami poskytnutia stimulov pre výskum a vývoj bola vo VIPO a.s. v lehote dvoch mesiacov od doručenia rozhodnutia o poskytnutí stimulov pre výskum a vývoj vytvorená nová organizačná zložka „Pracovisko výskumu a vývoja“ začlenená v organizačnej štruktúre ako „Odbor výskumu a vývoja“.

V novo vytvorenom odbore výskumu a vývoja bolo vytvorených 24 pracovných miest výskumu a vývoja v oblasti výrobné stroje a zariadenia a 21 nových pracovných miest výskumu a vývoja v oblasti technológia makromolekulových látok.

Vlastné riešenie projektu začalo etapami:

1. Analýza procesov navíjania a jadrovania pätkových lán a automatizácie kompletizačných resp. montážnych operácií, stanovenie súboru východiskových špecifikácií podmieňujúcich riešenie strojnotechnologických zariadení vrátane rozhraní umožňujúcich prepojenie na logistické systémy potenciálneho užívateľa
2. Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní
11. Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí
13. Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel
14. Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície

V roku 2010 bola ukončená etapa č. 1 „Analýza procesov navíjania a jadrovania pätkových lán a automatizácie kompletizačných resp. montážnych operácií ...“, v rámci ktorej boli vypracované špecifikácie pre zadanie riešenia týchto zariadení:

- a. zariadenia na automatické navíjanie jedného až šiestich jednodrôtových pätkových lán modulového typu pozostávajúceho z odvíjacích staníc drôtu s elektrickým riadením brzdného momentu, stanice predohrevu drôtu s využitím indukčného ohrevu drôtu, extrúdera na pogumovanie drôtu, stanice odťahu a chladenia pogumovaného drôtu, navíjacej stanice



pätkových lán s modulárnym usporiadaním pre výrobu jedného až šiestich lán, odoberacieho manipulátora vyrobených lán; elektrickej výbavy uvedenej linky vrátane hardvérového a softvérového riešenia

- b. integrovaného pracoviska na navíjanie a jadrovanie pätkových lán pozostávajúceho zo samostatných automatických liniek na výrobu pätkového lana a zo samostatnej automatickej linky na jadrovanie pätkových lán, ktoré sú prepojené manipulačným zariadením typu trojosého manipulátora alebo alternatívne podľa veľkosti vyrábaného lana a projekčného usporiadania robotom na prekladanie lán z navíjacej linky do aplikátora jadrového profilu. Pre úplnú automatizáciu procesu je na výstupe z integrovaného pracoviska navrhnutý robot na odkladanie hotových výrobkov do zásobníkov.
- c. zariadenia na výrobu špirálovito vinutých pätkových lán pozostávajúceho z odvíjacieho zariadenia jadrového drôtu, deliaceho, skružovacieho a zvracieho zariadenia jadrového drôtu, zariadenia na ovíjanie skruženého jadrového drôtu a z manipulačného a bezpečnostného systému
- d. prepojovacieho rozhrania automatizovaného integrovaného pracoviska na navíjanie a jadrovanie pätkových lán s logistickým systémom výrobného závodu pozostávajúceho z manipulačných zariadení pre ukladanie hotových výrobkov – ojadrovaných lán – do zásobníkov vhodných pre automatické odoberanie lán v konfekčných zariadeniach na výrobu pneumatík.
- e. automatizované pracovisko na kompletizáciu komponentov v automobilovom a elektrotechnickom priemysle pozostávajúceho z robotického pracoviska automaticky nanášajúceho lepidlo po stanovenej dráhe, z automatického pracoviska na montážne a vysokonárodné kontrolné operácie kvality pokovených vrstiev pri výrobe svietidiel pre automobilový priemysel.

V rámci riešenia etapy č. 2 „Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní“ boli vypracované ideové riešenia odvíjacích staníc drôtu s elektrickým riadením brzdného momentu, stanice predohrevu drôtu s využitím indukčného ohrevu drôtu, automatizovaného pracoviska na kompletizáciu komponentov v automobilovom a elektrotechnickom priemysle pozostávajúceho z robotického pracoviska automaticky nanášajúceho lepidlo po stanovenej dráhe.

Predmetom riešenia etapy č. 11 „Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí“ bol výber adhéznej kompozície, ktorá sa použije na získanie dát pre prípravu plánovaného experimentu. Ako východisková kompozícia bol použitý vulkanizačný cement č. 311 používaný pri výrobe automobilových plášťov. V rámci riešenia sa vykonalo stanovenie vybraných výstupných veličín, z ktorých bol zostavený súbor limitných parametrov optimalizovanej kompozície. Následne sa zostavil súbor pravdepodobne najvýznamnejších faktorov ovplyvňujúcich variabilitu sledovaných výstupných charakteristík, na základe ktorého sa začala príprava vlastných plánovaných experimentov zostavením základného experimentu s dvomi úrovňami a šiestimi faktormi.

Pri riešení etapy č. 13 „Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel“ sa vykonala charakterizácia skúmaných chemických prípravkov z hľadiska komponentného zloženia a aplikačných vlastností, vykonal sa prieskum v oblasti vhodných typov polymérnych disperzií, vulkanizačných systémov, adhéziu a kohéziu ovplyvňujúcich činidiel a metodík na hodnotenie adhézných vlastností. Vypracovali sa receptúry elastomérnych zmesí

vhodných pre laboratórne experimenty a vykonal sa výber laboratórnych metodík na stanovenie zvolených parametrov adhézných spojov.

Riešenie etapy č. 14 „Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície“ bolo zamerané na definovanie požiadaviek na kvalitatívne parametre surovín z technického hľadiska, čo podmienilo výber možných zdrojov vstupných materiálov. Na aplikácie v lepidlách na báze močoviny a formaldehydu resp. fenolu a formaldehydu pre drevospracujúci priemysel boli zvolené vláknité živočíšne bielkoviny. V ďalšej časti bolo riešenie zamerané na technologické postupy prípravy bielkovinových materiálov vo forme koloidných roztokov. Pôsobením kyslého resp. alkalického prostredia alebo pôsobením enzýmov sa čiastočne narušila pôvodná štruktúra vláknitej bielkoviny a získali sa produkty pre použitie v rôznych typoch močovino - formaldehydových resp. fenol - formaldehydových lepidiel. Produkt získaný rozkladom vláknitej bielkoviny v kyslom prostredí sa ďalej upravoval činidlami skracujúcimi dĺžku reťazcov bielkovinovej molekuly, látkou brániacou viazaniu vody a látkami umožňujúcimi sieťovanie molekulových reťazcov bielkoviny. So získanými produktmi sa vykonal testy schopnosti znižovať emisie formaldehydu, ktoré ukázali pokles emisií formaldehydu z lepidiel pripravených s prísadou vyvinutého produktu.

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva prijímateľ v spolupráci s odbornou poradenskou firmou vykonal analýzu súčasného stavu ochrany duševného vlastníctva firmy a začal proces vypracovania stratégie ochrany komerčne využiteľných výstupov riešenia vhodnými nástrojmi ochrany práv priemyselného vlastníctva s cieľom optimalizácie nákladov na ochranu a efektívnosť účinku zvolených foriem ochrany.

## **Hlavné realizované výsledky za rok 2011:**

### **Projekt aplikovaného výskumu**

V roku 2011 prebiehalo riešenie jedenástich etáp projektu aplikovaného výskumu v týchto tematických oblastiach:

#### ***a) Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií***

Etapa č. 2: Rozpracovanie východiskových špecifikácií do ideových riešení rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych operácií vrátane prepojujúcich rozhraní

Etapa č. 3: Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

Etapa č. 4: Analýza a optimalizácia virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

Etapa č. 5: Vytvorenie virtuálnych zostáv modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich kinematicko-dynamické analýzy

#### ***b) Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov***

Etapa č. 8: Stanovenie koncepcie zariadení na bezdotykové meranie kvalitatívnych parametrov pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán

Etapa č. 9: Návrh riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu

**c) Adhézne a elastomérne materiály**

Etapa č. 11: Metodologická príprava experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí

Etapa č. 12: Regresné modelovanie a optimalizácia adhézných kompozícií a gumových zmesí

Etapa č. 13: Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel

**d) Materiály na báze kožných bielkovín**

Etapa č. 14: Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície

Etapa č. 15: Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie

**Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií**

V roku 2011 bola ukončená etapa rozpracovávania operácií východiskových špecifikácií modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných resp. montážnych do ideových riešení. Boli vypracované ideové riešenia týchto zariadení:

- manipulačného systému a umiestnenia cievky s drôtom v odvíjacej stanici drôtu pre linku na výrobu pätkových lán
- modulovej stanice odťahu drôtu z odvíjacej stanice s integrovaným zásobníkom drôtu pre linku na výrobu pätkových lán
- modulovej navíjacej stanice drôtu pre linku na výrobu pätkových lán
- trojosého automatického manipulačného zariadenia pre manipulovanie pätkových lán
- robotizovaného pracoviska na manipuláciu s pätkovými lanami
- zariadenia pre automatické ukladanie jadrového profilu na pätkové lano
- zariadenia na výrobu špeciálnych špirálovito vinutých pätkových lán

Návrh manipulačného systému a umiestnenia cievky s drôtom v odvíjacej stanici drôtu pre linku na výrobu pätkových lán bol vypracovaný vo variante s pneumatickým vakom, s externým zdvíhacím zariadením cievky a so zdvíhacím zariadením koncipovaným ako súčasť odvíjacej stanice.

Modulová stanica odťahu drôtu z odvíjacej stanice s integrovaným zásobníkom drôtu pre linku na výrobu pätkových lán udržiava konštantný ťah v drôte v priebehu všetkých fáz navíjacieho cyklu a zároveň funguje ako zásobník pogumovaného drôtu vyrovnávajúci kolísanie odberu drôtu počas navíjania, čo je dôležité pre dosiahnutie stabilnej kvality pogumovania drôtu. Integrácia odťahovej stanice a zásobníka drôtu umožňuje podstatne redukovať rozmery troj- a viacnásobných navíjacích liniek a zjednodušiť obsluhu linky.

Modulová navíjacia stanica drôtu je koncipovaná pre troj- a viacnásobné navíjacie linky pätkových lán. Navrhnuté riešenie sa okrem iného vyznačuje segmentovým riešením formy,

zdokonalenou konštrukciou zámku drôtu a odstrihu drôtu a zjednodušením nastavovacích operácií.

Trojosé automatické manipulačné zariadenie pre manipulovanie pätkových lán je určené na prenos pätkového lana z odoberacieho manipulátora navíjacej linky do vstupného miesta automatickej jadrovacej linky a súčasne slúži ako zásobník lán kompenzujúci prestoje navíjacej alebo jadrovacej linky.

Robotizovaný systém na manipuláciu s pätkovými lanami je určený na obsluhu integrovaných pracovísk na prípravu kompletov lano – jadro. Vlastnú manipuláciu s lanami vykonáva robot, ktorý je schopný pracovať i s lanami s vysokou hmotnosťou, kde je ručná manipulácia nemožná. Robotizovaný manipulačný systém plní tiež funkciu zásobníka kompenzujúceho rozdiely v trvaní pracovných cyklov jednotlivých zariadení integrovaného pracoviska.

Zariadenie pre automatické ukladanie jadrového profilu na pätkové lano je určené na jadrovanie pätkových lán pre nákladné plášte. Zariadenie je koncipované ako plne automatické a hlavným prínosom riešenia je, že na spájanie koncov jadrového profilu sa nevyžaduje zásah obsluhy.

Zariadenie na výrobu špeciálnych špirálovito vinutých pätkových lán je určené na vytváranie obalu jadra, ktoré predstavuje na koncoch zavarený zakružený drôt, ovíjaním obalového drôtu okolo jadra. Zariadenie bolo rozpracované v troch variantoch líšiacich sa kinematickým usporiadaním, systémom pohonu a riešením zásobovania obalovým drôtom.

Uvedené ideové riešenia boli v nasledujúcich etapách riešenia rozpracované do virtuálnych modelov a virtuálnych zostáv.

V rámci analýz a optimalizácií virtuálnych modelov bola vypracovaná pevnostná analýza hriadeľov pre odvíjacie stanice drôtu s parametrom hmotnosti cievky 800 kg, na základe ktorej sa optimalizovala celá konštrukčná skupina uloženia hriadeľa odvíjacej stanice. Ďalej bola vykonaná analýza výrobných testov na zariadení na súčasné navíjanie štyroch resp. piatich pravouhlých pätkových lán realizovaných v závode Continental France SNC v Sarreguemines (Francúzsko) v roku 2010 s cieľom identifikovať technologické faktory význame ovplyvňujúce kvalitu pätkových lán.

### ***Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov***

Cieľom riešenia v oblasti zariadení na bezdotykové meranie rozmerov a geometrie pätkových lán bolo koncepčné riešenie meracieho pracoviska. Meracie pracovisko bolo koncipované na meranie troch hlavných parametrov – hmotnosti, prierezu a vnútorného obvodu pätkového lana a profilu jadra pätkového lana. Z možných princípov merania sa zvolilo optické snímanie obrazu pomocou CCD snímača s následným softvérovým spracovaním snímaného obrazu a vyhodnotením nameraných veličín. Koncepcia bezdotykového meracieho zariadenia bola rozpracovaná do návrhu konštrukčného riešenia.

## ***Adhézne a elastomérne materiály***

Bola ukončená časť riešenia zameraná na metodologickú prípravu experimentov a stanovenie významných faktorov pre optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí. V roku 2011 bol pripravený a realizovaný dvojúrovňový plánovaný experiment, ktorého cieľom bolo identifikovať faktory významne ovplyvňujúce profilové vlastnosti gumovej zmesi a vykonala sa jeho regresná analýza a vyhodnotenie. Ukázalo sa, že zvolené faktory experimentu významne ovplyvňujú hodnoty ťahovej pevnosti vulkanizátu a lepidivosti cementu pripraveného z tejto gumovej zmesi, avšak modely odvodené z dvojúrovňového experimentu nie sú pre popis závislosti závislých premenných na faktoroch experimentu adekvátne, t.j. že tieto závislosti majú zložitejšiu formu, než sú získané regresné modely schopné vyjadriť.

Riešenie etapy zameranej na regresné modelovanie a optimalizáciu adhézných kompozícií a gumových zmesí začalo v septembri 2011. Predmetom riešenia je vývoj optimalizovanej receptúry jednozložkového polyuretánového lepidla pre 3D lamináciu drevovláknitých substrátov strednej hustoty (MDF) vysoko lesklými polyvinylchloridovými fóliami v nábytkárskom priemysle. V roku 2011 sa aktualizoval informačný prieskum zameraný na systémy používané pri formulácii jednozložkových polyuretánových lepidiel a na metodiky hodnotenia kvality povrchu lepených spojov vhodné pre použitie v optimalizačných postupoch vývoja adhézneho produktu.

Výskum v oblasti adhézných prípravkov na vodnej báze pre gumársky priemysel bol zameraný na štúdium vzťahov medzi zložením a vlastnosťami vodou riediteľných polymérnych systémov. Skúmal sa predovšetkým vplyv zloženia polymérnej disperzie, lepidivosť ovplyvňujúcich prísad a zloženia vulkanizačného systému na reologické, pevnostné a technologické charakteristiky lepidla. Vykonané experimenty umožnili získať predstavu o vzťahoch medzi zložením adhéznej kompozície a jeho vybranými charakteristikami. Na základe týchto poznatkov sa zvolilo zloženie adhéznej kompozície, ktorej vlastnosti sa najviac blížili požiadavkám predpokladanej aplikácie. Vzťahy medzi zložením tejto kompozície a jej vlastnosťami sa budú ďalej skúmať formou plánovaného experimentu, čo umožní kvantifikovať jednotlivé závislosti a optimalizovať zloženie kompozície.

### ***d) Materiály na báze kožných bielkovín***

Riešenie v oblasti prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície bolo zamerané predovšetkým na štúdium vplyvu kolagénového aditíva na spracovateľské vlastnosti fenolformaldehydového (PF) lepidla, na pevnostné charakteristiky preglejkových dosiek lepených týmito lepidlami v laboratórnych i prevádzkových podmienkach a na štúdium vplyvu kolagénového aditíva na emisie formaldehydu v močovinoformaldehydových (UF) lepidlách v štvrt'prevádzkovom a prevádzkovom rozsahu. Výsledky experimentov a skúšok potvrdzujú, že aplikáciou kolagénového aditíva možno dosiahnuť normou stanovené pevnostné parametre produktov, resp. pevnostné parametre zvyšovať, nárast viskozity adhézných kompozícií po pridaní kolagénového aditíva možno účinne eliminovať vhodným prídavkom alkálie a že kolagénové aditívum výrazne znižuje emisie formaldehydu z UF lepidiel. Ďalej sa skúmala technológia plastifikácie kožného gleja pre aplikáciu ako termoplastického lepidla pomocou ktorej sa dosiahol výrazný pokles viskozity gleja pri náraste teploty.

Výskum v oblasti prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie začal v júli 2011. Cieľom riešenia v tejto oblasti je vývoj prípravkov na báze kola-

génu, keratínu, lipidov a ich derivátov pre kozmetické aplikácie s hydratačným, dezinfekčným a liečivým účinkom na pokožku. V roku 2011 bolo cieľom výskumu pripraviť vhodné východiskové materiály na báze keratínu a kolagénu pre následné modifikácie nutné pre ich použitie v kozmetických výrobkoch. Za východiskové materiály sa zvolili hydrolyzáty oboch biopolymérov. V prípade keratínu sa ako vstupný materiál použila ovčia vlna, z ktorej boli alkalicko – oxidačnou a alkalicko redukčnou hydrolyzou pripravené dva druhy hydrolyzáto. V prípade kolagénu sa na prípravu koloidov použili hovädzie šľachy a vápnená hovädzia štiepenka. Z oboch druhov suroviny sa pripravili kolagénové koloidy, ktoré sa podrobili čistiacim operáciám a budú následne slúžiť na testovanie účinku v kozmetických prípravkoch v stave, v akom boli pripravené a po modifikácii vedúcej k zvýšeniu ich účinnosti

### **Projekt ochrany priemyselného vlastníctva**

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva sa prostredníctvom voľne dostupných patentových databáz vykonal prieskum v oblastiach súvisiacich s predmetom riešenia v časti výrobných strojov a zariadení. Na základe výsledkov prieskumu sa začala príprava patentovej ochrany riešenia navíjacieho modulu troj- a viacnásobných liniek na výrobu pätkových lán a systému riadeného odťahu drôtu s integrovaným kompenzačným zásobníkom Spracovanie patentových prihlášok sa očakáva do konca roka 2012.

V súvislosti s výskumom aditív na báze kožných bielkovín pre adhézne kompozície bola spracovaná patentová prihláška „Spôsob odchrómovania pevných koželužských odpadov“ (podacie číslo 1000001751, číslo prihlášky PP556-2010). Predmet patentovej prihlášky sa týka technológie dechromácie chrómom činených koželužských odpadov (napr. postružín), pri ktorej vzniká bielkovinový substrát vhodný ako východiskový materiál pre výrobu aditív lepiacich zmesí rôzneho zloženia.

## **Hlavné realizované výsledky za rok 2012:**

### **Projekt aplikovaného výskumu**

V roku 2012 prebiehalo riešenie deviatich etáp projektu aplikovaného výskumu v týchto tematických oblastiach:

#### ***a) Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií***

Etapa č. 3: Zostavenie virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

Etapa č. 4: Analýza a optimalizácia virtuálnych modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

Etapa č. 5: Vytvorenie virtuálnych zostáv modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov a ich kinematicko-dynamické analýzy

Etapa č. 6: Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

#### ***b) Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov***

Etapa č. 9: Návrh riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu

#### ***c) Adhézne a elastomérne materiály***

Etapa č. 12: Regresné modelovanie a optimalizácia adhéznych kompozícií a gumových zmesí

Etapa č. 13: Výskum a optimalizácia prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel

#### ***d) Materiály na báze kožných bielkovín***

Etapa č. 14: Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície

Etapa č. 15: Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie

### ***Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií***

V roku 2012 boli ukončená etapy vypracovávania virtuálnych modelov a zostáv rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a na výkon manipulačných a montážnych operácií. Predmetom riešenia boli moduly umožňujúce integráciu operácií navíjania a jadrovania pätkových lán do vysoko, resp. plne automatizovanej autonómne pracujúcej výroby – montážnej bunky. V 3D CAD systéme Pro/Engineer boli vypracované virtuálne modely rozhodujúcich uzlov týchto zariadení:

- zariadenia odvíjacej stanice drôtu s riadením konštantného ťahu v drôte reguláciou brzdného momentu pomocou elektromotora s elektrickým riadením brzdného momentu
- stanice predohrevu drôtu s využitím indukčného ohrevu v jedno- a dvojpozičnom variante
- modulovej odťahovej stanice drôtu z odvíjacej stanice
- navíjacej stanice drôtu modulového typu pre výrobu pätkových lán
- automatických manipulačných zariadení pre manipulovanie pätkových lán – trojosého zariadenia na manipuláciu s pätkovým lanom a robotizovaného pracoviska na manipuláciu pätkového lana
- zariadenia pre automatickú aplikáciu jadrového profilu na pätkové lano

Virtuálne modely uvedených modulov boli zostavené do virtuálnych zostáv a vhodnosť použitých konštrukčných riešení sa overovala pomocou kinematicko-dynamických analýz v programe Mechanism Design CAD- systéme Pro/Engineer Wildfire.

V rámci etapy analýzy a optimalizácie virtuálnych modelov bola vypracovaná pevnostná analýza hriadeľov pre odťahovú stanicu gravitačného zásobníka zariadenia na výrobu pravouhlých viacdrôtových pätkových lán pre odťah drôtu až z 24 odvíjacích staníc. Analýza bola vykonaná metódou konečných prvkov, výpočet bol vykonaný v programe ANSYS v.13 SP2. Pre porovnanie boli vykonané aj analytické výpočty daných bubnov v programe Autodesk Inventor Profesional 2012. Na základe vykonaných analýz bola optimalizovaná celá konštrukčná skupina uloženia hriadeľa odťahovej stanice.

Ďalej bola vykonaná analýza chladenia úzkych pásových polotovarov pre výrobu pneumatík, energetická analýza chladenia na odťah a výsledky boli spracované do výpočtového programu vo Wolfram CDF Player.

V roku 2012 bola vypracovaná štúdia „Analýza dynamických vlastností mechanických uzlov a riadenia stroja na výrobu pätkových lán automobilových plášťov“, ktorá obsahuje kinematický model navíjacej linky, matematické modely dynamiky mechanických častí linky, modely mechanických častí linky v systéme SIMULINK. Riešenie v tejto oblasti bude pokračovať v roku 2013.

Na etapu tvorby virtuálnych modelov a zostáv nadväzovala etapa zostavovania fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení s cieľom testovania ich funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov. V roku 2012 boli zostavené fyzické modely týchto zariadení:

- a. šesťdielnej segmentovej formy pre testovanie spôsobu uchytenia drôtu v uchopovači a overenia konštrukcie a technológie výroby vzhľadom k presnosti vyrobeného pätkového lana
- b. mechanizmu priečného rezanie jadrového profilu pre zariadenie na automatické ukládanie jadrového profilu na pätkové lano za účelom overenia nastavovania uhlu rezu pomocou dvoch servopohonov
- c. mechanizmu automatického nakladania jadrového profilu na pätkové lano za účelom overenia presnosti polohovania a súbehu pohonu presunutia jadrového profilu s rotačným pohybom pätkového lana.



## ***Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov***

V roku 2012 boli vypracované konštrukčné riešenia zariadenia na bezdotykové meranie priemeru a geometrie pätkových lán, ktoré predstavovali návrh jednotlivých mechanizmov na pohyb snímača v určených smeroch vzhľadom na požadovanú presnosť merania a množstvo a spôsob spracovania nameraných údajov a testovanie vhodnosti použitého snímača. Celkovo boli vypracované tri riešenia uchytienia snímača a jeho pohybu nad meraným profilom pätkového lana automobilového plášťa.

Polohovací systém je pozostáva z piatich 5 osí – tri osi sú lineárne (os X, os Y, os Z) a dve osi sú rotačné (os N, os O). Každá os je realizovaná meničom a servopohonom s absolútnym odmeriavaním. Samotný snímač je laserový profilový skener.

Riadenie merania, spracovanie nameraných údajov a vizualizácia výsledkov sa vykonáva pomocou priemyselného počítača (IPC). IPC ponúka potrebný výkon a nástroje na riešenie matematických operácií nevyhnutných na vyhodnotenie výsledkov merania, ktoré sa zobrazujú na priemyselnom monitore. Osi X, Y, Z, N a O tvoria 5-D manipulátor na polohovanie snímača nad meraným objektom.

### ***c) Adhézne a elastomézne materiály***

V oblasti výskumu adhézných kompozícií pre 3-D laminovanie drevovláknitých dosiek PVC fóliami bolo riešenie zamerané na získanie poznatkov o vplyve modifikačných prísad v adhéznom systéme na parametre dôležité z hľadiska technológie 3-D laminovania analýzou vplyvu modifikujúcich prísad. Predmetom výskumu bol:

- vplyv organických rozpúšťadiel v disperznom prostredí:
- vplyv filmotvornej polyuretánovej (PUR) zložky
- vplyv aditívnych zložiek v kompozícií so základnými polyuretánovými komponentmi

V uvedených častiach riešenia sa vyhodnocovali a analyzovali medzifázové vlastnosti systému MDF – lepidlo – PVC fólia, hodnotili sa adhézne vlastnosti a tepelná odolnosť lepených spojov, analyzoval sa vplyv komponentov adhézneho systému na kvalitu povrchu nalepenej fólie a začalo štúdium reologických a spracovateľských vlastností adhézných systémov. Získané poznatky o významnosti vplyvu modifikačných prísad adhézneho systému poslúžia ako základ pre výber faktorov pre zostavenie plánovaného experimentu v záverečnej fáze riešenia.

V oblasti výskumu prípravkov na vodnej báze pre gumárenský priemysel prebiehali v roku 2012 laboratórne optimalizačné experimenty, ktorých cieľom bolo optimalizovať zloženie receptúry adhézneho prípravku na báze vodnej disperzie pre spájanie gumárenských polotovarov pri konfekcii automobilových plášťov. Po sformulovaní typovej receptúry adhezíva boli pripravené optimalizačné experimenty zamerané na obsah vulkanizačného systému, lepivosť ovplyvňujúcich zložiek, resp. na ich vzájomný pomer a na výslednú sušinu adhezíva. Bolo pripravených šesť skupín receptúr (celkom 66 variantov) s postupne vzrastajúcim obsahom sušiny a s variabilným zastúpením oboch vybraných skupín materiálov. Následne bol zrealizovaný a regresne vyhodnotený plánovaný experiment, na základe ktorého sa získali informácie o charaktere a veľkosti vplyvu komponentov adhézneho kompozície, čo umožní optimalizáciu jej zloženia.

#### ***d) Materiály na báze kožných bielkovín***

V etape výskumu prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície bolo riešenie zamerané na prevádzkové testovanie:

- aditíva na báze odpadov sieťovaného kolagénu pre fenolformaldehydové (PF) lepidlá
- kolagénového aditíva na báze technického kožného gleja pre močovinoformaldehydové lepidlá
- kolagénového aditíva na báze kožného gleja pre melamínformaldehydové lepidlá
- kolagénového aditíva na báze plastifikovaného kolagénu ako tavného lepidla na lepenie knižných dosiek

Prevádzkové testy kolagénového aditíva PF lepidiel na báze sieťovaných kolagénových odpadov z výroby potravinárskych obalov firmy Cutisin, s.r.o., Jilemnice, Česká republika sa realizovali vo firme DYAS.EU, a.s., Uherský Ostroh, Česká republika vo výrobe preglejok s lepidlom Fenokol UA v rozsahu 10 až 20 hmotnostných % náhrady PF lepidla. Merania šmykových pevností lepených spojov ukázali, že preglejkové dosky lepené PF lepidlom s kolagénovým aditívom vysoko prekračujú hodnotu požadovanú normou pre triedu lepenia 3. Prídavok kolagénového aditíva dsi nevyžaduje zásahy do technologického postupu výroby.

Testy kolagénového aditíva pre na báze kožného gleja pre UF lepidlá vyvinuté sa prevádzkovo realizovali vo firme Bučina Zvolen, a.s. vo výrobe drevotriekových dosiek (DTD) a vo firme DYAS.EU, a.s. vo výrobe preglejok v rozsahu 3 až 10 hmotnostných % náhrady UF lepidla. Výsledky prevádzkových testov potvrdili, že kolagénové aditívum na báze kožného gleja modifikované močovinou je znižuje emisie formaldehydu z vytvrdnutých UF lepidlových zmesí. Zvýšená účinnosť kolagénu bola dosiahnutá modifikovaním štandardného tužidla di-aldehydmi. Prevádzkové testy výroby preglejok opakovane potvrdili pokles emisií formaldehydu v porovnaní so štandardnou výrobou až o 30 %.

Prevádzkové testy kolagénového aditíva na báze hydrolyzovaného kožného gleja pre MUF lepidlá s tvrdivom modifikovaným dialdehydmi sa realizovali vo firme DYAS.EU, a.s. vo výrobe päťvrstvových preglejovaných dosiek Aplikáciou kolagénu bola prekročená normovaná hodnota pevnosti v šmyku 1 MPa, čo umožnilo preradenie preglejok z triedy lepenia 2 do triedy lepenia 3.

Prevádzkové testy kolagénových lepidiel na báze plastifikovaného kolagénu pre lepenie knižných dosiek sa vykonali firme FINIDR s.r.o., Český Tešín, Česká republika. Východiskovým materiálom na prípravu lepidiel bol technický kožný glej. Pôsobením plastifikačných činidiel nadobudol pripravený kolagénový materiál termoplastické vlastnosti a bolo možné ho použiť ako tavné lepidlo. Prevádzkové testy potvrdili možnosť požívať vyvinuté lepidlá na moderných lepiacich strojoch pri zachovaní vysokej kvality lepenia.

V etape výskum prípravkov na báze kožných bielkovín kozmetické aplikácie bol výskum bol zameraný na prípravu koloidného striebra chemickou redukciou vodných roztokov vybraných strieborných solí s pre použitie v liečebnej kozmetike a ako náhrada používaných konzervačných látok v kozmetických prípravkoch. Bola vyvinutá technológia prípravy stabilných vodných disperzií nanočastíc striebra redukciou strieborných solí v amoniakálnom prostredí.

Prípravené koloidné striebro sa použilo v kombinácii s kolagénom a keratínom s cieľom zvýšiť stabilitu disperzie koloidného striebra, zvýšiť ochranný a hydratačný účinok kozmetických prípravkov na pokožku a súčasne znížiť množstvo používaných konzervačných látok v kozmetických prípravkoch.

Laboratórne boli pripravené krémy na ruky s aplikáciou kolagénu a keratínu s koloidným striebrom s cieľom posúdenia použiteľnosti týchto prípravkov v kozmetických produktoch a na stanovenie emulgačnej schopnosti oboch biopolymérov dlhodobým testom stability.

Vykonalí sa preklinické testovanie hydratačnej účinnosti kolagénových a keratínových prípravkov v kombinácii s viacsýtnymi alkoholmi, amínmi a zmäkčovadlami, ktoré preukázali hydratačné vlastnosti oboch biopolymérov samostatne i vo vzájomnej kombinácii.

### **Projekt ochrany priemyselného vlastníctva**

Vo väzbe na výskum v oblasti ohrevu kovových a polymérnych materiálov bola spracovaná patentová prihláška „PP 00103-2012 „*Optimalizovaný spôsob ohrevu a/alebo sušenia polymérnych surovín a zariadenie k uskutočneniu tohto spôsobu*“ (číslo prihlášky PP 00103-2012). Predmet patentovej prihlášky sa týka spôsobu ohrevu polymérnych materiálov, predovšetkým kaučukov a gumy mikrovlnným žiarením.

V súvislosti s výskumom elastomérnych zmesí bola v roku 2012 pripravená prihláška patentu „*Elastoména kompozitná zmes*“ Predmet patentovej prihlášky sa týka aplikácie organických prírodných polymérov v gumárenských zmesiach. Patentová prihláška bude podaná vo februári 2013.

Na základe poznatkov získaných pri riešení chemickej časti projektu bola v spolupráci s Iwate University, Morioka, Japonsko pripravená patentová prihláška, ktorej predmetom je využitie niektorých heterocyklických zlúčenín v kombinácii s karbonizovanými materiálmi na zachytávanie kovových iónov z roztokov s aplikáciou pri separácii a recyklácii kovov z kvapalného prostredia. Patentová prihláška bude pripravená na registráciu v priebehu I. polroka 2013.

## **Hlavné realizované výsledky za rok 2013:**

### **Projekt aplikovaného výskumu**

V roku 2013 prebiehalo riešenie piatich etáp projektu aplikovaného výskumu v týchto tematických oblastiach:

#### ***a) Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií***

Etapa č. 6: Zostavenie fyzických modelov rozhodujúcich modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

Etapa č. 7: Testovanie funkčnosti a predpokladu dosiahnutia projektovaných výkonových parametrov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatických kompletizačných resp. montážnych systémov

#### ***b) Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov***

Etapa č. 10: Zostavenie modelov a overenie funkčnosti bezdotykových meracích zariadení priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu

#### ***c) Adhézne a elastomérne materiály***

Etapa č. 12: Regresné modelovanie a optimalizácia adhézných kompozícií a gumových zmesí

#### ***d) Materiály na báze kožných bielkovín***

Etapa č. 15: Výskum a formulácia prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie

### ***Zariadenia na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií***

V roku 2013 boli zostavené fyzické modely týchto modulov zariadení na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a automatizáciu kompletizačných a montážnych operácií:

- a. mechanizmus ukladacej hlavy typu 1 s výkyvným uložením ukladacieho kolieska
- b. mechanizmus ukladacej hlavy typu 2 s posuvným uložením ukladacieho kolieska
- c. mechanizmus hydraulického strihadla drôtov pri výrobe 1 – 6 pätkových lán
- d. mechanizmus automatického podávania gumového jadrového profilu pomocou servopohonu do systému na priečne strihanie pre linku na automatické ukladanie jadrovacieho profilu na pätkové lano
- e. mechanizmus prítlačných kladiek jadrového profilu na pätkové lano
- f. mechanizmus automatického podávania obalovacej pogumovanej textilnej pásky linky na ukladanie jadrového profilu na pätkové lano
- g. mechanizmus manipulátora na odoberanie vyrobených pätkových lán do otočného zásobníka

Následne sa vykonali sa testy funkčnosti vyššie uvedených fyzických modelov a tiež testy fyzického modelu šesťdielnej segmentovej navíjacej formy pätkových lán a mechanizmu priečného rezania jadrového profilu zariadenia na ukladanie jadrového profilu na pätkové

lano, ktoré boli zostavené v roku 2012. Vykonané testy potvrdili funkčnosť jednotlivých testovaných mechanizmov a dosiahnutie predpokladaných výkonových parametrov. Ukázalo sa, že dosiahnutie plnej funkčnosti a vysokého výkonu zložitých modulov si vyžaduje vysokú presnosť opracovania jednotlivých komponentov, ktorú je možné dosiahnuť iba na numericky riadených obrábacích strojoch a dôkladné zladenie mechanickej konštrukcie modulu so softvérom i hardvérom riadiaceho systému.

### *Systémy na bezdotykové meranie rozmerov pätkových lán a jadrových profilov*

Vhodnosť navrhutej koncepcie bezdotykového meracieho zariadenia sa overovala na fyzickom modeli zariadenia zostaveného s využitím 3-D meracieho zariadenia „Global Classic 12.22.10“ firmy Hexagon Metrology, SpA. určeného na meranie a kontrolu kvality strojárskych dielcov. Na ramene meracieho zariadenia bol upevnený laserový snímač profilu Scan-Control 260-100v31-07 firmy Micro-Epsilon. Riadenie 3-D meracieho zariadenia, spracovanie nameraných údajov z laserového profilometra a vizualizácia výsledkov boli realizované pomocou priemyselného počítača. Výsledky merania sa zobrazovali na priemyselnom monitore pomocou softvérového vývojového prostredia Microsoft Visual C#. Vykonané testovacie merania ukázali využiteľnosť zvoleného hardvérového i softvérového riešenia v uvažovanej aplikácii. Bezdotykového zariadenia na meranie priemeru a geometrie pätkových lán tak predstavuje technicky pokročilejšiu alternatívu k v súčasnosti používanému mechanickému meraciemu systému s podstatne širšou funkcionalitou.

### *c) Adhézne a elastomérne materiály*

Na základe výsledkov predhádzajúceho výskumu zloženia disperzných polyuretánových adhéznych systémov bola zostavená modelová formulácia lepidla pre technológiu trojrozmerného laminovania, ktorá sa použila na vykonanie plánovaného experimentu, na stanovenie závislostí medzi zložkami systému a jeho charakteristikami s následnou optimalizáciou.

Vzhľadom k zloženiu skúmaného adhézneho systému bolo rozhodnuté použiť päťúrovňový plánovaný experiment so 4 faktormi. Faktory experimentu boli namiesto priameho vyjadrenia koncentrácie jednotlivých zložiek boli formulované pomocou vzájomných pomerov zložiek tak, aby v nich boli zahrnuté všetky meniace sa zložky.

Ako závislé premenné boli v experimente zvolené:

- odolnosť voči zvýšenej teplote vyjadrená v milimetroch rozlepeného lepeného spoja MDF – lepidlo – PVC fólia pri teplote 100°C,
- pevnosť lepeného spoja PVC fólia – lepidlo – PVC fólia v odlupovaní vyjadrená v MPa
- uhol zmáčania lepidiel na povrchu MDF vyjadrený v uhlových stupňoch
- sušina vyjadrená v percentách
- dynamická viskozita vyjadrená v mPa.s meraná pri rôznych šmykových rýchlostiach vyjadrených v otáčkach rotačného viskozimetra Brookfield RV DV III.

Na základe regresných rovníc získaných z päťúrovňového plánovaného experimentu bolo možné vykonať optimalizačný výpočet, ktorým stanovilo optimálne zloženie polyuretánového disperzného lepidla pre 3-D lamináciu nábytkových dielov.

#### ***d) Materiály na báze kožných bielkovín***

V nadväznosti na vyvinutú technológiu prípravy koloidného striebra sa vykonalo hodnotenie biologickej aktivity nanočastíc striebra, z ktorého vyplynulo, že antibakteriálne najúčinnšie sú nanočastice striebra o veľkosti cca 20 nm, ktoré sa svojou antibakteriálnou aktivitou najviac približujú antibakteriálnej aktivite iónového striebra.

Následne sa vykonalo testovanie antibakteriálnej aktivity nanočastíc striebra v kozmetických prípravkoch. Výsledky testovania antimikrobionálnej aktivity koloidného roztoku striebra v tekutom mydle potvrdili, že kozmetické prípravky s obsahom koloidného striebra majú baktericídny účinok na grampozitívne a gramnegatívne baktérie a fungicídny účinok na plesne.

Na účely aplikácie keratínových koloidov ako emulgátorov v kozmetických prípravkoch sa vykonalo testovanie emulgačného účinku keratínového hydrolyzátu. Testy ukázali, že prídavok keratínového hydrolyzátu síce nezhoršuje stabilitu emulzií typu olej vo vode, avšak jeho emulgujúci účinok nedosahuje hodnoty syntetických povrchovo aktívnych látok.

Pre uvažovanú aplikáciu hydrolyzátov keratínu v prípravkoch na ochranu pred slnečným žiarením boli pripravené hydrogély a hydrokrémy s obsahom keratínového hydrolyzátu a vykonali sa merania absorpčných spektier v ultrafialovej a viditeľnej oblasti spektra. Na základe meraní bol použitý keratínový hydrolyzát zaradený do kategórie slabej fotoprotekcie, avšak vzhľadom k tomu, že keratín je látka telu vlastná, možno konštatovať, že je použiteľný v prostriedkoch na ochranu pred slnečným žiarením.

V rámci štúdia komponentov kozmetických prípravkov na báze lipozómov boli testované technológie izolácie zložených lipidov / fosfolipidov z vaječného žltka. Ako najvhodnejšia sa ukázala technológia extrakcie etanolom. Keďže získaný produkt mal vysokú viskozitu, čo bolo nevýhodné z hľadiska jeho aplikácie, použitím lyotropného hydrofilného činidla (močovina a etanol) bola znížená viskozita emulzného systému a zároveň sa zvýšila jeho homogenita a stabilita. Pripravený produkt vykazoval pozitívny hydratačný účinok na pokožku a s prídavkom koloidného striebra vykazoval baktericídny a fungicídny účinok.

#### **Projekt ochrany priemyselného vlastníctva**

V súvislosti s riešením projektu boli v roku 2013 dosiahnuté tieto výstupy charakteru chráneného duševného vlastníctva:

##### ***a) Patentové prihlášky podané v Slovenskej republike***

- 1) PP70-2013 – Elastoména zmes pre pogumovanie textilných kordov (1)
- 2) PP77-2013 – Karbonizovaný materiál impregnovaný 1,3,5-triazín-2,4,6-tritiolom, spôsob jeho prípravy, metóda adsorpcie kovových iónov na jeho povrchu a spôsob recyklácie kovov
- 3) PP00083-2013 – Spôsob nalepovania jadrovacích profilov a obalovacej pásky na pätkové lano a zariadenie pre jeho aplikáciu

***b) Patentové přihlášky podané v České republice***

- 1) PV 2013-784 – Karbonizovaný materiál impregnovaný 1,3,5-triazin-2,4,6-trithiolem, způsob jeho přípravy, metoda adsorbce kovových iontů na jeho povrchu a způsob recyklace kovů
- 2) PV 2013-785 – Elastomerní směs pro pogumování textilních kordů

***c) Přihlášky úžitkových vzorů podané v Slovenskej republice***

- 1) PUV0165-2013 – Zariadenie na tvarovanie profilu ojadrovaného pätkového lana

## **Prezentácia dosiahnutých výsledkov za celé obdobie riešenia**

### **a) Časť výrobných strojov a zariadení**

- východiskové špecifikácie, ideové riešenia, optimalizované virtuálne modely a verifikované fyzické modely:
  - šesťdielnej segmentovej navíjacej formy pätkových lán
  - mechanizmu priečného rezania jadrového profilu zariadenia na ukladanie jadrového profilu na pätkové lano
  - mechanizmu ukladacej hlavy typu 1 s výkyvným uložením ukladacieho kolieska
  - mechanizmu ukladacej hlavy typu 2 s posuvným uložením ukladacieho kolieska
  - mechanizmu hydraulického strihadla drôtov pri výrobe 1 – 6 pätkových lán
  - mechanizmu automatického podávania gumového jadrového profilu pomocou servopohonu do systému na priečne strihanie pre linku na automatické ukladanie jadrovacieho profilu na pätkové lano
  - mechanizmu prítlačných kladiek jadrového profilu na pätkové lano
  - mechanizmu automatického podávania obalovacej pogumovanej textilnej pásky linky na ukladanie jadrového profilu na pätkové lano
  - mechanizmu manipulátora na odoberanie vyrobených pätkových lán do otočného zásobníka
- pevnostná analýza hriadeľov pre odťahovú stanicu gravitačného zásobníka pre výrobu štvorcových lán pre odťah drôtu až z 24 odvíjacích staníc s následnou optimalizáciou konštrukčného riešenia
- analýza chladenia úzkych pásových polotovarov pre výrobu pneumatík a interaktívny model chladenia
- analýza dynamických vlastností mechanických uzlov a riadenia linky na výrobu pätkových lán
- matematicko-štatistická analýza výrobných testov na zariadení na súčasné navíjanie štyroch resp. piatich pravouhlých pätkových lán

### **b) Časť meracích systémov pre výrobu pätkových lán**

- koncepcia, návrh konštrukčného riešenia a zostavenie fyzického modelu bezdotykového zariadenia na meranie priemeru a geometrie pätkového lana a jadrového profilu a overenie jeho funkčnosti

### **c) Časť modelovania a optimalizácie adhézných kompozícií na báze gumových zmesí a latexových disperzií**

- kvantitatívne závislosti medzi komponentmi a vlastnosťami rozpúšťadlového adhézneho systému a adhézneho systému na báze vodných disperzií polymérov získané regresným spracovaním plánovaných experimentov
- optimalizačný výpočet zloženia rozpúšťadlového adhézneho systému a adhézneho systému na báze vodných disperzií polymérov poskytujúceho maximálne hodnoty ťahovej pevnosti a konfekčnej lepidlosti



#### **d) Časť modelovania a optimalizácie adhézneho systému na báze polyuretánovej disperzie**

- kvantitatívne závislosti charakteristík PUR adhézneho systému:
  - odolnosť voči zvýšenej teplote
  - pevnosť lepeného spoja PVC fólia – lepidlo – PVC fólia v odlupovaní
  - uhol zmáčania na povrchu MDF
  - obsah sušiny
  - dynamická viskozitana zložení adhézneho systému získané regresným spracovaním päťúrovňového plánovaného experimentu so 4 faktormi
- optimalizačný výpočet zloženia PUR lepidla pre technológiu trojrozmerného laminovania zohľadňujúci stanovené cieľové hodnoty charakteristík lepidla

#### **e) Časť prípravkov na báze kožných polymérov pre adhézne kompozície**

- verifikované technologické postupy prípravy a aplikácie modifikujúcich prísad polykondenzačných lepidiel na báze kožných bielkovín:
  - aditívum na báze odpadov sieťovaného kolagénu pre fenolformaldehydové lepidlá
  - aditívum na báze technického kožného gleja pre močovinoformaldehydové lepidlá
  - aditívum na báze kožného gleja pre melamínformaldehydové (MUF) lepidlá
- technológia prípravy termoplastického lepidla na báze kolagénu pre použitie na lepenie knižných dosiek

#### **f) Časť prípravkov na báze kožných bielkovín a lipidov pre kozmetické a príbuzné aplikácie**

- technologické postupy prípravy keratínových a kolagénových hydrolyzátov a zložených lipidov / fosfolipidov
- technológia prípravy stabilných vodných disperzií nanočastíc striebra redukciou strieborných solí v amoniakálnom prostredí
- kozmetické prípravky s aplikáciou keratínových a kolagénových hydrolyzátov, nanočastíc striebra a zložených lipidov / fosfolipidov

#### **g) Výstupy charakteru chráneného duševného vlastníctva a publikačné výstupy**

Na základe výstupov riešenia bolo podaných päť patentových prihlášok v Slovenskej republike, dve patentové prihlášky v Českej republike, jedna prihláška úžitkového vzoru podaná v Slovenskej republike a bolo publikovaných celkom 27 prác.