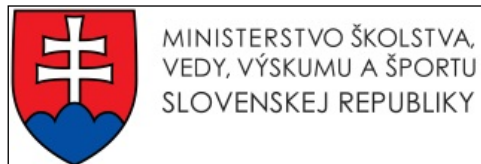


**Prezentácia stavu a výsledkov riešenia projektu riešeného v rámci stimulu
pre výskum a vývoj poskytnutého podľa zákona č. 185/2009 Z. z.
o stimuloch pre výskum a vývoj**

Poskytovateľ stimulu:

Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR



Názov projektu:

1. Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE – projekt aplikovaného výskumu
2. Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“ – projekt ochrany priemyselného vlastníctva

Evidenčné číslo projektu:

2013-14547/39694:1-11

Logo riešiteľa:



Údaje o projekte:

Názvy projektov:

1. Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE
2. Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE

Riešiteľ:

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

Spoluriešiteľ:

Žilinská univerzita v Žiline, Ústav konkurencieschopnosti a inovácií
Univerzitná 1, 010 26 Žilina
stefan.medvecky@fstroj.utc.sk

Doba riešenia:

11/2013 – 10/2016

Vytvorenie/udržanie pracovných miest vo výskume a vývoji:

Realizáciou projektu sa vytvorí 10 pracovných miest vo výskume a vývoji.

Etapvy:

1. Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu
2. Stanovenie vplyvu povrchovej úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave
3. Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení
4. Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán
5. Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení
6. Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom
7. Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách
8. Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie
9. Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie

Zodpovedný riešiteľ:

Ing. Ján Oravec, CSc.

Hlavný cieľ projektu:

Projekt je zameraný na aplikovaný výskum v oblasti strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov. Predmetom riešenia je oblasť navíjania a jadrovania pätkových lán, automatizácie finalizačných operácií výroby plášťov a kontroly kvality komponentov plášťa i hotovej produkcie s cieľom:

- zvýšiť rozsah automatizácie výrobných operácií
- integrovať jednotlivé technologické kroky
- rozšíriť stupeň autonómie a flexibility strojnotechnologických zariadení
- posunúť úroveň kontroly kvality komponentov i hotovej produkcie smerom k realizácii konceptu úplnej kontroly kvality
- implementovať v stavbe strojnotechnologických zariadení princípy ergonómie
- rozšíriť rozsah poznatkov o spracovaní gumových zmesí ako základného materiálu pri výrobe automobilových plášťov
- implementovať moderné metódy riadenia strojnotechnologických a logistických systémov, vrátane nástrojov umelej inteligencie

Popis čiastkových cieľov projektu podľa etáp:

Etapa 1 „Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“

Predmetom riešenia etapy 1. „Stanovenie významnosti vplyvu technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“ je zostavenie, realizácia a matematicko-štatistické vyhodnotenie plánovaného experimentu, v ktorom ako nezávislé premenné budú vystupovať technologické parametre, ktoré na základe doterajších poznatkov rozhodujúcim spôsobom ovplyvňujú kvalitu pogumovania – tlak vo vytlačovacej hlave extrúdera, teplota pogumovacej zmesi, rýchlosť prechodu drôtu pogumovacou hlavou, typ pogumovacej zmesi (pomer prírodného a syntetického kaučuku) a typ pogumovacieho prievlaku (napr. varianty s rôznym pomerom dĺžka / priemer). Závislé premenné v experimente budú charakteristiky kvality pogumovania – rozmery navinutého lana, kvalita pogumovania, hrúbka gumového povlaku a pod.

Etapa 2 „Stanovenie vplyvu povrchovej úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri pot'ahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave“

Obsahom riešenia etapy 2. „Stanovenie vplyvu úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri pot'ahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave“ bude skúmanie vplyvu povrchovej úpravy pätkového drôtu na adhéziu gumovej zmesi pri extrúznom pogumovaní. Bude sa stanovovať veľkosť a charakter adhézných síl medzi gumovou zmesou a rôznymi kovovými povrchmi – mosadzou pokovené oceľové drôty rôznych výrobcov, nepokovaný oceľový drôt, fyzikálne a chemicky upravené povrchy. Na charakterizáciu adhézných interakcií medzi gumou a kovom sa použije hlavne meranie povrchového napätia, uhla zmáčania a meranie adhézných charakteristík povrchov štandardnými technickými metódami (peel – test INSTRON) a tiež metóda röntgenovej fotoelektrickej spektroskopie (XPS), elektrónová spektroskopická analýza (ESCA), elektrónová skenovacia mikroskopia (SE) a prípadne i ďalšie metódy, ktoré sa v priebehu riešenia ukážu ako vhodné.

Etapa 3 „Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení“

Cieľom riešenia etapy 3 „Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení“ bude výskum fyzikálnych a chemických úprav kovových povrchov strojnotechnologických zariadení (chladiace valce, kladky zásobníkov, predtvarovacie kladky drôtu a pod.), ktoré by zabránili nalepovaniu nezvulkanizovanej gumovej zmesi z pogumovaného drôtu. Na hodnotenie účinnosti separácie gummy od kovu sa použijú metódy ako v etape 2.

Etapa 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“

Predmetom riešenia v etape 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“ bude hodnotenie kvality extrúzneho pogumovania drôtu vo vzťahu k merateľným charakteristikám nánosových zmesí s cieľom vytvorenia databázy umožňujúcej prediktívne hodnotenie vhodnosti gumovej zmesi pre účely extrúzneho pogumovania. Meranými vlastnosťami nánosových zmesí budú cha-

rakteristiky gumových zmesí, ktoré bude možné stanoviť na zariadeniach žiadateľa a na zariadeniach špecializovaných pracovísk, s ktorými bude žiadateľ spolupracovať, predovšetkým:

- viskozita Mooney
- reologické parametre pri dynamickom namáhaní pri meniacej sa frekvencii, uhle deformácie, izotermicky, neizotermicky, (Rubber Process Analyser), (meniacou sa frekvenciou a uhlom deformácie možno modelovať rýchlosť a geometria závitovky extrúdera)
- kontaktná lepkosť nánosovej zmesi (peel test, test s guľôčkou a naklonenou rovinou, Tel-Tac test a pod.)
- povrchové napätie a uhol zmáčania

Výsledky meraní sa vyhodnotia pomocou matematicko-štatistických metód, čím sa predpokladá identifikácia vzťahov medzi charakteristikami gumovej zmesi a jej technologickými vlastnosťami pri pogumovaní, čo by umožnilo v predstihu riešiť problémy vznikajúce pri použití gumových zmesí nevhodných pre extrúzne pogumovanie buď zmenou receptúry alebo nastavením technologického zariadenia.

Etapa 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“

Predmetom riešenia v etape 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“ bude:

- vypracovanie a analýza konceptu riadenia a optimalizácie bezzásobníkových navíjacích liniek v alternatívach samostatného riadenia modulov zásobníka a navíjania a integrovaného riadenia celej linky s riadeným zásobníkom
- návrh a simulačné modelovanie riadenia odvíjacieho modulu, vyrovnávacieho zásobníka a navíjacieho modulu s premenným vzťahom master – slave podľa fázy navíjacieho cyklu
- návrh konceptu riadenia finalizačných operácií výroby automobilových plášťov bez použitia programovateľného logického automatu (PLC) pomocou frekvenčných meničov (FM) s prenesením logiky PLC sa na logické riadenie frekvenčných meničov s cieľom získania poznatkov pre inžiniersku prácu, informácií o limitoch decentralizovaného riadenia FM a o energetickej náročnosti technologických operácií v reálnom čase, simulačné modelovanie a optimalizácia
- štúdium možností optimalizácie riadenia vytlačovania jadrového profilu pomocou spätoväzobných systémov a s použitím nástrojov umelej inteligencie
- návrh riešenia problematiky riadenia a obsluhy hromadných strojov pri automatizácii finalizačných operácií vo výrobe pneumatík – systém manipulácie s finálnym výrobkom, optimalizácia prechodu výrobku cez technologické zariadenia (orezácie a kontrolné miesta) s použitím nástrojov umelej inteligencie (napr. neurónových sietí)

Etapa 6 „Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom“

Predmetom riešenia v etape 5 „Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom“ bude:

- štúdium možností pripojenia sa k technologickým linkám u vzdialených zákazníkov a vypracovanie návrhu prenosu a spracovania dát
- návrh prostriedkov na snímanie dát pre automatickú diagnostiku liniek u vzdialených zákazníkov
- vypracovanie návrhu systému komunikácie so vzdialeným zákazníkom pri automatickej diagnostike liniek

Cieľom riešenia bude získavanie on-line informácií o prevádzkovom stave monitorovanej linky pre potreby včasnej identifikácie chybových stavov.

Etapa 7 „Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“

Predmetom riešenia v etape 7 „Zvýšenie úrovne kontroly kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“ bude:

- koncept systému na kontinuálne bezdotykové meranie hrúbky vrstvy gumovej zmesi pri pogumovaní drôtu
- návrh systému na meranie teploty drôtu pred pogumovaním so spätnou väzbou na riadenie výkonu zariadenia na predohrevu drôtu
- návrh systému a prostriedkov na meranie každého výrobku nezávislým meracím systémom umožňujúcim kontrolu výrobných tolerancií, mechanicky a elektricky nezávislé na výrobnom stroji (dĺžka navinutého drôtu, dĺžka nalepeného pogumovaného pásika, dĺžka gumového profilu, kontrola segmentov formy, kontrola roztvorenia formy, hmotnosť, optické meranie a pod.)
- využitie optických metód pri kontrole kvality navinutých pätkových lán a hotových kompletov lano – jadro s návrhom spätných väzieb pri výskyte chybného výrobku
- návrhu systému na efektívnu vizuálnu kontrolu automobilových plášťov vo finálnej fáze výroby

Etapa 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

Predmetom riešenia v etape 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“ bude:

- integrácia technologických zariadení pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a výkone finalizačných operácií vo výrobe automobilových plášťov predstavujúca prepojenie jednotlivých zariadení do autonómneho celku tvoriaceho výrobnú bunku s optimalizovaným tokom materiálov a informácií, ktorá bude fungovať bez potreby zásahu obsluhy do jednotlivých technologických úkonov
- aplikácia mechatronických princípov pri stavbe navíjacích a jadrovacích systémov novej generácie

- návrh logistických a automatizačných prostriedkov integrovaných pracovísk na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a výkon finalizačných operácií vo výrobe automobilových plášťov

Riešenie etapy 8 bude zamerané na tieto konkrétne ciele:

- návrh výstupných modulov liniek na jednodrôtových hexagonálnych i viacdrôtových pravouhlých pätkových lán pre špecifické potreby integrovaných a autonómnych pracovísk na navíjanie a jadrovanie pätkových lán, ktorý bude umožňovať priame prepojenie s logistikou užívateľa, kinematické a dynamické analýzy a optimalizácia
- návrh a modelové riešenia strojnotechnologických zariadení pre úsek prípravy kompletu lano – jadro umožňujúcich realizáciu konceptu integrovaného a autonómneho pracoviska i pri špecifických technologických požiadavkách – ovíjanie lán, obalovanie lán a pod.
- návrh a modelové riešenia jednotlivých strojnotechnologických zariadení a manipulačno-logistických prostriedkov pre integrované pracovisko na prípravu kompletu lano – jadro extrémnych rozmerov – priemer lana až 64 palcov (1 625,6 mm), výška jadrového profilu až 230 mm, simulačné overenie
- koncept zariadenia na výrobu jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu s obalovaním
- koncept návrhu a modelové riešenie zariadenia na súčasnú výrobu až 10 viacdrôtových pravouhlých pätkových lán
- návrh optimalizovaného mechatronického riešenia viacnásobných navíjacích liniek
- návrh systému na inteligentnú automatickú manipuláciu s automobilovými plášťami vo finálnej fáze výroby so stykovými rozhraniami umožňujúcimi prepojenie manipulačného systému finálnej fázy výroby plášťov s ostatnými výrobnými, logistickými a komunikačnými systémami výrobného závodu
- štúdium tokových pomerov pri extrúznom pogumovaní drôtu a vytlačovaní jadrových profilov vo väzbe na etapy 1 a 5

Etapa 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

Obsahom etapy 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“ bude riešenie ergonomických aspektov konštrukcie liniek na navíjanie a jadrovanie pätkových lán a zariadení na výkon finalizačných operácií výroby automobilových plášťov. Cieľom riešenia bude optimalizácia konštrukčných riešení strojnotechnologických zariadení z hľadiska uľahčenia a zjednodušenia montáže zariadenia, prestavovania pri zmene výroby a výkonu servisných úkonov.

Finančné prostriedky (EUR):

Rok	Položka	Projekt aplikovaného výskumu	Projekt ochrany priemyselného vlastníctva	Celkom
2013	Celkom	198 406	1 601	200 007
	Vlastné	49 615	1 601	51 216
	Dotácia	148 791	0	148 791
	Podiel vlastných prostriedkov	25,01%	100,00%	25,61%
2014	Celkom	463 673	3 334	467 007
	Vlastné	116 208	3 334	119 542
	Dotácia	347 465	0	347 465
	Podiel vlastných prostriedkov	25,06%	100,00%	25,60%
2015	Celkom	1 323 480	10 002	1 333 482
	Vlastné	330 982	10 002	340 984
	Dotácia	992 498	0	992 498
	Podiel vlastných prostriedkov	25,01%	100,00%	25,57%
2016	Celkom	663 078	4 001	667 079
	Vlastné	166 080	4 001	170 081
	Dotácia	496 998	0	496 998
	Podiel vlastných prostriedkov	25,05%	100,00%	25,50%
Spolu	Celkom	2 648 637	18 938	2 667 575
	Vlastné	662 885	18 938	681 823
	Dotácia	1 985 752	0	1 985 752
	Podiel vlastných prostriedkov	25,03%	100,00%	25,56%

Rozdelenie financií medzi hlavného riešiteľa a spoluriešiteľov:

Subjekt	Celkom	Vlastné prostriedky	Dotácia
VIPO a.s.	2 333 581	597 829	1 735 752
Žilinská univerzita	333 994	83 994	250 000
Spolu	2 667 575	681 823	1 985 752

Typy projektov:

1. Projekt aplikovaného výskumu „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE“, začiatok 11/2013, koniec 10/2016
2. Projekt ochrany práv priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“, začiatok 11/2013, koniec 10/2016

Časový harmonogram projektov:

1. Projekt aplikovaného výskumu „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE“

<i>P.č.</i>	<i>Názov etapy</i>	<i>Začiatok etapy</i>	<i>Koniec etapy</i>
1	Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu	11/2013	10/2016
2	Stanovenie vplyvu povrchovej úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave	01/2014	12/2015
3	Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení	01/2015	12/2015
4	Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán	11/2013	10/2016
5	Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení	11/2013	10/2016
6	Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom	06/2014	10/2016
7	Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách	11/2013	10/2016
8	Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie	11/2013	10/2016
9	Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie	11/2013	10/2016

2. Projekt ochrany práv priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“

<i>P.č.</i>	<i>Názov etapy</i>	<i>Začiatok etapy</i>	<i>Koniec etapy</i>
1	Ochrana výstupov riešenia projektu aplikovaného výskumu „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov-PROTYRE“	11/2013	10/2016

Plánované výstupy riešenia:

1. Projekt aplikovaného výskumu „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE“

Názov etapy riešenia	Ciele riešenia
1 Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu	<ul style="list-style-type: none">– výber faktorov plánovaného experimentu pogumovania pätkového drôtu– zostavenie plánovaného experimentu– realizácia plánovaného experimentu– matematické spracovanie plánovaného experimentu– 1 karentovaná publikácia– 3 nekarentované publikácie
2 Stanovenie vplyvu povrchovej úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave	<ul style="list-style-type: none">– návrh generátora plazmy pre povrchové úpravy drôtu– zostavenie generátora plamy pre povrchové úpravy drôtu– 1 karentovaná publikácia– 3 nekarentované publikácie

3	Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení	<ul style="list-style-type: none"> – technológia antiadhéznej úpravy povrchov – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
4	Štúdium korelácií merateľných vlastností nanosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán	<ul style="list-style-type: none"> – databáza pre prediktívne hodnotenie vhodnosti gumových zmesí – 1 karentovaná publikácia – 3 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
5	Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení	<ul style="list-style-type: none"> – návrh testovacieho zariadenia na štúdium procesov extrúzneho pogumovania drôtu – zostavenie testovacieho zariadenia na štúdium procesov extrúzneho pogumovania drôtu – koncept optimalizovaného riadenia bezzásobníkových navíjacích liniek – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
6	Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom	<ul style="list-style-type: none"> – návrh prenosu a spracovania dát pri diaľkovej diagnostike výrobných liniek – systém prenosu a spracovania dát pri diaľkovej diagnostike výrobných liniek – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
7	Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách	<ul style="list-style-type: none"> – zostavenie optického zariadenia na kontrolu kvality pätkových lán – zostavenie zariadenia na kontrolu kvality pogumovania drôtu – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
8	Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie	<ul style="list-style-type: none"> – návrh integrácie procesu prípravy kompletu lano - jadro extrémnych rozmerov – návrh systému na prípravu jednodrôtových pravouhlých lán – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva
9	Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie	<ul style="list-style-type: none"> – analýza konštrukčných riešení z ergonomických hľadísk – návrh optimalizácie ergonomických riešení výrobných zariadení – 2 nekarentované publikácie – 1 výstup charakteru chráneného duševného vlastníctva

2. Projekt ochrany práv priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“

Názov etapy riešenia		Plánované výstupy riešenia
1	Ochrana výstupov riešenia projektu aplikovaného výskumu „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE“	– 7 výstupov charakteru chráneného duševného vlastníctva (patent, úžitkový vzor)

Prípadný dopyt po výstupoch / využitie výsledkov

Projekt „Výskum a vývoj Hi-Tech integrovaných strojnotechnologických systémov pre výrobu automobilových plášťov – PROTYRE“ 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 2013:

Riešenie projektu začalo v novembri 2013. 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 rozšírené pracovisko výskumu a vývoja o 10 nových pracovných miest, z toho o sedem pracovných miest v oddelení výrobných strojov a zariadení a o tri pracovné miesta v oddelení technológie makromolekulových látok.

Náplňou riešenia v období november – december 2013, ktoré predstavovalo počiatočnú fázu projektu, bolo hlavne:

- stanovenie podrobného metodologického postupu riešenia v jednotlivých tematických okruhoch
- výber potenciálnych partnerov na riešenie čiastkových úloh disponujúcich príslušným prístrojovým vybavením a know-how z daných oblastí

V jednotlivých etapách, ktorých riešenie prebiehalo v období november – december 2013, boli realizované tieto činnosti:

Etapa č. 1 „Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“:

Bol spracovaný rámcový návrh plánovaného experimentu smerujúci k optimalizácii procesu pogumovania oceľových kordov z hľadiska kvality produkcie. V prvom kroku plánovaného experimentu sa vykoná základná analýza vplyvov parametrov procesu pogumovania s výberom takých parametrov, ktoré budú mať na výslednú kvalitu produkcie významný vplyv. Uvažuje sa testovať nasledovné faktory:

- rýchlosť posunu drôtu
- teplota vytlačacej hlavy a teplota zmesi na hubici
- tlak na hlave vytlačacieho stroja
- tvar a rozmery hubice
- procesné parametre spracovávanej zmesi (najmä viskozita, narastanie za hubicou)
- predohrev drôtu

Ako výstupné parametre (kvalitatívne parametre produkcie) sa budú sledovať:

- hmotnosť lana
- rozmery lana (šírka, výška, hrúbka nánosu, nehomogenita hrúbky nánosu)
- teplota zmesi na výstupe za hubice
- rovnomernosť nánosu pozdĺž lana
- viskozita zmesi za hubicou

Za týmto účelom sa predpokladajú úpravy na pogumovacej linke (snímanie teploty zmesi na hubici a za hubicou) ako aj výroba prípravkov na odber vzoriek za hubicou (odoberanie nasekaných kúskov lana pre vyhodnotenie homogenity nánosu).

Predpokladá sa experimentovanie v dvoch samostatných blokoch, z ktorých prvý bude predstavovať základný experiment zameraný na selekciu štatisticky významných faktorov a stanovenie rozpätia faktorov pre následný optimalizačný experiment zameraný na optimalizáciu procesu pogumovania drôtu.

Etapa č. 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“:

Vykonal sa výber metodík použiteľných na stanovenie merateľných parametrov gumových zmesí používaných na pogumovanie drôtu pri výrobe pätkových lán a stanovil sa predbežný súbor parametrov na hodnotenie kvality pogumovania. Súbor merateľných parametrov gumových zmesí bude obsahovať predovšetkým:

- viskozita Mooney
- reologické parametre pri dynamickom namáhaní pri meniacej sa frekvencii, uhle deformácie, izotermicky, neizotermicky, (Rubber Process Analyser), (meniacou sa frekvenciou a uhlom deformácie možno modelovať rýchlosť a geometriu závitovky extrúdera)
- kontaktná lepiivosť nánosovej zmesi (peel test, test s guľôčkou a naklonenou rovinou, Tel-Tac test)
- povrchové napätie a uhol zmáčania

Etapa č. 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“:

Na základe požiadaviek na získanie dát z technologického procesu pogumovania pre potreby realizácie navrhnutého plánovaného experimentu na optimalizáciu procesu pogumovania oceľových kordov a na štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu bol vypracovaný ideový návrh testovacieho zariadenia na simuláciu procesu výroby pätkových lán. Zariadenie bude pozostávať zo sekcie odvíjania s riadeným odtáhom, pogumovacieho systému s rozšírenými možnosťami snímania tlaku a teploty v pogumovacej hlave a modulu na navíjanie pogumovaného drôtu s možnosťou odoberania vzoriek.

Etapa č. 7 „Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“:

Vypracovala analýza požiadaviek na rozsah meraní potrebných na efektívnu priebežnú kontrolu navíjania pätkových lán a bola stanovená relatívna významnosť vplyvu jednotlivých meraných veličín na kvalitu produkcie. Ako veličiny s najvyšším vplyvom na kvalitu procesu pogumovania sa ukázala hrúbka gumovej vrstvy a teplota drôtu pred vstupom do pogumovacieho systému. Na predchádzanie hrubým chybám v nastavení navíjacej linky je významná kontrola roztvorenia navíjacej formy.

Etapa č. 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“:

V etape systémovej a logistickej integrácie technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie sa obdobím november – december 2013 zrealizovala štúdia realizovateľnosti robotického pracoviska pre odkladanie pätkových lán pre variantné riešenia transportných zariadení realizujúcich prepojenia navíjacej časti linky s nasledujúcimi technologickými modulmi.

Etapa č. 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“:

Bola vypracovaná úvodná štúdia k aplikácii ergonómie v priemyselnej praxi s dôrazom na výrobu automobilových plášťov, ktorá bude slúžiť ako metodologický základ pre optimalizáciu konštrukčných riešení strojnotechnologických zariadení z hľadiska uľahčenia a zjednodušenia montáže zariadenia, prestavovania pri zmene výroby a výkonu servisných úkonov, pri integrácii jednotlivých pracovísk do výrobných celkov a pri komplexnom začlenení pracoviska do výrobného systému.

Ďalej sa vykonal prieskum možných partnerov, ktorí disponujú potrebným know-how a technickým vybavením na realizáciu experimentov s modifikáciou povrchu ocele a na matematicko-štatistické vyhodnotenie experimentálnych dát. Z oslovených subjektov prejavili záujem podieľať sa na výskume:

- Výskumno-vývojové centrum pre nízkonákladové plazmové a nanotechnologické povrchové úpravy CEPLANT ústavu fyzikálnej elektroniky prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne
- Ústav chémie a biotechnológie katedry pokročilých materiálov a funkcionálnych technológií technologickej fakulty Iwate University v Morioka, Japonsko
- Oddelenie plastov a kaučuku ústavu prírodných a syntetických polymérov fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity

Vďaka účasti zahraničných partnerov bude možné pri riešení projektu na štúdium vplyvu povrchových úprav na opracované povrchy a na charakterizáciu interakcií medzi povrchmi využiť prístrojovú techniku svetovej úrovne predovšetkým:

- röntgenovú fotoelektrónovú spektroskopiu (XPS) s odprašovaním (sputtering) C60 fullerénovými iónovými lúčmi
- infračervenú spektroskopiu s Fourierovou transformáciou (FTIR)
- nanotermickú analýzu (Nano-TA)
- mikroskopiu atomárných síl (AFM)

- hmotnostnú spektrometriu sekundárnych iónov s analyzátorom doby letu (time-of-flight) (TOF-SIMS)
- skenovací elektrónovú mikroskopiu s autoemisnou tryskou (FESEM)
- dynamicko-mechanickú analýzu (DMA) na rozhraní kov – guma

Hlavné realizované výsledky za rok 2014:

V roku 2014 prebiehalo riešenie ôsmych z celkom deviatich etáp projektu. V jednotlivých etapách boli v roku 2014 realizované tieto činnosti:

Etapa č. 1 „Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“:

V rámci riešenia etapy č. 1 bol v spolupráci s Oddelením plastov a kaučuku ústavu prírodných a syntetických polymérov fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity teoreticky pripravený a zrealizovaný 5-úrovňový trojfaktorový centrálne zložený rotovateľný plánovaný experiment typu 2^3 s centrálnymi a hviezdovými bodmi. Faktormi predstavujúcimi nezávislé premenné experimentu boli:

- rýchlosť prechodu drôtu pogumovacou hlavou vytlačovacieho stroja (rozsah 100 – 180 m/min)
- teplota pogumovacej hlavy regulovaná termoregulačným systémom vytlačovacieho stroja (rozsah 70 – 100°C)
- tlak v pogumovacej hlave (rozsah 130 – 200 bar)

Závislé premenné (odozvy) experimentu boli teplota pogumovaného drôtu po výstupe z pogumovacej hlavy a hmotnosť piatich návinov pogumovaného drôtu vytváraných po jednom na navíjacej forme. Regresnou analýzou experimentu sa získali kvantitatívne modely závislostí závislých premenných na faktoroch experimentu

Etapa č. 2 „Stanovenie vplyvu úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave“

V rámci riešenia etapy č. 2 boli zrealizované experimenty s úpravou povrchu uhlíkovej ocele rovnakého zloženia, ako má oceľový drôt používaný na výrobu pätkových lán plazmovou technológiou za atmosférického tlaku založenou na difúznom koplánárnom povrchovom bariérovom výboji. Experimenty s povrchovou úpravou ocele sa vykonávali v spolupráci s Výskumno-vývojovým centrom pre nízkonákladové plazmové a nanotechnologické povrchové úpravy CEPLANT ústavu fyzikálnej elektroniky prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne, Česká republika, Ústavom polymérov Slovenskej akadémie vied a Ústavom chémie a biotechnológie katedry pokročilých materiálov a funkcionálnych technológií technologickej fakulty Univerzity Iwate v Morioko, Japonsko, kde bola okrem úpravy povrchu atmosférickou a nízkotlakovou plazmou predmetom výskumu i úprava pomocou promotorov adhézie. Ukázalo sa, že navrhnutý spôsob úpravy kovových povrchov plazmou orientovaný na aplikácie úprav výstužných materiálov na zvýšenie adhézie elastomérnych zmesí v gumárskom priemysle predstavuje významnú inováciu a z tohto dôvodu bola na ochranu riešenia podaná prihláška vynálezu so žiadosťou o udelenie patentu č. PV 2014-912 „Způsob úpravy výstužného drátu pro zvýšení adheze elastomerní směsi“. Žiadosť bola podaná pro-

stredníctvom Centra transferu technológií Univerzity Tomáša Baťu v Zlíne, Česká republika so zámerom rozšírenia i na teritória mimo Českej republiky. Bola tiež vyvinutá originálna metóda merania adhézie nezvulkanizovanej elastomérskej zmesi voči povrchom kovových materiálov, ktorá bola predmetom prihlášky úžitkového vzoru č. PUV-2014-30432 „Zkušební těleso pro stanovení adheze nezvulkanizované kaučukové směsi k substrátu“.

Etapa č. 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“

V rámci riešenia etapy č. 4 boli vykonané testy elastomérsnych zmesí používaných na pogumovanie pätkového drôtu pri navíjaní pätkových lán v európskych a ázijských závodoch koncernu Continental AG a v podniku Belšina, O.A.O. v Bielorusku. Celkom boli na testovanie použité 3 typy zmesí v 6 variantoch podľa príslušných výrobných závodov. Obsahom testov bolo stanovenie vulkanizačných charakteristík elastomérsnych zmesí reometrom MDR 2000E a reologických vlastností oscilačným reometrom Rubber Process Analyzer 2000 EDR. Vzhľadom k tomu, že na technologický krok navíjania pätkového lana nadväzuje krok aplikácie jadrového profilu vytlačovaného z elastomérskej zmesi, vykonali sa stanovenia vulkanizačných charakteristík aj pre 6 zmesí používaných na výrobu jadrových profilov z výrobných závodov zo Slovenska, Číny a Bieloruska.

Výsledky stanovenia vulkanizačných charakteristík pogumovacích zmesí ukazujú výraznú variabilitu jednotlivých zmesí. Z hľadiska aplikácie týchto zmesí vo výrobe pätkových lán sa ako významná charakteristika javí bezpečnosť vulkanizácie, kde by pri nízkych hodnotách parametra mohlo dôjsť k predčasnej vulkanizácii zmesi a tiež minimálny krútiaci moment, kde vysoké hodnoty indikujú vyššiu viskozitu zmesi, čo sa môže negatívne prejaviť na toku zmesi pri pogumovaní. K podobným záverom viedlo i testovanie elastomérsnych zmesí na vytlačovanie jadrových profilov.

Výsledky stanovenia reologických vlastností pogumovacích zmesí oscilačným reometrom ukazujú relatívne veľký rozdiel v hodnotách komplexného šmykového modulu v oblasti nízkych deformácií. S kvalitou pogumovania drôtu by mohla významne súvisieť hodnota stratového uhla $\text{tg}(\delta)$ pri 1 000% deformácie, ktorá má vzťah k správaniu sa zmesi po opustení vytlačovacej hubice (tzv. narastanie za hubicou).

Pri gumových zmesiach určených na vytlačovanie jadrových profilov sa ako významná charakteristika javí hodnota stratového uhla $\text{tg}(\delta)$ pri 50 Hz, ktorá súvisí s kvalitou povrchu vytlačeného gumového profilu.

Etapa č. 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“

V časti vypracovania a analýz konceptu riadenia a optimalizácie bezzásobníkových navíjacích liniek pokračovalo riešenie etapy č. 5 v roku 2014 v alternatívach:

- samostatného riadenia modulov zásobníka a navíjania
- integrovaného riadenia celej linky s riadeným zásobníkom

Boli navrhnuté a analyzované dva koncepty bezzásobníkového riadenia linky a navíjania:

1. koncept riadeného odvíjania, rozpracovaného ako kompenzátor v odvíjacej časti spolupracujúci s vyrovnávacím kompenzátorom v časti odťahu pogumovaného drôtu
2. koncept riadeného odťahového kompenzátora v časti medzi navíjacím a odvíjacím modulom

V spolupráci s firmou Rockwell Automation Slovakia, s.r.o. pokračovalo riešenie konceptu riadeného odvíjania a vytváranie simulačného softvéru samostatného riadenia modulov riadeného odťahu a modulu vyrovnávacieho kompenzátora.

V rámci riešenia návrhu a simulačného modelovania riadenia odvíjacieho modulu, vyrovnávacieho zásobníka a navíjacieho modulu s premenným vzťahom master – slave podľa fázy navíjacieho cyklu bol spracovaný koncept riadeného odťahového kompenzátora. Model konceptu sa v spolupráci s firmou NES Nová Dubnica s.r.o. začal transformovať do simulačného prostredia.

V časti tvorby konceptu riadenia finalizačných operácií výroby automobilových plášťov bolo v roku 2014 na základe vykonaných analýz zrealizované testovanie aplikácie decentralizovaného riadenia na malých strojoch a prenos riadenia z prostredia programovateľných logických ovládačov (PLC) do riadenia samotných frekvenčných meničov.

Ďalej sa v roku 2014 zrealizovala optimalizácia riadenia trojosého manipulátora obsluhujúceho navíjaciu a jadrovaciu linku pätkových lán s cieľom odstrániť časové prestoje manipulátora vykonávajúceho presun pätkových lán medzi uvedenými automatickými linkami v integrovanom systéme na prípravu kompletov pätkové lano – jadro a zvýšiť produktivitu výrobného systému. V optimalizácii riadiaceho systému sa podarilo zvýšiť prísun pätkových lán za interval 5 minút z 9 na 13, čím teoretická výrobná kapacita integrovaného systému na prípravu kompletov pätkové lano – jadro vzrástla z 864 na 1 248 kusov navinutých a ojadrovaných lán.

Etapa č. 6 „Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom“

V rámci riešenia etapy č. 6 bol v roku 2014 vykonaný prieskum hardvérových a softvérových prostriedkov z hľadiska vhodnosti pre automatickú diagnostiku technologických zariadení so vzdialeným prístupom. Na základe vykonaného prieskumu boli zvolené prostriedky spĺňajúce požiadavky na zabezpečenie komunikačného kanála k hardvérovému prostriedku a na softvérové požiadavky. Bola vykonaná analýza zariadenia od firmy eWON Cosy (connection easy) a bol navrhnutý koncept vzdialeného prístupu.

Ďalej bol vykonávaný výber dát, ktoré by boli predmetom zálohovania a štatistiky a analýza jednotlivých miest technologických zariadení, v ktorých by sa tieto dáta snímali. Z analýzy vyplynul záver, že uzly mechanických bodov, z ktorých by sa mali zbierať dáta pre vzdialenú diagnostiku, bude potrebné prekonštruovať tak, aby umožnili osadenie príslušnými snímačmi.

Etapa č. 7 „Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“

V rámci riešenia etapy č. 7 bol v roku 2014 navrhnutý koncept systémov:

1. nepriameho merania vnútorného priemeru pätkového lana
2. priameho merania rozmerových a geometrických charakteristík pätkového lana:
 - merania rozmerových a geometrických charakteristík pätkového lana
 - systému snímania hmotnosti pätkového lana
 - polohovania manipulátora pätkových lán, aby pri výbere lana nedochádzalo k mechanickému poškodeniu lana uchopovacím systémom manipulátora.

Princíp nepriamej kontroly priemeru navinutých pätkových lán sa zakladá na meraní dĺžky drôtu navinutého na formu inkrementálnym snímačom. Na overenie navrhnutého princípu bol zrealizovaný experiment na zariadení na súčasné navíjanie dvoch jednodrôtových pätkových lán. Experiment preukázal použiteľnosť princípu nielen pri kontrole rozmeru lana ale i pri kontrole konzistentnosti lán vyrábaných na jednotlivých navíjacích miestach liniek na súčasné navíjanie viacerých pätkových lán.

Koncept systému merania rozmerových a geometrických charakteristík pätkového lana umožňuje stanovenie vnútorného priemeru (kruhovitosti) pätkového lana a vyhodnotenie celistvosti pätkového lana pomocou optických snímačov. Z dôvodu konštrukčnej variability liniek na navíjanie pätkových lán bol systém merania vnútorného priemeru a kruhovitosti pätkového lana navrhnutý v troch variantoch:

- meranie kruhovitosti z vnútra staticky
- meranie kruhovitosti z vnútra dynamicky
- meranie kruhovitosti z bočnej strany

Koncept merania celistvosti pätkového lana bol vypracovaný vo variante merania pomocou laserového profilometra a vo variante merania pomocou laserového snímača vzdialenosti. Návrh merania celistvosti pätkového lana pomocou laserového profilometra predpokladá buď statické snímanie oblasti odstihu drôtu zvrchu, resp. zo strany alebo dynamické snímanie zvrchu s kontrolou polohy odstihu drôtu. Pri použití laserového snímača vzdialenosti je usporiadanie systému rovnaké ako pri statickom meraní s profilometrom, avšak snímač vzdialenosti sa pohybuje v osi rovnobežnej s geometrickou osou meraného lana.

Koncept snímania hmotnosti pätkového lana je navrhnutý na princípe tenzometrických snímačov. V prvom variante sa hmotnosť pätkového lana sa bude snímať na efektore manipulátora a tenzometrický snímač sa nainštaluje medzi prírubu ktorá spája efektor s vertikálnym ramenom. V druhom variante sa snímanie hmotnosti vykoná na meracom stende vybavenom tenzometrickými snímačmi. Pätkové lano bude do meracieho stendu prepravovať manipulátor. Samostatný merací stend by bolo možné upôsobiť aj na optické meranie vnútorného priemeru a celistvosti lana, čím by vzniklo komplexné meracie zariadenie.

Systém polohovania manipulátora bol navrhnutý vo variante s bodovým snímaním a vo variante s čiarovým snímaním. Pri variante s bodovým snímaním by sa použil plochý difúzny snímač umiestnený na efektore manipulátora. Vo variante s čiarovým snímaním sa použije profilový snímač. Samotné meranie sa vykoná v čase, keď sa manipulátor nepohybuje a na základe merania určí systém manipulátoru ideálnu polohu na odobratie lana.

Etapa č. 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

V rámci riešenia etapy č. 8 boli v roku 2014 navrhnuté koncepty týchto zariadení:

- zariadenia na automatickú fixáciu (ovíjanie) koncov drôtov pätkových lán
- zariadenia na manipuláciu s pätkovými lanami k linke pre jadrovanie pätkových lán nákladných plášťov
- integrovaného pracoviska na výrobu kompletu pätkové lano – jadrová výplň veľkých priemerov

Zariadenie na automatickú fixáciu koncov drôtov pätkových lán je včlenené medzi operáciu navíjania lana v navíjacom module a operáciu odkladania lán robotom na transportné vozíky. Zariadenie je výhodne integrované do odoberacieho manipulátora, čo umožňuje počas transportu lana z formy do polohy pre odoberanie robotom vykonať operáciu fixácie koncov drôtu lana bez potreby začlenenia ďalšieho pracoviska a operátora do procesu výroby pätkového lana. Konštrukčné riešenie zariadenia na automatickú fixáciu koncov drôtov pätkových lán je predmetom podanej prihlášky úžitkového vzoru PUV 158-2014 – Zariadenie a spôsob na fixáciu koncov drôtov pätkových lán.

Zariadenie na manipuláciu s pätkovými lanami k linke na jadrovanie pätkových lán nákladných plášťov je určené na vkladanie neojadrovaných pätkových lán z prepravného vozíka do jadrovacej linky pätkových lán pre nákladné plášte a na odkladanie hotových ojadrovaných lán do prepravných vozíkov. Navrhnuté riešenie umožňuje vkladanie separačných plastových vložiek medzi laná na prepravnom vozíku. Manipulačné zariadenie rieši nielen manipuláciu s lanami pri operácii jadrovania, ale schopnosťou komunikovať s prostriedkami na prepravu polotovarov (navinuté lano, resp. ojadrované lano) umožňuje tiež dosiahnuť zvýšenie kompaktnosti logistiky technologického procesu prípravy polotovarov pre výrobu automobilových plášťov.

Integrované pracovisko na výrobu kompletu pätkové lano – jadrová výplň veľkých priemerov je určené na výkon týchto technologických operácií:

- navíjanie pätkového lana
- aplikácia špirálovito vinutej pásy na lano
- aplikácia jadra
- manipulácia s pätkovým lanom

Integrované pracovisko sa vyznačuje tým, že vyrába dva rozsahy priemerov v pätkových lán – 635 mm až 1450 mm s robotickou manipuláciou a 1450 mm až 1600 mm s manipuláciou pomocou ručného manipulátora s nosnosťou do 160 kg, pričom na prípravu pogumovaného drôtu sa využíva jedno pracovisko.

V rámci etapy č. 8 boli v roku 2014 vypracované počítačové modely zariadenia na uchytenie počiatku navíjaného drôtu pätkového lana v navíjacej forme a ukladacej hlavy drôtu so zariadením na strihanie navíjaného drôtu. Na zariadenie na uchytenie počiatku navíjaného drôtu pätkového lana v navíjacej forme bola podaná prihláška úžitkového vzoru.

Etapa č. 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

Predmetom riešenia etapy č. 9 bola v roku 2014 ergonomická analýza procesu manipulácie s cievkami s drôtom pri výmene cievok v odvíjacích staniách liniek na výrobu pätkových lán. Cieľom riešenia bolo hodnotenie rizík, ergonomie, časového hospodárstva a návrhy riešení pre definované riziká. Predmetom ergonomických analýz bola linka na súčasné navíjanie 5 viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu LIBEPAL V5 a linka na navíjanie jednodrôtových pätkových lán hexagonálneho prierezu. LIHEXAL. Na základe ergonomických analýz sa vykonalo modelovanie rizikových polôh v softvéri Tecnomatix, boli spracované katalógy rizík pre obe zariadenia s identifikáciou miery rizika a boli prijaté odporúčania ku konštrukčným riešeniam systémov manipulácie s cievkami s drôtom navrhnutým VIPO a.s.

Projekt ochrany priemyselného vlastníctva

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“ boli v roku 2014 vykonané tieto činnosti:

- bola podaná prihláška vynálezu so žiadosťou o udelenie patentu č. PV 2014-912 – Způsob úpravy výstužného drátu pro zvýšení adheze elastomerní směsi
- na základe podaných prihlášok boli udelené úžitkové vzory:
 - UV-6885 – Zariadenie na uchytenie počiatku navíjaného drôtu pätkového lana
 - UV-6911 – Zariadenie na strihanie navíjaného drôtu pätkového lana
- boli podané prihlášky úžitkových vzorov so žiadosťou o zápis úžitkového vzoru do registra:
 - PUV 149-2014 – Spôsob kontroly priemeru navinutých pätkových lán
 - PUV 158-2014 – Zariadenie a spôsob na fixáciu koncov drôtov pätkových lán
 - PUV 2014-30432 – Zkušební těleso pro stanovení adheze nezvulkanizované kaučukové směsi k substrátu

Hlavné realizované výsledky za rok 2015:

V roku 2015 prebiehalo riešenie všetkých deviatich etáp projektu. V jednotlivých etapách boli v roku 2015 realizované tieto činnosti:

Etapa č. 1 „Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“

Výskum stanovenia významnosti vplyvu technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na charakteristiky pogumovania pokračoval prípravou, realizáciou a matematicko-štatistickým vyhodnotením plánovaného experimentu dvojnásobnej linky na navíjanie jednodrôtových hexagonálnych pätkových lán. Oproti predchádzajúcim experimentom bolo experimentálne zariadenie doplnené o optické snímanie hrúbky pogumovaného drôtu a automatické snímanie teploty pogumovaného drôtu pred vstupom do vyrovnávacieho zásobníka s automatickým zápisom oboch veličín. Plánovaný experiment bol zostavený ako päťúrovňový dvojfaktorový centrálny zložený rotovateľný experiment typu 2^2 s centrálnymi a hviezdovými bodmi s nezávislými premennými teplotou a tlakom v pogumovacej hlave. Závislými premennými boli okrem teplotných charakteristík hmotnosť navinutého lana, dĺžka

drôtu spotrebovaného na navinutie lana a priemer pogumovaného drôtu. Matematicko-štatistické vyhodnotenie výsledkov experimentu ukázalo, že na danom experimentálnom zariadení bolo možné identifikovať štatisticky významné závislosti medzi nezávislými premennými (teplota, tlak) a závislými premennými, hlavne hmotnosťou navinutého lana, dĺžkou drôtu spotrebovaného na navinutie lana a priemerom pogumovaného drôtu, keďže tieto charakteristiky možno považovať za kvantifikovateľné parametre kvality pogumovania významné pre technologickú prax.

Etapa č. 2 „Stanovenie vplyvu úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave“

V rámci výskumu vplyvu úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave sa dokončovali experimenty so zvyšovaním adhézie povrchu uhlíkovej ocele ku gumovej zmesi na báze prírodného kaučuku pomocou silanizačných činidiel. Následne sa zrealizovali obdobné experimenty so silanizačnými činidlami na zliatinách na báze medi (mosadz, bronz), ktoré modelujú vlastnosti pokoveného povrchu pätkového lana. Okrem silanizačných činidiel sa na úpravu povrchu bronzu použili aj roztoky, resp. disperzie niektorých kovových mydiel v skvaléne.

Výskum aktivácie povrchov substrátov pomocou difúzneho koplanárneho povrchového bariérového výboja (DCSBD) pri atmosférickom tlaku pokračoval experimentami s uhlíkovou oceľou a bronzom. Predmetom výskumu bol vplyv meniacich sa podmienok pri aplikácii DCSBD výboja na povrchovú energiu, uhol zmáčania a adhéziu v nevulkanizovanom stave.

V rámci výskumu chemickej modifikácie povrchov sa zrealizovali experimenty s piatimi typmi adhéziu zvyšujúcich živíc (terpénfenolické, uhl'ovodíkové, α -metylstyrénové, fenolické a estery kolofónie) s variabilnou koncentráciou od 0,5 do 5%. Experimenty preukázali nárast adhézie povrchov kovu a gummy a i na zvýšenie kohéznej pevnosti gumovej zmesi.

Chemické zmeny na povrchoch skúmaných substrátov po expozícii fyzikálnym faktorom a chemickým činidlám sa stanovili prvkovou analýzou použitím röntgenovej spektrálnej analýzy (XPS) a fourierovsky transformovanou infračervenou spektroskopiou (FT-IR). Fyzikálne zmeny sa hodnotili meraním kontaktného uhla voči destilovanej vode, meraním povrchovej energie a na hodnotenie tepelných vlastností vytvoreného filmu na povrchu substrátu sa použila nanotermická analýza (Nano-TA). Morfológia povrchu nanosených filmov sa hodnotila pomocou spektroskopie atomárnych síl (AFM).

Výsledky vykonaných experimentov s chemickými a fyzikálnymi úpravami povrchu ocele a zliatin na bázy medi preukázali, že medzi testovanými chemickými činidlami a fyzikálnymi úpravami povrchov kovov existujú také, ktoré by bolo možné aplikovať na zvýšenie adhézie gummy k povrchu drôtu i v technológii výroby pätkových lán. Z chemických činidiel ide o silanizačné činidlá a živice, z fyzikálnych metód ide hlavne o difúzny koplanárny povrchový bariérový výboj. Na použitie tejto metódy pri výrobe pätkových lán bol vyvinutý špeciálny aplikátor.

Etapa č. 3 „Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení“

Výskum eliminácie adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení, hlavne liniek na navíjanie pätkových lán a liniek na aplikáciu jadrových profilov, začal vypracovaním analýzy zameranej na identifikáciu komponentov zariadení, pri ktorých adhézia nezvulkanizovanej gumovej zmesi na povrchu predstavuje najväčšie problémy.

Na zníženie nežiaducej adhézie gumovej zmesi k povrchom technologických zariadení sa navrhli tieto úpravy povrchov:

- a. úprava povrchu metódou studeného nástreku (Cold Spray Method)
- b. úprava povrchu metódou termického nástreku za studena
- c. úprava povrchu teflónovaním

Účinnosť vyššie popísaných úprav sa vyhodnotila meraniami adhézneho pevnosti nezvulkanizovanej gumovej zmesi voči upraveným povrchom a referenčným vzorkám, pričom na upravených povrchoch sa vo všetkých prípadoch preukázalo významné zníženie adhézneho pevnosti nezvulkanizovanej gummy.

Okrem výskumu povrchových úprav sa vykonali a vyhodnotili experimenty s kladkami vyrovnávacieho zásobníka pogumovaného drôtu vyrobenými z viacerých polymérnych materiálov na báze polyetylénu s veľmi vysokou molekulovou hmotnosťou (PE-UHMW) a polyamidom (PA 6).

Etapa č. 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nanosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“

V časti výskumu korelácií merateľných vlastností nanosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán bolo riešenie v roku 2015 zamerané na dve oblasti:

1. výskum modelových nanosových zmesí s regulovanou viskozitou a stanovenie vplyvu zmeny dynamickej viskozity na ich fyzikálno-mechanické vlastnosti
2. dopĺňanie databázy merateľných vlastností gumových zmesí vzťahujúcich sa k technologickému procesu pogumovania pätkového drôtu.

Vykonané experimenty s pogumovaním pätkového drôtu (etapa č. 1) identifikovali významný vplyv tokových vlastností gummy na kvalitu pogumovania. Keďže tokové vlastnosti gummy závisia hlavne na jej viskozite, bolo rozhodnuté použiť na výskum vplyvu viskozity gummy na kvalitu pogumovania modelové nanosové zmesi s kontrolovanou viskozitou pri rovnakom chemickom zložení. Boli pripravené štyri druhy kaučuku, pri ktorých sa regulácia viskozity dosiahla rôznou dobou mastifikácie (3, 6 a 10 minút) s peptizačným činidlom. Merania hodnôt dynamickej viskozity mastifikovaných kaučukov a referenčného nemastifikovaného kaučuku ukázali, že vplyvom rôznej doby mastifikácie boli pripravené kaučuky v relatívne širokom rozmedzí dynamickej viskozity. Z mastifikovaných kaučukov a referenčného nemastifikovaného kaučuku sa pripravili modelové nanosové zmesi, na ktorých sa stanovili fyzikálno-mechanické vlastnosti a počiatková adhézia k povrchu bronzových platničiek. Merania ukázali, že zmena dynamickej viskozity ovplyvňuje merané charakteristiky iba mierne, t.j. že zmesi sa svojimi technologickými vlastnosťami nelíšia, takže pri experimentoch s pogumovaním drôtu by sa mal sa prejavovať hlavne vplyv viskozity zmesi a parametrov procesu pogumovania.

V časti výskumu korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán pokračovalo vytváranie a dopĺňanie databázy merateľných vlastností gumových zmesí vzťahujúcich sa k technologickému procesu pogumovania pätkového drôtu.

Etapa č. 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“

V časti vypracovania a analýz konceptu riadenia a optimalizácie bezzásobníkových navíjacích liniek pokračovalo riešenie etapy č. 5 v roku 2015 v alternatívach:

- samostatného riadenia modulov zásobníka a navíjania
- integrovaného riadenia celej linky s riadeným zásobníkom

V rámci rozpracovávania konceptu riadeného odvíjania s kompenzátorom v odvíjacej časti spolupracujúcim s vyrovnávacím kompenzátorom v časti odťahu pogumovaného drôtu boli z jednotlivých modulov systému vypracované virtuálne modely odvíjacej stanice pätkového drôtu a odťahovej stanice pätkového drôtu s kompenzátorom a boli navrhnuté servopohonové jednotky. Simulačné modelovanie tiež umožnilo zdefinovať obmedzenia pre jednotlivé pohonové jednotky, hlavne pre rýchlosť navíjacieho bubna, rýchlosť prechodu drôtu cez pogumovaciu hlavu a množstvo zásoby drôtu v modelových častiach odvíjacej stanice a pomocnej odťahovej stanice.

Vo variante riadeného odťahového kompenzátora v časti medzi navíjacím a odvíjacím modulom bol spracovaný koncept odťahového kompenzátora s riadeným odvíjacím modulom, vyrovnávacím zásobníkom a navíjacím modulom s premenným vzťahom master – slave podľa fázy navíjacieho cyklu vo forme modelu pre simulačné modelovanie. Jednotlivé moduly systému boli rozpracované ako virtuálne modely. Ďalej bolo spracované riešenie technologického senzorového systému na stanovenie ťahu drôtu odťahovaného cez odťahový kompenzátor a systému detekcie pretrhnutia drôtov v oblasti kompenzátora pomocou profilometra.

V rámci riešenie etapy č. 5 tiež vykonala i analýza použitia inteligentných kamerových systémov pri optimalizácii riadenia vytlačovania jadrového profilu pomocou spätnoväzobných slučiek.

Etapa č. 6 „Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom“

V roku 2015 bol rozpracovaný koncept zberu dát doplnený o softwarové riešenie OPC servera (Open Platform Communications), integráciu softwarových modulov a rozšírenie vizualizácie.

Vizualizačné obrazovky systému zobrazujú hlásenia pre prevádzkové hodiny jednotlivých modulov stroja, ktoré sa musia po zadaní doby prehliadnúť a namastiť a u ktorých sa musí skontrolovať opotrebenie. Po potvrdení tlačidla sa údaje o počte prevádzkových hodín jednotlivých častí linky vynulujú. Ak však dôjde k hláseniu o kritickom opotrebení a nutnej výmene, zatlačením tlačidla „Opotrebenie / výmena“ sa prevádzkové hodiny zapíšu do OPC-premennej, ktorá sa ďalej zapíše na server VIPO. Prenos dát je realizovaný pomocou ethernetu vnútro podnikovej siete a internetového pripojenia. Na prenos dát medzi OPC serverom

a podnikovým serverom VIPO je použitý softwarový prostriedok OpenVPN a spojenie so 128 bitovým šifrovacím kľúčom. Dáta sú následne zaznamenávané pomocou softvérového OPC klienta do databázového prostredia MsSQLEXPRESS. K zberu dát sa dopĺňa OCR riešenie skenovania výrobných výkresov, aby na základe predikcie poruchovosti a opotrebenia prvkov bolo možné ku konkrétnej opotrebovanej časti priamo priradiť zodpovedajúci výrobný výkres.

Etapa č. 7 „Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“

Ťažisko riešenia v oblasti kontroly kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán spočívalo vo výskume bezdotykových metód merania vnútorného priemeru pätkového lana. Vykonali sa experimenty s meraním priemeru pomocou CCD snímača, kde sa ukázalo, že táto metóda je použiteľná len pri objektoch s veľmi kontrastným obrysom, ideálne na čiernych dvojrozmerných útvaroch na bielom podklade. Z tohto dôvodu sa ďalší výskum zamerlal na použitie laserových profilmerov. Tento princíp bol v spolupráci s Technickou univerzitou v Košiciach rozpracovaný do fyzického modelu meracieho systému. Merací systém pri testoch presnosti dosiahol neistotu merania priemeru pätkového lana okolo 50 µm.

V oblasti kontroly kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán sa v roku 2015 realizovalo aj optické meranie priemeru pogumovaného drôtu. Na meranie priemeru sa použil optický mikrometrický snímač ODC 2600 s vyhodnocovacím systémom inštalovaný na meracom stende. Aplikáciou optického meracieho zariadenia priemeru pogumovaného drôtu je možné určiť mieru opotrebenia pogumovacieho prievlaku v hlave pogumovacieho extrúdera a upozorniť tak operátorov na potrebu výmeny prievlaku a na prípadné nepogumovanie drôtu, čím možno predísť výrobe chybných pätkových lán.

V oblasti kontroly kvality pri aplikácii jadrových profilov na pätkové lano sa vykonali a analyzovali experimenty s bezdotykovou kontrolou vytlačaného gumového profilu na jadrovacej linke osobných plášťov. Na stanovenie výšky a šírky jadrového profilu boli vyvinuté príslušné softvérové nástroje. Automatické bezdotykové meranie rozmerov vytlačovaného profilu poskytuje dáta pre spätnoväzobnú slučku s integrovaným predikčným systémom, ktorý bude zaisťovať stabilitu rozmerov vytlačovaného jadrového profilu reguláciou prívodu gumovej zmesi do extrúdera.

Na reguláciu intenzity ohrevu pätkového drôtu pred vstupom do pogumovacieho extrúdera bola vyvinutá metóda merania teploty drôtu pomocou termovíznej kamery. Na ohrev drôtu sa použil generátor mikrovlnného vysokofrekvenčného žiarenia. Na ovládanie termovíznej kamery a zápis a vyhodnocovanie získaných dát sa použil softvérový produkt TIMConnect. V sérii experimentov sa otestovala funkcionálnosť meracieho systému a vplyv prostredia na merané hodnoty. Výsledky meraní potvrdili, že navrhnutou metódou je možné zmerať teplotu predhrievaného drôtu dostatočne presne a že získané dáta možno systémom spätnej väzby použiť na riadenie generátora vysokofrekvenčných kmitov.

Etapa č. 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

V časti systémovej a logistickej integrácie technologických zariadení bol v roku 2015 zhotovený fyzický model manipulátora s fixačným zariadením koncov pätkového lana. Následne sa vykonali testy funkčnosti zariadenia a odladenie programov pre riadenie zariadenia a jeho integráciu do navíjacích liniek pätkových lán.

Koncept integrovaného pracoviska na výrobu kompletu pätkové lano – jadrová výplň veľkých rozmerov bol rozpracovaný do podoby virtuálnych modelov a následne fyzických modelov. Integrované pracovisko pozostáva z pracoviska pre výrobu kompletu pätkových lán priemeru 1 450 mm až 1 600 mm, kde sa na manipuláciu používa ručný manipulátor s nosnosťou do 160 kg. Integrované pracovisko na navíjanie a jadrovanie pätkových lán je určené na výkon týchto technologických operácií:

- navíjanie pätkového lana
- aplikácia špirálovito vinutej pásky na lano
- aplikácia jadra
- manipulácia s pätkovým lanom

Do podoby fyzických modelov boli rozpracované tieto moduly integrovaného pracoviska:

- navíjanie hexagonálnych pätkových lán aplikácia špirálovito vinutej pásky na lano
- odoberací manipulátor navinutých pätkových lán
- zariadenie na špirálové ovíjanie pätkového lana gumovou páskou
- zariadenie na aplikáciu jadrového profilu na pätkové laná

Ďalej bol do podoby prototypu rozpracovaný koncept robotického pracoviska na manipuláciu s viacdrôtovými pätkovými lanami na vysokovýkonných štvor-, resp. päťnásobných liniach na navíjanie viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu.

Etapa č. 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

V priebehu roka 2015 bolo vypracované nové riešenie problému kompenzácie rozdielu medzi spotrebou pogumovaného drôtu pri cyklickom procese navíjania lán a produkciou pogumovaného drôtu v kontinuálnom procese pogumovania. Pripravené riešenie spočíva v zásadnej zmene systému kompenzácie, pri ktorej bol klasický gravitačný zásobník pogumovaného drôtu nahradený riadeným kompenzačným systémom. V novom kompenzačnom systéme je zostava kompenzačných kladiek konštruovaná tak, že sústavu posuvných kladiek možno spustiť do spodnej polohy medzi sústavu pevných kladiek, čím sa zavádzanie drôtov do kompenzátoru výrazne zjednoduší a uľahčí.

Na základe vykonaných časových a ergonomických analýz sa začala realizovať optimalizácia konštrukčných riešení častí navíjacích liniek, ktoré si vyžadujú prestavovanie pri zmene výrobného sortimentu a pri výkone servisných zásahov. Predmetom riešenia bol hlavne systém uchytenia a nastavovania navíjacej formy. Bolo vypracované riešenie uchytenia jednotlivých častí segmentovej navíjacej formy spočívajúce v úprave uchytačovacej časti tak, že pri demonštrácii nie je potrebné vyberať jednotlivé uchytačovacie skrutky.

Súbežne s rozpracovaním ergonomicky optimalizovaných konštrukčných riešení kritických častí navíjacích liniek sa v roku 2015 realizovala i vizualizácia optimálneho pracovného postupu pri nastavovaní navíjacej formy linky na navíjanie pätkových lán.

Projekt ochrany priemyselného vlastníctva

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“ boli v roku 2015 podané tri prihlášky úžitkových vzorov:

- PUV 24-2015 – Zariadenie a spôsob na navádzanie a ukladanie drôtu na výrobu pätkových lán (Slovenská republika)
- E 265572 – Zařízení a způsob fixace konců drátů patkových lan (Česká republika)
- 15670002DE – Einrichtung und Verfahren zur Fixierung der Drahtenden an Wulstdrähten (Spolková republika Nemecko)

Hlavné realizované výsledky za rok 2016:

Riešenie projektu bolo ukončené v októbri 2016. V období január – október 2016 prebiehalo riešenie etáp č. 1, 4 a 5 – 9. V jednotlivých etapách boli v roku 2016 realizované tieto činnosti:

Etapa č. 1 „Stanovenie významnosti technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu“

V rámci riešenia etapy č. 1 bolo v roku 2016 zrealizované experimentálne zariadenie na výskum procesu navíjania pätkových lán vybavené zariadeniami umožňujúcimi merania veličín charakterizujúcich proces extrúzneho pogumovania drôtu a navíjania pätkových lán a ich automatický záznam na jednotnej časovej osi. Ďalej bolo zrealizované zariadenie na aplikáciu difúzneho koplánárneho povrchového bariérového výboja na pätkový drôt pred vstupom do pogumovacieho extrúdera.

Na uvedených experimentálnych zariadeniach sa zrealizovala séria skúšok, ktorých cieľom bolo overenie funkčnosti zariadení a meracích systémov a tiež súbor technologických testov na stanovenie vplyvu rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou a pôsobenia plazmy na priemer drôtu na výstupe z pogumovacej hlavy, hmotnosť navinutého lana a adhéziu nezvulkanizovanej gumovej zmesi k povrchu drôtu. Výsledky experimentov boli vyhodnotené štatistickými metódami.

Výsledky vykonaných experimentov s úpravou povrchu drôtu difúznym koplánárnym povrchovým bariérovým výbojom preukázali, že pri použití plazmovej úpravy sa dosiahli štatisticky významne vyššie hrúbky pogumovaného drôtu a hodnoty adhézie nezvulkanizovanej gumy k povrchu drôtu ako na drôte bez plazmovej úpravy, pričom však hmotnosti pätkových lán vyrobených z drôtu s plazmovou úpravou a bez plazmovej úpravy sa štatisticky významne nelíšili.

Etapa č. 4 „Štúdium korelácií merateľných vlastností nánosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán“

V roku 2016 sa vykonali analýzy charakteristík 16 druhov gumových zmesí používaných na pogumovanie drôtu vrátane 4 modelových nánosových zmesí s regulovanou viskozitou pomocou frekvenčného reometra RPA 2000 EDR. Na porovnanie vhodnosti gumových zmesí pre extrúzne pogumovanie sa zvolila ako štandard gumová zmes A-517, ktorá sa používa na pogumovanie drôtu v závodoch Continental Matador. s.r.o. a Continental Matador Truck Tyres, s.r.o. v Púchove, pretože vykazuje stabilne dobré výsledky pogumovania na všetkých typoch navíjacích línii pätkových lán, ktoré sa v uvedených závodoch používajú vo výrobe osobných i nákladných automobilových plášťov. Na základe reologických meraní vo frekvenčnom móde je možné odlišiť zmesi zjavne nevhodné pre extrúzne pogumovanie drôtu. Experimentálne zariadenie na výrobu pätkových lán zostavené v rámci riešenia etapy č. 1 umožnilo vykonať experimenty s pogumovaním drôtu na experimentálnom zariadení na výrobu pätkových lán pri meniacej sa rýchlosti drôtu, ktoré viedli k záveru, že takýmto spôsobom možno stanoviť ďalšie charakteristiky vhodnosti gumových zmesí na extrúzne pogumovanie, hlavne závislosť priemeru drôtu na rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou a plochu hysteréznej slučky ktorú závislosť priemeru drôtu na rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou vytvára pri zvyšovaní a znižovaní rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou. Následne bola v spolupráci s Ústavom prírodných a syntetických polymérov Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity spracovaná úvodná štúdia k aplikácii kapilárnej reológie pri interpretácii výsledkov experimentov s pogumovaním drôtu na experimentálnom zariadení na výrobu pätkových lán pri meniacej sa rýchlosti drôtu a pri posudzovaní vhodnosti gumových zmesí pre extrúzne pogumovanie.

Etapa č. 5 „Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení“

V etape aplikácií progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení bol v roku 2016 formou fyzického modelu zrealizovaný systém riadeného odvíjania pätkového drôtu koncepčne riešený ako kompenzátor v odvíjacej časti spolupracujúci s vyrovnávacím kompenzátorom v časti odťahu pogumovaného drôtu a systém riadeného kompenzačného zásobníka pogumovaného drôtu v časti medzi pogumovacím extrúderom drôtu a odťahovou stanicou s kompenzátorom pätkového drôtu. Oba systémy budú slúžiť na realizáciu konceptu bezzásobníkových línii na súčasné navíjanie viacerých (až šiestich) jednodrôtových pätkových lán s podstatne redukovanými rozmermi kompenzačných zásobníkov pogumovaného drôtu vyrovnávajúcimi kolísanie odoberaného množstva pogumovaného pätkového drôtu v rôznych fázach navíjacieho cyklu, čím sa dosiahne relatívne stabilná rýchlosť prechodu pätkového drôtu pogumovacím systémom, čo, ako ukázali výsledky riešenia etáp 1 – 4, je jednou zo základných podmienok dodržania požadovanej hrúbky pogumovania, hmotnosti a rozmerov navinutých lán.

Etapa č. 6 „Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom“

V nadväznosti na predchádzajúce riešenie sa v roku 2016 realizovalo fyzické naplnenie databáz stavovými hláseniami vzdialených technologických zariadení, napr. z linky na súčasné navíjanie piatich viacdrôtových pätkových lán umiestnenej v závode firmy Continental v Sumter, Južná Karolína, USA. Boli vytvorené databázové skripty, pomocou ktorých sa jed-

notlivé hlásenia filtrovali, čím bolo možné extrahovať dáta o chybových stavoch zariadenia. Získané dáta indikujú čas vzniku a zániku problému a kód mechanickej zostavy, na ktorej sa problém vyskytol. Príslušná mechanická zostava sa v systéme identifikuje a na základe digitalizovanej výkresovej dokumentácie je možné túto zostavu zobrazíť v elektronickej forme spolu s príslušnými podzostavami. Následne boli vypracované filtrovacie skripty pre denné, mesačné, trojmesačné a ročné obdobia, z ktorých možno generovať grafy opotrebenia jednotlivých častí zariadenia.

Súčasťou systému vzdialenej správy je aj obrazovka údržby nachádzajúca sa priamo na zariadení, z ktorej majú servisní pracovníci užívateľa možnosť zaslať hlásenie o výmene a údržbe častí zariadenia. Toto hlásenie má špecifický kód a generuje e-mailovú správu adresovanú na oddelenie predaja náhradných dielov dodávateľa.

Na základe vyfiltrovaných dát je možné priradiť špecifickému hláseniu lokálny kód, čím sa zadefinuje ďalší bod pre sledovanie poruchovosti zariadenia.

Etapa č. 7 „Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán a finalizačných operáciách“

Ťažisko riešenia v oblasti kontroly kvality pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán v roku 2016 spočívalo v realizácii fyzických modelov súboru systémov merania a kontroly pre výrobu pätkových lán obsahujúci:

- a) optické meranie vnútorného priemeru / obvodu, oválnosti a celistvosti pätkového lana
- b) tenzometrické meranie hmotnosti pätkového lana

Meracie a kontrolné systémy podľa bodov a) a b) boli na základe predchádzajúceho výskumu koncipované tak, aby ich bolo možné včleniť do procesu manipulácie s lanom počas jeho premiestnenia z navíjacieho zariadenia do jadrovacieho zariadenia alebo do vyrovnávacieho zásobníka. V období január – jún 2016 bola spracovaná konštrukčná dokumentácia meracích a polohovacích systémov, vykonalo sa obstarávanie elektronických, optických a pneumatických komponentov a realizovala sa výroba mechanických častí systémov. V období do ukončenia riešenia projektu v októbri 2016 boli systémy zmontované a odladené pre použitie v priemyselnej výrobe.

Etapa č. 8 „Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

V časti systémovej a logistickej integrácie technologických zariadení boli v roku 2016 zostavené virtuálne modely integrovaného automatického zariadenia na výrobu jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu. Pri navíjaní jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu je potrebné dosiahnuť, aby sa náviny drôtu v jednotlivých vrstvách polohovali presne na seba a v tejto polohe aj zotrvali i napriek tomu, že po navínutí jednej vrstvy má drôt v nasledujúcej vrstve tendenciu samovoľne sa ukladať do medzier medzi návinnými drôtu v predchádzajúcej vrstve. Navíjacie zariadenie jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu skonštruované ako virtuálny model sa vyznačuje tým, že umožňuje navíjať laná veľkých rozmerov s rozsahom priemerov 28 – 40" (711,2 – 1 016 mm) pre poľnohospodársku techniku,

pričom obvykle sa jednodrôtové pätkové laná pravouhlého prierezu používajú v plášťoch pre osobné automobily s priemerom do 16" (406,4 mm).

Na manipuláciu z pätkovými lanami bol vyvinutý nový manipulačný systém, ktorý sa vyznačuje tým, že umožňuje z navíjacej formy odoberať i laná, ktoré nie sú konštrukčne tuhé, pričom odoberacie kladky sa automaticky nastavujú podľa priemeru vyrábaného lana.

Na základe virtuálnych modelov jednotlivých komponentov integrovaného automatického pracoviska na výrobu jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu veľkých rozmerov so zníženou tuhosťou boli zhotovené fyzické modely navíjacieho a manipulačného modulu.

Etapa č. 9 „Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie“

V roku 2016 pokračovala na základe vykonaných časových a ergonomických analýz optimalizácia konštrukčných riešení častí navíjacích liniek, ktoré si vyžadujú prestavovanie pri zmene výrobného sortimentu a pri výkone servisných zásahov. V rámci riešenia bol vypracovaný detailný optimalizovaný postup výmeny navíjacích foriem a servis pogumovacieho systému na linke na navíjanie viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu.

Optimalizovaný postup bol spracovaný do podoby manuálu, ktorý obsahuje popisy a grafické ilustrácie výkonu týchto operácií:

- výmena navíjacej formy bez zmeny konfigurácie drôtov
- výmena prievlakov v pogumovacej hlave pri zmene konfigurácie bez výmeny navíjacej formy
- súčasná výmena navíjacej formy i prievlakov v pogumovacej hlave
- nastavovanie regulátorov tlaku

Okrem optimalizovaných postupov manuál obsahuje i časové normy na výkon jednotlivých servisných a nastavovacích úkonov.

V nadväznosti na spracovanie optimalizovaného postupu výmeny navíjacích foriem a servisu pogumovacieho systému na linke na navíjanie viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu v podobe klasickej príručky bola vypracovaná aj jeho audiovizuálna verzia.

Projekt ochrany priemyselného vlastníctva

V rámci projektu ochrany priemyselného vlastníctva „Ochrana priemyselného vlastníctva získaného riešením projektu PROTYRE“ boli v roku 2016 spracované patentové rešerše z oblasti bezdotykového spôsobu merania pätkových lán a úpravy pätkových lán atmosférickou plazmou, na základe ktorých budú podané ďalšie prihlášky úžitkových vzorov.

Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov za celé obdobie riešenia projektu

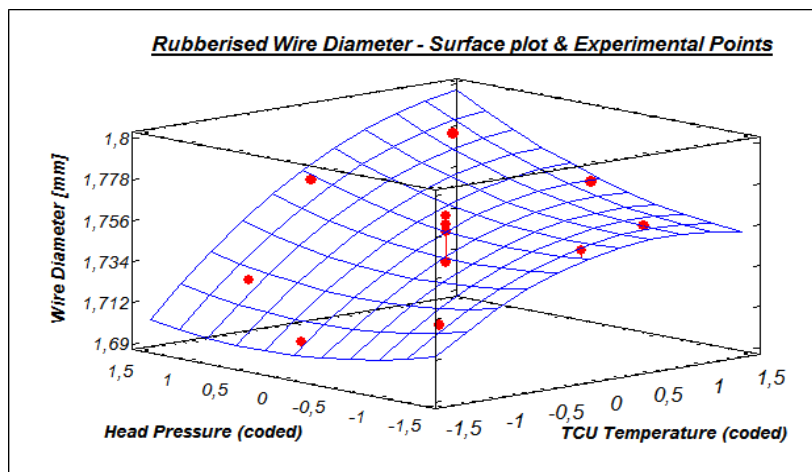
Etapa č. 1: Stanovenie významnosti vplyvu technologických parametrov pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán na kvalitu pogumovania metódou plánovaného experimentu

Predmet riešenia:

Využitie metodológie štatistiky navrhnutého experimentu na kvantitatívne stanovenie významnosti vplyvu technologických parametrov na charakteristiky pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Bol vypracovaný metodologický postup vykonávania štatistiky navrhnutých experimentov na stanovenie kvantitatívnych závislostí parametrov technologického procesu a charakteristík pogumovania drôtu na základe faktorového centrálne zloženého rotovateľného experimentu s centrálnymi a hviezdovými bodmi.
- Zrealizovala sa a matematicko-štatisticky vyhodnotila séria experimentov, ktoré ukázali, že je možné identifikovať štatisticky významné závislosti medzi parametrami technologického procesu (teplota gumovej zmesi, tlak v pogumovacej hlave) a charakteristikami pätkových lán, hlavne hmotnosťou navinutého lana, dĺžkou drôtu spotrebovaného na navinutie lana a priemerom pogumovaného drôtu.
- Bolo zostavené experimentálne zariadenie na výskum procesu navíjania pätkových lán a zariadenie na aplikáciu difúzneho koplánárneho povrchového bariérového výboja (DCSBD) na pätkový drôt pred vstupom do pogumovacieho extrúdera.
- Vykonali sa experimenty s úpravou povrchu drôtu DCSBD, ktoré preukázali, že pri použití plazmovej úpravy sa dosiahli štatisticky významne vyššie hrúbky pogumovaného drôtu a hodnoty adhézie neztvrdzenej gumy k povrchu drôtu ako na drôte bez plazmovej úpravy, pričom však hmotnosti pätkových lán vyrobených z drôtu s plazmovou úpravou a bez plazmovej úpravy sa štatisticky významne nelíšili.



Model závislosti priemeru pogumovaného drôtu na teplote a tlaku – odozvoľná plocha a experimentálne body

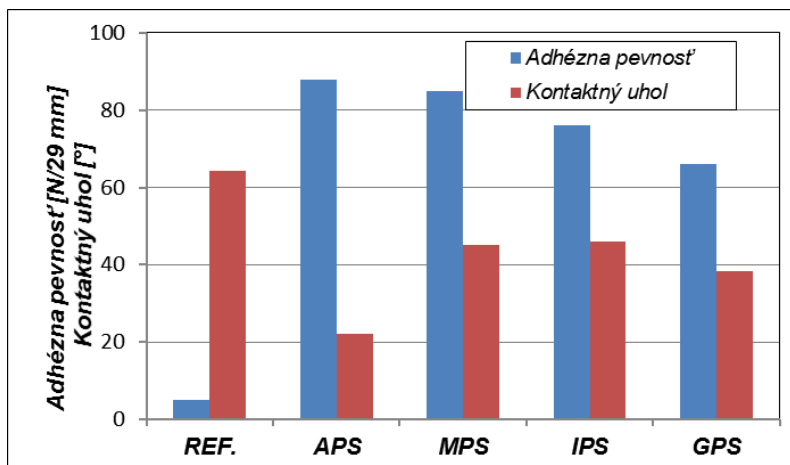
Etapa č. 2: Stanovenie vplyvu úpravy pätkového drôtu na charakter adhézných síl pri poťahovaní gumovou vrstvou v nevulkanizovanom i vulkanizovanom stave

Predmet riešenia:

Výskum metód zlepšenia adhézie nevulkanizovanej gummy k povrchu pätkového drôtu pri extrúznom pogumovaní chemickou alebo fyzikálnou úpravou povrchu drôtu.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Vykonan sa výber metód modifikácie povrchu oceľového drôtu použiteľných v technologickom procese výroby pätkových lán:
 - plazma
 - korónový výboj
 - chemická modifikácia
 - kombinácia uvedených metód
- Bola nadviazaná spolupráca s Výskumno-vývojovým centrom pre nízkonákladové plazmové a nanotechnologické povrchové úpravy CEPLANT Ústavu fyzikálnej elektroniky Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne a Ústavom chémie a biotechnológie Katedry pokročilých materiálov a funkcionálnych technológií Technologickej fakulty Univerzity Iwate v Morioko, Japonsko
- Zrealizovali sa experimenty s úpravou povrchu:
 - a) uhlíkovej ocele:
 - difúznym koplárnym povrchovým bariérovým výbojom pri atmosférickom tlaku (DCSBD)
 - chemickými promotormi adhézie na báze silanizačných činidiel
 - b) zliatin medi (mosadz, bronz), ktoré modelujú vlastnosti pokoveného povrchu pätkového drôtu:
 - silanizačnými činidlami a činidlami na báze triazínu
 - disperziami kovových mydiel v skvaléne
 - adhéziu zvyšujúcimi živcami (terpénfenolické, uhl'ovodíkové, α -metylstyrenové, fenolické a estery kolofónie)
- Na charakterizáciu zmien na povrchoch skúmaných substrátov po expozícii fyzikálnym faktorom a chemickým činidlám sa použili:
 - prvková analýza s použitím röntgenovej spektrálnej analýzy (XPS)
 - fourierovsky transformovaná infračervená spektroskopia (FT-IR)
 - nanotermická analýza (Nano-TA)
 - spektroskopia atomárnych síl (AFM)
 - meranie povrchovej energie
 - meranie kontaktného uhla
- Výsledky experimentov preukázali, že existujú postupy povrchovej úpravy drôtu, ktoré možno aplikovať na zvýšenie adhézie gummy k povrchu drôtu i v technológii výroby pätkových lán – silanizačné činidlá, živice a difúzny koplárny povrchový bariérový výboj.



Vplyv úpravy silánmi na uhol zmáčania a adhéznu pevnosť ocel' – guma

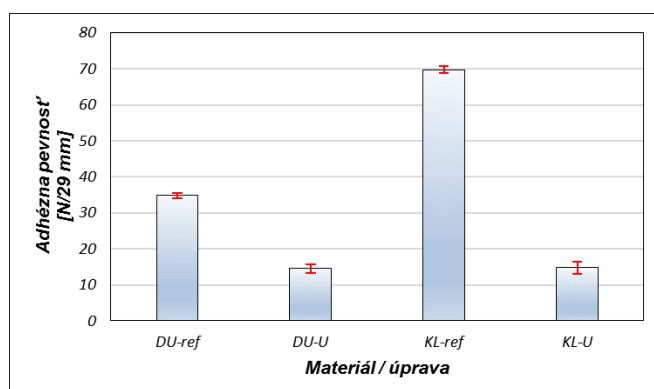
Etapa č. 3: Eliminácia adhézie gumovej zmesi na povrchoch technologických zariadení

Predmet riešenia:

Výskum fyzikálnych a chemických úprav kovových povrchov strojnotechnologických zariadení (chladiace valce, kladky zásobníkov, predtvarovacie kladky drôtu a pod.) používaných pri výrobe pätkových lán, ktoré by zabránili nalepovaniu nezvulkanizovanej gumovej zmesi z pogumovaného drôtu.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Bola vypracovaná analýza zameraná na identifikáciu komponentov zariadení, pri ktorých adhézia nezvulkanizovanej gumovej zmesi na povrchu predstavuje najväčšie problémy.
- Na zníženie nežiaducej adhézie gumovej zmesi k povrchom technologických zariadení sa vykonali experimenty s týmito úpravami povrchov:
 - a) úprava povrchu metódou studeného nástreku (Cold Spray Method)
 - b) úprava povrchu metódou termického nástreku za studena
 - c) úprava povrchu teflónovaním
 - d) použitie polymérnych konštrukčných materiálov
- Účinnosť vyššie popísaných úprav sa vyhodnotila meraniami adhézneho pevnosti nezvulkanizovanej gumovej zmesi voči upraveným povrchom a referenčným vzorkám, pričom na upravených povrchoch sa vo všetkých prípadoch preukázalo významné zníženie adhézneho pevnosti nezvulkanizovanej gummy.



Vplyv povrchovej úpravy teflónovaním na adhéziu ku gumovej zmesi

DU-ref – referenčná vzorka hliníkovej zliatiny AlMgSi1
 DU-U – upravená vzorka hliníkovej zliatiny AlMgSi1
 KL-ref – referenčná vzorka hliníkovej zliatiny AlMgSi9
 KL-U – upravená vzorka hliníkovej zliatiny AlMgSi9

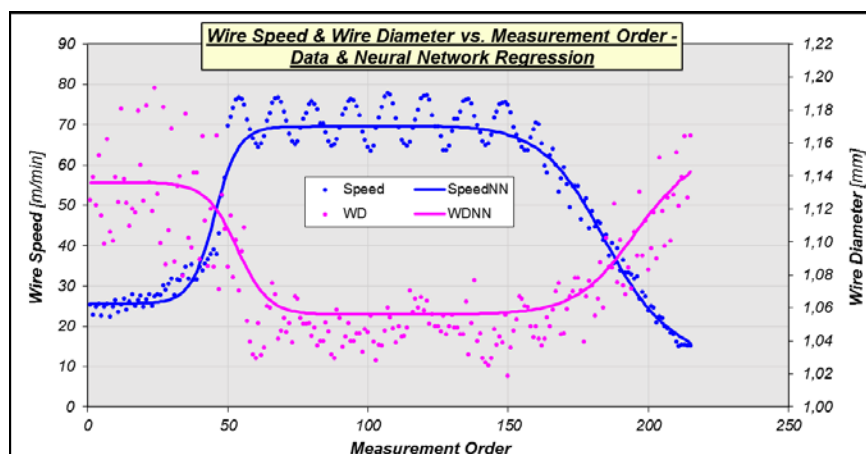
Etapa č. 4: Štúdium korelácií merateľných vlastností nanosových zmesí s charakteristikami kvality pogumovania drôtu pri navíjaní pätkových lán

Predmet riešenia:

Identifikácia korelácií merateľných vlastností gumových zmesí používaných na pogumovanie drôtu pri výrobe pätkových lán a charakteristikami pätkových lán s cieľom prediktívneho posúdenia vhodnosti gumovej zmesi na technológiu extrúzneho pogumovania.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Vykonávali sa série analýz vulkanizačných charakteristík a reologických vlastností elastomérnych zmesí používaných na pogumovanie pätkového drôtu v rôznych závodoch na výrobu automobilových plášťov v Európe a Ázii. Výsledky vykonaných analýz ukázali sa, že na posudzovanie vhodnosti gumovej zmesi na technológiu extrúzneho pogumovania možno ako štandard použiť zmes A-517, ktorá sa používa na pogumovanie drôtu v závodoch koncernu Continental AG, pretože vykazuje stabilne dobré výsledky pogumovania na všetkých typoch navíjacích liniek pätkových lán, ktoré sa v používajú vo výrobe osobných i nákladných automobilových plášťov. Na základe reologických meraní vo frekvenčnom móde je možné odlíšiť zmesi zjavne nevhodné pre extrúzne pogumovanie drôtu.
- Vykonali sa experimenty s pogumovaním drôtu pri meniaci sa rýchlosti drôtu, ktoré viedli k záveru, že takýmto spôsobom možno stanoviť ďalšie charakteristiky vhodnosti gumových zmesí na extrúzne pogumovanie, hlavne závislosť priemeru drôtu na rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou a plochu hysteréznej slučky, ktorú závislosť priemeru drôtu na rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou vytvára pri zvyšovaní a znižovaní rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou. Tieto charakteristiky by mohli slúžiť na podstatne exaktnejšiu predikciu vhodnosti danej gumovej zmesi na extrúzne pogumovanie než reologické merania vo frekvenčnom režime.
- V spolupráci s Ústavom prírodných a syntetických polymérov Fakulty chemickej a potravinárskej technológie Slovenskej technickej univerzity bola spracovaná štúdia k interpretácii výsledkov experimentov s pogumovaním drôtu pri meniaci sa rýchlosti drôtu a pri posudzovaní vhodnosti gumových zmesí pre extrúzne pogumovanie na základe tokových modelov gumových zmesí získaných pomocou kapilárnej reometrie. Táto štúdia naznačuje, že problematika toku elastomérnych zmesí pri špecifických podmienkach extrúzneho pogumovania drôtu ešte nebola študovaná a ďalší výskum v tejto oblasti môže prispieť k rozšíreniu základných poznatkov o reológii viskoelastických materiálov.



Regresné modely rýchlosti prechodu drôtu pogumovacou hlavou a priemeru pogumovaného drôtu vytvorené pomocou neurónovej siete

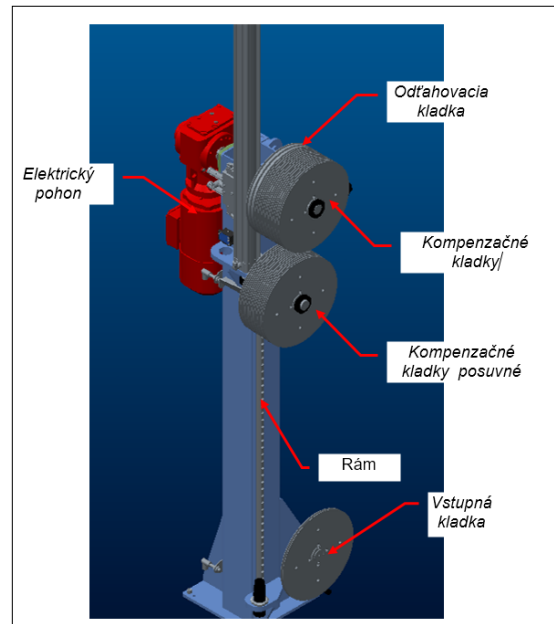
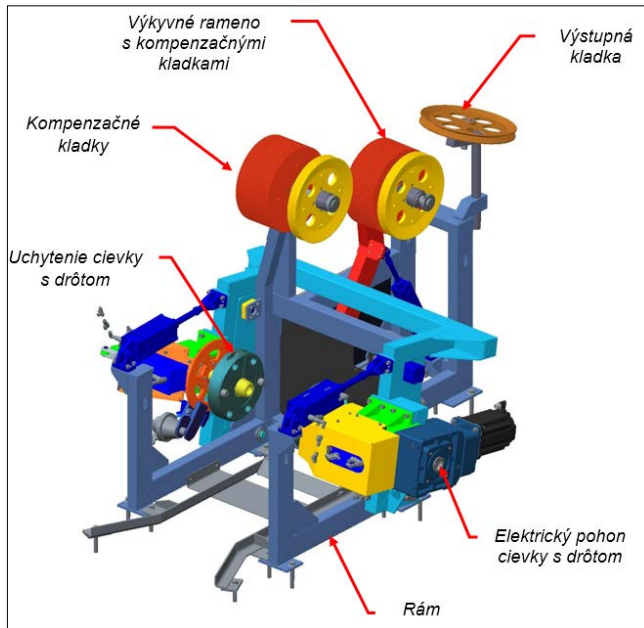
Etapa č. 5: Aplikácia progresívnych metód riadenia pri optimalizácii nastavovania pracovných parametrov technologických zariadení

Predmet riešenia:

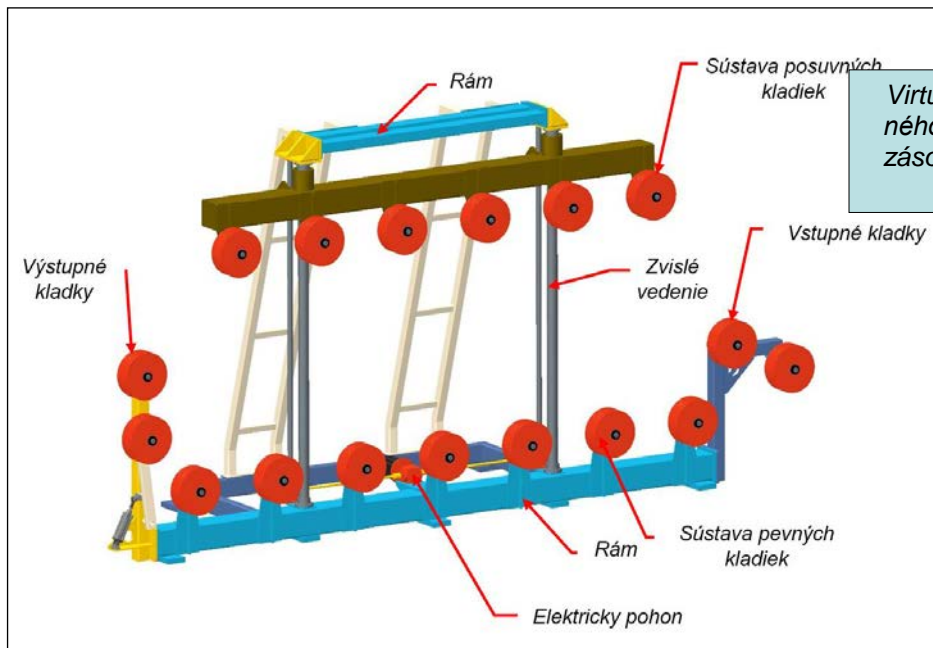
Realizácia konceptu navíjacích liniek s podstatne redukovaným vyrovnávacím zásobníkom pogumovaného drôtu, konceptu riadenia operácií výroby automobilových plášťov bez použitia programovateľného logického automatu (PLC) pomocou frekvenčných meničov s prenesením logiky PLC na logické riadenie frekvenčných meničov a optimalizácie riadenia vytlačovania jadrového profilu pomocou spätnoväzobných systémov.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- V časti vypracovania a analýz konceptu riadenia a optimalizácie bezzásobníkových navíjacích liniek sa riešenie realizovalo v alternatívach samostatného riadenia modulov zásobníka a navíjania a integrovaného riadenia celej linky s riadeným zásobníkom.
- Oba koncepty boli rozpracované ako virtuálne modely a navrhnuté riešenia boli optimalizované pomocou počítačových simulácií
- Systém riadeného odvíjania pätkového drôtu riešený ako kompenzátor v odvíjacej časti spolupracujúci s vyrovnávacím kompenzátorom v časti odťahu pogumovaného drôtu a systém riadeného kompenzačného zásobníka pogumovaného drôtu v časti medzi pogumovacím extrúderom drôtu a odťahovou stanicou s kompenzátorom pätkového drôtu boli zrealizované formou fyzických modelov. Oba systémy slúžia na realizáciu bezzásobníkových liniek na súčasné navíjanie viacerých (až šiestich) jednodrôtových pätkových lán s podstatne redukovanými rozmermi kompenzačných zásobníkov pogumovaného drôtu vyrovnávajúcimi kolísanie odoberaného množstva pogumovaného pätkového drôtu v rôznych fázach navíjacieho cyklu.
- Koncept riadenia operácií výroby automobilových plášťov bez použitia programovateľného logického automatu (PLC) sa aplikoval v zariadeniach na navíjanie / odvíjanie pogumovaného textilného pásu, reworkovej stanice a na časti riadenia aplikátora jadrového profilu na pätkové lano.
- Realizovala optimalizácia riadenia trojosého manipulátora obsluhujúceho navíjaciu a jadrovaciu linku pätkových lán, kde sa podarilo zvýšiť prísun pätkových lán za interval 5 minút z 9 na 13, čím teoretická výrobná kapacita integrovaného systému na prípravu kompletov pätkové lano – jadro vzrástla z 864 na 1 248 kusov navinutých a ojadrovaných lán.
- V časti optimalizácie riadenia vytlačovaného profilu pomocou spätnoväzobných systémov sa vykonala analýza použitia inteligentných kamerových systémov s cieľom optimalizovať umiestnenia snímacích kamier na linke s vytláčaným jadrovým profilom. Následne sa riešila integrácia dát o rozmeroch vytlačovaného jadrového profilu do spätnoväzobnej slučky s integrovaním predikčným systémom a zrealizoval sa experiment, pri ktorom sa sledovali zmeny výstupných parametrov jadrového profilu pri postupne zvyšujúcom sa prívode gumovej zmesi do otvorenej slučky vytlačovacieho stroja.



Virtuálne modely systému riadeného odvíjania pogumovaného drôtu a riadeného kompenzátoru drôtu



Virtuálny model riadeného kompenzačného zásobníka pogumovaného drôtu

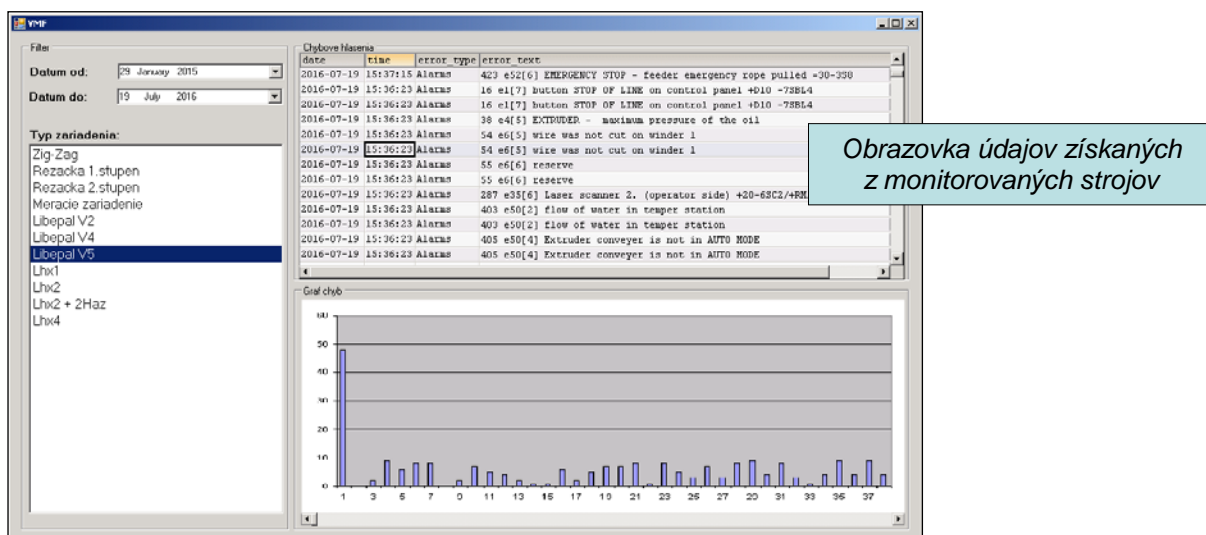
Etapa č. 6: Automatická diagnostika technologických zariadení so vzdialeným prístupom

Predmet riešenia:

Štúdium možností pripojenia sa k technologickým linkám u vzdialených zákazníkov a vypracovanie návrhu prenosu a spracovania dát, návrh prostriedkov na snímanie dát pre automatickú diagnostiku liniek u vzdialených zákazníkov a vypracovanie návrhu systému komunikácie so vzdialeným zákazníkom pri automatickej diagnostike liniek.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Bol vykonaný prieskum hardvérových a softvérových prostriedkov vhodných pre automatickú diagnostiku technologických zariadení so vzdialeným prístupom. Boli zvolené prostriedky spĺňajúce požiadavky na zabezpečenie komunikačného kanála k hardvérovému prostriedku a na softvérové požiadavky. Bola vykonaná analýza zariadenia firmy eWON Cosy (connection easy) a bol navrhnutý koncept vzdialeného prístupu.
- Zrealizoval sa výber dát, ktoré by boli predmetom zálohovania a štatistiky a analýza jednotlivých miest technologických zariadení, v ktorých by sa tieto dáta snímali.
- Rozpracovaný koncept zberu dát bol doplnený o softwarové riešenie OPC servera (Open Platform Communications), integráciu softwarových modulov a rozšírenie vizualizácie.
- Zrealizoval sa systém prenosu dát pomocou ethernetu vnútropodnikovej siete a internetového pripojenia. Na prenos dát medzi OPC serverom a podnikovým serverom VIPO sa použil softwarový prostriedok OpenVPN a spojenie so 128 bitovým šifrovacím kľúčom. Dáta sa následne zaznamenávajú pomocou softvérového OPC klienta do databázového prostredia MsSQLEXPRESS. K zberu dát sa dopĺňa OCR riešenie skenovania výrobných výkresov, aby na základe predikcie poruchovosti a opotrebenia prvkov bolo možné ku konkrétnej opotrebovanej časti priamo priradiť zodpovedajúci výrobný výkres.
- Zrealizovalo sa fyzické napĺňanie databáz stavovými hláseniami vzdialených technologických zariadení, napr. z linky na súčasné navíjanie piatich viacdrôtových päťkových lán umiestnenej v závode firmy Continental v Sumter, Južná Karolína, USA. Boli vytvorené databázové skripty, pomocou ktorých sa jednotlivé hlásenia filtrujú, čím je možné extrahovať dáta o chybových stavoch zariadenia. Získané dáta indikujú čas vzniku a zániku problému a kód mechanickej zostavy, na ktorej sa problém vyskytol. Príslušná mechanická zostava sa v systéme identifikuje a na základe digitalizovanej výkresovej dokumentácie je možné túto zostavu zobrazit' v elektronickej forme spolu s príslušnými podzostavami. Následne boli vypracované filtrovacie skripty pre denné, mesačné, trojmesačné a ročné obdobia, z ktorých možno generovať grafy opotrebenia jednotlivých častí zariadenia.
- Súčasťou systému vzdialenej správy je aj obrazovka údržby nachádzajúca sa priamo na zariadení, z ktorej majú servisní pracovníci užívateľa možnosť zaslať hlásenie o výmene a údržbe častí zariadenia. Toto hlásenie má špecifický kód a generuje e-mailovú správu adresovanú na oddelenie predaja náhradných dielov dodávateľa.



```
Query
1 SELECT COUNT(*) FROM error_multiwire WHERE DATE BETWEEN '2015-01-01' AND '2017-10-01' AND project_id='50150271' AND error_text LIKE '%54 e6[5]%'
```

1 Result

count (*)
48

Príkaz s vyhľadáním chybového hlásenia a výkresovej dokumentácie

Etapa č. 7: Úplná kontrola kvality pri navíjaní a jadrování pätkových lán a finalizačných operáciách

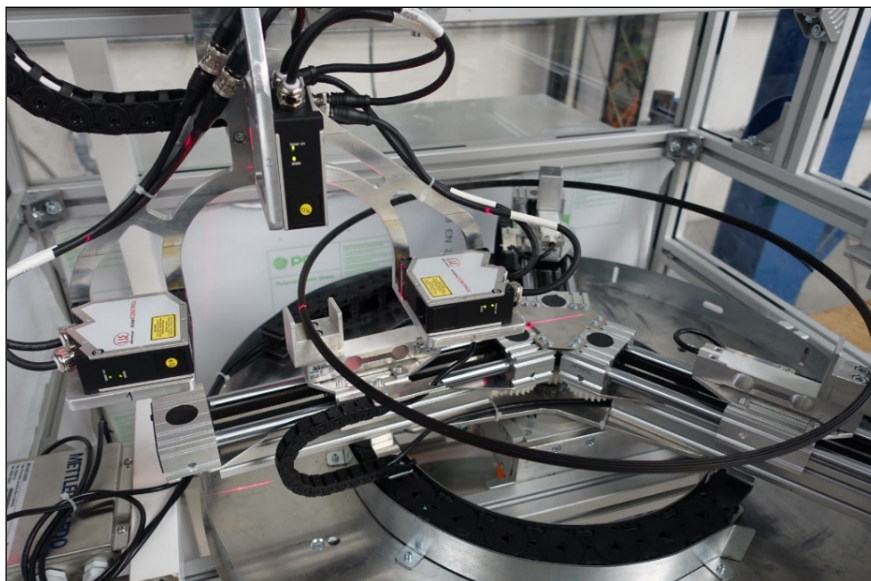
Predmet riešenia:

Využitie optických metód pri kontrole kvality navinutých pätkových lán, kontinuálne bezdotykové meranie hrúbky vrstvy gumovej zmesi pri pogumovaní drôtu, bezdotyková kontrola rozmerov vytlačovaných jadrových profilov, regulácia teploty predohrevu drôtu pred pogumovaním a optická kontrola kvality aplikácie jadrového profilu na pätkové lano.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Boli navrhnuté koncepty systémov:
 - a) nepriameho merania vnútorného priemeru pätkového lana na základe merania dĺžky drôtu navinutého na formu inkrementálnym snímačom
 - b) priameho merania rozmerových a geometrických charakteristík pätkového lana:
 - merania rozmerových a geometrických charakteristík pätkového lana
 - systému snímania hmotnosti pätkového lana
 - polohovania manipulátora pätkových lán, aby pri výbere lana nedochádzalo k mechanickému poškodeniu lana uchopovacím systémom manipulátora
- Bol spracovaný fyzický model návrhu meracieho systému priemeru pätkového lana s použitím laserových profilomerov. Merací systém pri testoch presnosti dosiahol neistotu merania priemeru pätkového lana okolo 50 μm .

- Navrhnuté riešenie s použitím laserových profilmerov sa rozpracovalo do fyzických modelov systémov na optické meranie vnútorného priemeru / obvodu, oválnosti a celistvosti pätkového lana a na tenzometrické meranie hmotnosti pätkového lana.
- Systémy na optické meranie vnútorného priemeru / obvodu, oválnosti a celistvosti pätkového lana a na tenzometrické meranie hmotnosti pätkového lana boli integrované do kompaktného meracieho zariadenia, ktoré bolo odladené pre použitie v priemyselnej výrobe.
- Na kontrolu kvality pogumovania drôtu sa zrealizoval systém optického meranie priemeru pogumovaného drôtu na výstupe z pogumovacieho extrúdera na báze optického mikrometrického snímača ODC 2600. Aplikáciou optického meracieho zariadenia priemeru pogumovaného drôtu je možné určiť mieru opotrebenia pogumovacieho prievlaku v hlave pogumovacieho extrúdera a upozorniť tak obsluhujúcich operátorov na potrebu výmeny prievlaku a na prípadné nepogumovanie drôtu, čím možno predísť výrobe chybných pätkových lán.
- V oblasti kontroly kvality pri aplikácii jadrových profilov na pätkové lano sa vykonali a analyzovali experimenty s bezdotykovou kontrolou vytlačaného gumového profilu na jadrovacej linke osobných plášťov. Automatické bezdotykové meranie rozmerov vytlačovaného profilu poskytuje dáta pre spätnoväzobnú slučku s integrovaným predikčným systémom, ktorý umožňuje dosiahnuť stabilitu rozmerov vytlačovaného jadrového profilu reguláciou prívodu gumovej zmesi do extrúdera.
- V oblasti kontroly kvality aplikácie jadrových profilov na pätkové lano sa vykonali a analyzovali experimenty s bezdotykovou kontrolou kvality spoja koncov jadrového profilu pomocou inteligentnej CCD kamery, ktorá umožňuje 3-D snímanie s možnosťou profilometrického merania jednofarebných materiálov, v tomto prípade spoja gumového profilu.
- Na reguláciu intenzity ohrevu pätkového drôtu pred vstupom do pogumovacieho extrúdera bola vyvinutá metóda merania teploty drôtu pomocou termovíznej kamery. Výsledky meraní potvrdili, že navrhnutou metódou je možné zmerať teplotu predhrievaného drôtu dostatočne presne a že získané dáta možno systémom spätnej väzby použiť na riadenie generátora vysokofrekvenčných kmitov. Tým sa dosiahne stabilizácia teploty predhrievaného drôtu aj pri zvyšujúcej sa, resp. znižujúcej sa rýchlosti odťahu drôtu navíjacím modulom linky.



Detail meracieho systému pätkových lán

Etapa č. 8: Systémová a logistická integrácia technologických zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie

Predmet riešenia:

Integrácia technologických zariadení pri navíjaní a jadrovaní pätkových lán vo výrobe automobilových plášťov predstavujúca prepojenie jednotlivých zariadení do autonómneho celku tvoriaceho výrobnú bunku s optimalizovaným tokom materiálov a informácií, ktorá bude fungovať bez potreby zásahu obsluhy do jednotlivých technologických úkonov, aplikáciu mechanických princípov pri stavbe navíjacích a jadrovacích systémov novej generácie a na návrh logistických a automatizačných prostriedkov integrovaných pracovísk na navíjanie a jadrovanie pätkových lán.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Boli navrhnuté koncepty týchto zariadení:
 - zariadenia na automatickú fixáciu (ovíjanie) koncov drôtov pätkových lán
 - zariadenia na manipuláciu s pätkovými lanami k linke pre jadrovanie pätkových lán nákladných plášťov
 - integrovaného pracoviska na výrobu kompletu pätkové lano – jadrová výplň veľkých priemerov
- Boli vypracované návrhy podzostáv zariadení na navíjanie pätkových lán tvoriacich súčasti integrovaných pracovísk prípravy kompletov lano – jadro:
 - zariadenia na uchytenie počiatku navíjaného drôtu pätkového lana v navíjacej forme
 - ukladacej hlavy drôtu so zariadením na strihanie navíjaného drôtu
- Bol zhotovený fyzický model manipulátora s fixačným zariadením koncov pätkového lana. a vykonali sa testy funkčnosti zariadenia a odladenie programov pre riadenie zariadenia a jeho integráciu do navíjacích liniek pätkových lán.
- Do podoby fyzických modelov boli rozpracované tieto moduly integrovaného pracoviska na výrobu kompletu pätkové lano – jadrová výplň veľkých rozmerov:
 - navíjanie hexagonálnych pätkových lán
 - odoberací manipulátor navinutých pätkových lán
 - zariadenie na špirálové ovíjanie pätkového lana gumovou páskou
 - zariadenie na aplikáciu jadrového profilu na pätkové laná
- Do podoby prototypu bol rozpracovaný koncept robotického pracoviska na manipuláciu s viacdrôtovými pätkovými lanami na vysokovýkonných štvor-, resp. päťnásobných liniach na navíjanie viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu.
- Boli zostavené virtuálne modely modulov integrovaného automatického zariadenia na výrobu jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu s rozsahom priemerov 28 – 40" (711,2 – 1 016 mm), ktoré sa vyznačujú tým, že náviny drôtu v jednotlivých vrstvách sa polohujú presne na seba a v tejto polohe aj zotrývajú.
- Bol vyvinutý špeciálny systém na manipuláciu s jednodrôtovými pätkovými lanami pravouhlého prierezu s veľkých rozmerov so zníženou tuhosťou.
- Boli zhotovené fyzické modely navíjacieho a manipulačného modulu integrovaného zariadenia na výrobu jednodrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu veľkých rozmerov.



Zariadenie na navíjanie hexagonálnych pätkových lán veľkých rozmerov a pätkové lano s priemerom 1 626 mm

Etapa č. 9: Ergonomické riešenia zariadení pre navíjanie a jadrovanie pätkových lán a finalizačné operácie

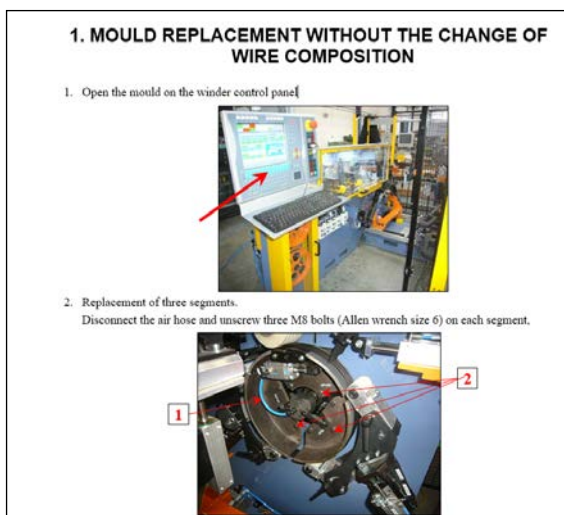
Predmet riešenia:

Výskum ergonomických aspektov konštrukcie liniek na navíjanie a jadrovanie pätkových lán orientovaný na optimalizáciu konštrukčných riešení strojnotechnologických zariadení z hľadiska uľahčenia a zjednodušenia montáže zariadenia, prestavovania pri zmene výroby a výkone servisných zásahov.

Hlavné dosiahnuté výsledky:

- Vykonala sa ergonomická analýza procesu manipulácie s cievkami s drôtom pri výmene cievok v odvíjaciach staniach liniek na výrobu pätkových lán s cieľom zhodnotiť riziká, ergonómiu a časové hospodárstvo a navrhnúť riešenia pre identifikované riziká.
- Ergonomickou analýzou sa získali potrebné podklady o cievkach a jednotlivých zariadeniach stanovil sa detailný snímok činnosti obsluhy s foto- a video- dokumentáciou a stanovili sa parametre fyzickej záťaže. Na ergonomické analýzy sa použili metódy:
 - OWAS – metóda hodnotenia pracovnej polohy človeka pri manipulácii s predmetmi
 - Low Back Analysis – analýza záťaže bedrovej chrbtice
 - Comfort Assesment – analýza informujúca o úrovni vychýlenia polohy jednotlivých segmentov ľudského tela voči optimálnej hodnote
 - SSP – predikcia statickej sily
 - Snook and Ciriello – metóda hodnotenia zaťaženia pracovníka pri manipulácií s bremenami
 - KIM – metóda kľúčových ukazovateľov hodnotí činnosť ručnej manipulácie s bremenom aj s využitím pracovných pomôcok
 - MTM UAS – časovo pohybová štúdia pracovnej činnosti

- Na základe vstupných dát a vyššie uvedených analýz sa vykonalo modelovanie rizikových polôh v softvéri Tecnomatix, boli spracované katalógy rizík pre obe zariadenia s identifikáciou miery rizika a boli prijaté odporúčania ku konštrukčným riešeniam systémov manipulácie s cievkami s drôtom.
- Na základe vykonaných ergonomických analýz bolo vypracované nové konštrukčné riešenie kompenzačného zásobníka pogumovaného drôtu, kde sa klasický gravitačný zásobník pogumovaného drôtu nahradil riadeným kompenzačným systémom so zostavou kompenzačných kladiek usporiadaných tak, že ich možno spustiť do spodnej polohy medzi sústavu pevných kladiek, čím sa zavádzanie drôtov do kompenzátora výrazne zjednoduší a uľahčí.
- Bolo vypracované konštrukčné riešenie uchytenia jednotlivých častí segmentovej navíjacej formy vyznačujúce sa tým, že pri demontáži nie je potrebné vyberať jednotlivé uchytačacie skrutky a optimálny pracovného postupu pri nastavovaní navíjacej formy linky bol spracovaný ako audiovizuálny výukový materiál.
- Bol vypracovaný detailný optimalizovaný postup výmeny navíjacích foriem a servisu pogumovacieho systému na linke na navíjanie viacdrôtových pätkových lán pravouhlého prierezu v podobe manuálu obsahujúceho popisy a grafické ilustrácie výkonu jednotlivých operácií s príslušnými časovými normami a tiež v podobe audiovizuálneho výukového materiálu.



Optimalizovaný postup výmeny navíjacích foriem a servisu pogumovacieho systému – manuál, anglická verzia a audiovizuálny materiál