



## Projekt ADVANTECH

## PROJEKT REALIZOVANÝ S PODPOROU STIMULOV NA VÝSKUM A VÝVOJ

<b>Názov projektu:</b>	<b>Výskum pokročilých technológií tvárnenia a spájania materiálov a robotizácie technologických procesov vo výrobe komponentov dopravných prostriedkov</b>
<b>Akronym projektu:</b>	ADVANTECH
<b>Trvanie projektu:</b>	01.09.2015 - 31.08.2018
<b>Poskytovateľ:</b>	Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky
<b>Žiadateľ:</b>	MATADOR Industries, a. s.
<b>Partner:</b>	Národné centrum robotiky o.z.
<b>Zodpovedný riešiteľ projektu:</b>	doc. Ing. František Duchoň, PhD.

## ZAMERANIE PROJEKTU

Projekt je zameraný na priemyselný výskum pokročilých technológií tvárnenia a spájania materiálov a robotizácie technologických procesov vo výrobe komponentov dopravných prostriedkov s aplikačnými výstupmi smerovanými hlavne do výroby komponentov karosérií automobilov s potenciálom prenosu do technológií výroby iných druhov dopravných prostriedkov.

Výstupmi riešenia projektu bude súbor poznatkov z oblasti:

- Tvárnenia materiálov
- Spájania materiálov
- Modulárnych robotických pracovísk

Získané poznatky budú predstavovať znalostnú bázu pre naplnenie aplikačných výstupov projektu v uvedených oblastiach.

Žiadateľ MATADOR Industries, a. s. realizuje projekt priemyselného výskumu so spoluriešiteľom Národné centrum robotiky o.z.

Národné centrum robotiky je súčasťou Ústavu robotiky a kybernetiky Fakulty elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity.

	<b>Celkový rozpočet projektu 2015 - 2018</b>																	
	<b>Dotácie</b>						<b>Vlastné prostriedky</b>						<b>Spolu</b>					
	Plán			Čerpanie			Plán			Čerpanie			Plán			Čerpanie		
	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV
<b>Žiadateľ</b>	1 269 214	0	1 269 214	1 269 214	0	1 269 214	808 086	0	808 086	881 016	0	881 016	2 077 300	0	2 077 300	2 150 230	0	2 150 230
<b>Spoluriešiteľ</b>	230 786	0	230 786	230 786	0	230 786	0	0	0	0	0	0	230 786	0	230 786	230 786	0	230 786
<b>SPOLU</b>	1 500 000	0	1 500 000	1 500 000	0	1 500 000	808 086	0	808 086	881 016	0	881 016	2 308 086	0	2 308 086	2 381 016	0	2 381 016

<b>Rok 2015 - 2018</b>	<b>Spolu</b>	<b>Dotácia</b>	<b>Vl. prostriedky</b>
<b>Bežné priame náklady</b>	<b>1 919 180</b>	<b>1 247 177</b>	<b>672 003</b>
Mzdové náklady	734 245	493 991	240 254
Zdravotné a sociálne poistenie	255 616	172 843	82 773
Cestovné výdavky	26 051	19 418	6 633
Materiál	37 251	29 247	8 004
Odpisy	525 073	318 147	206 926
Služby	340 942	213 529	127 413
Bežné nepriame náklady	400 686	252 823	147 863
<b>Bežné náklady spolu</b>	<b>2 319 866</b>	<b>1 500 000</b>	<b>819 866</b>
Kapitálové výdavky	-	-	-
<b>Spolu náklady</b>	<b>2 319 866</b>		
Výška dotácie pre projekt		<b>1 500 000</b>	
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa			<b>819 866</b>

### LEGENDA

BV - Bežné výdavky v EUR

KV - Kapitálové výdavky v EUR

OV – Oprávnené výdavky v EUR

	Rok 2015																	
	Dotácie						Vlastné prostriedky						Spolu					
	Plán			Čerpanie			Plán			Čerpanie			Plán			Čerpanie		
	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV	BV	KV	OV
<b>Žiadateľ</b>	157 872	0	157 872	157 872	0	157 872	100 515	0	100 515	112 295	0	112 295	258 387	0	258 387	270 167	0	270 167
<b>Spoluriešiteľ</b>	28 708	0	28 708	28 708	0	28 708	0	0	0	0	0	0	28 708	0	28 708	28 708	0	28 708
<b>SPOLU</b>	186 580	0	186 580	186 580	0	186 580	100 515	0	100 515	112 295	0	112 295	287 095	0	287 095	298 875	0	298 875

Rok 2015	Spolu	Dotácia	Vl. prostriedky
<b>Bežné priame náklady</b>	<b>201 667</b>	<b>116 019</b>	<b>85 648</b>
Mzdové náklady	83 035	46 814	36 221
Zdravotné a sociálne poistenie	27 430	16 478	10 952
Cestovné výdavky	2 051	1 253	798
Materiál	4 523	2 743	1 780
Odpisy	62 632	35 600	27 032
Služby	21 996	13 131	8 865
Bežné nepriame náklady	68 500	41 853	26 647
<b>Bežné náklady spolu</b>	<b>270 167</b>	<b>157 872</b>	<b>112 295</b>
Kapitálové výdavky	-	-	-
<b>Spolu náklady</b>	<b>270 167</b>		
Výška dotácie pre projekt		<b>157 872</b>	
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa			<b>112 295</b>

## LEGENDA

BV - Bežné výdavky v EUR

KV - Kapitálové výdavky v EUR

OV – Oprávnené výdavky v EUR

	Rok 2016																			
	Dotácie						Vlastné prostriedky						Spolu							
	Plán		Čerpanie		Spolu	Plán		Čerpanie		Spolu	Plán		Čerpanie		Spolu	Plán		Čerpanie		Spolu
	BV	KV	BV	KV		BV	KV	BV	KV		BV	KV	BV	KV		BV	KV	BV	KV	
<b>Projekt PV(AV)</b>	286 346	0	286 346	286 346	0	286 346	154 268	0	154 268	215 418	0	215 418	440 614	0	440 614	501 764	0	501 764		
<b>SPOLU</b>	286 346	0	286 346	286 346	0	286 346	154 268	0	154 268	215 418	0	215 418	440 614	0	440 614	501 764	0	501 764		

Rok 2016	Spolu	Dotácia	Vl. prostriedky
<b>Bežné priame náklady</b>	458 764	258 906	199 858
Mzdové náklady	126 322	84 516	41 806
Zdravotné a sociálne poistenie	42 394	29 047	13 347
Cestovné výdavky	3 797	2 599	1 198
Materiál	7 793	5 666	2 127
Odpisy	187 896	83 795	104 101
Služby	90 562	53 283	37 279
Bežné nepriame náklady	43 000	27 440	15 560
<b>Bežné náklady spolu</b>	<b>501 764</b>	<b>286 346</b>	<b>215 418</b>
Kapitálové výdavky	-	-	-
<b>Spolu náklady</b>	<b>501 764</b>		
Výška dotácie pre projekt		<b>286 346</b>	
Výška vlastných prostriedkov žiadateľa			<b>215 418</b>

## LEGENDA

BV - Bežné výdavky v EUR

KV - Kapitálové výdavky v EUR

OV – Oprávnené výdavky v EUR

## ETAPY PROJEKTU

**V období 9.2015 - 12.2016 sa realizovalo 5 etáp projektu.**

Etapy projektu	Status
1. Analýza mechanických vlastností materiálov v kontexte parametrov procesu tvárnenia	Realizované
2. Tvorba znalostnej databázy korelácií simulácií tvárnenia a referenčných výliskov a implementácia zmien metódou reverzného inžinieringu	Realizované
3. Vytvorenie metodológie tvarových zmien výlisku bez zásahu do produkčného lisovacieho nástroja	Realizované
4. Výskum optimalizácie výberu technológie spájania materiálov, výskum vzťahov materiálových parametrov a parametrov procesu spájania na kvalitu spojov	Realizované
5. Tvorba knižníc virtuálneho správania sa strojných zariadení	Realizované
6. Tvorba modelu virtuálnej automatizovanej robotickéj linky	Nezačaté
7. Vytvorenie metodológie štandardov pre testovanie virtuálneho oživenia liniek	Nezačaté

## 1. ANALÝZA MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLOV V KONTEXTE PARAMETROV PROCESU TVÁRNENIA

Časový harmonogram etapy č. 1 : 01.09.2015 - 28.02.2018

**Zodpovedný riešiteľ: Ing. Michal Ladecký**

### **Poznatkovo orientovaný výskum v oblasti tvárnenia materiálov:**

- Analýza mechanických hlboko-ťažných, vysokopevných plechov a plechov z hliníkových zliatin a ich vplyv na proces tvárnenia a analýza vzájomného ovplyvňovania vstupných parametrov materiálu
- Analýza rozdielov simulovaných návrhov postupového tvárnenia s reálnymi výstupmi (výliskami)
- Analýza príčin defektov v procese lisovania, predikcia kritických miest, analýza vyrobiteľnosti s využitím analýz FLD (Forming Limiting Diagram)



## SKÚŠOBNÝ DIEL

### Vstupné parametre:

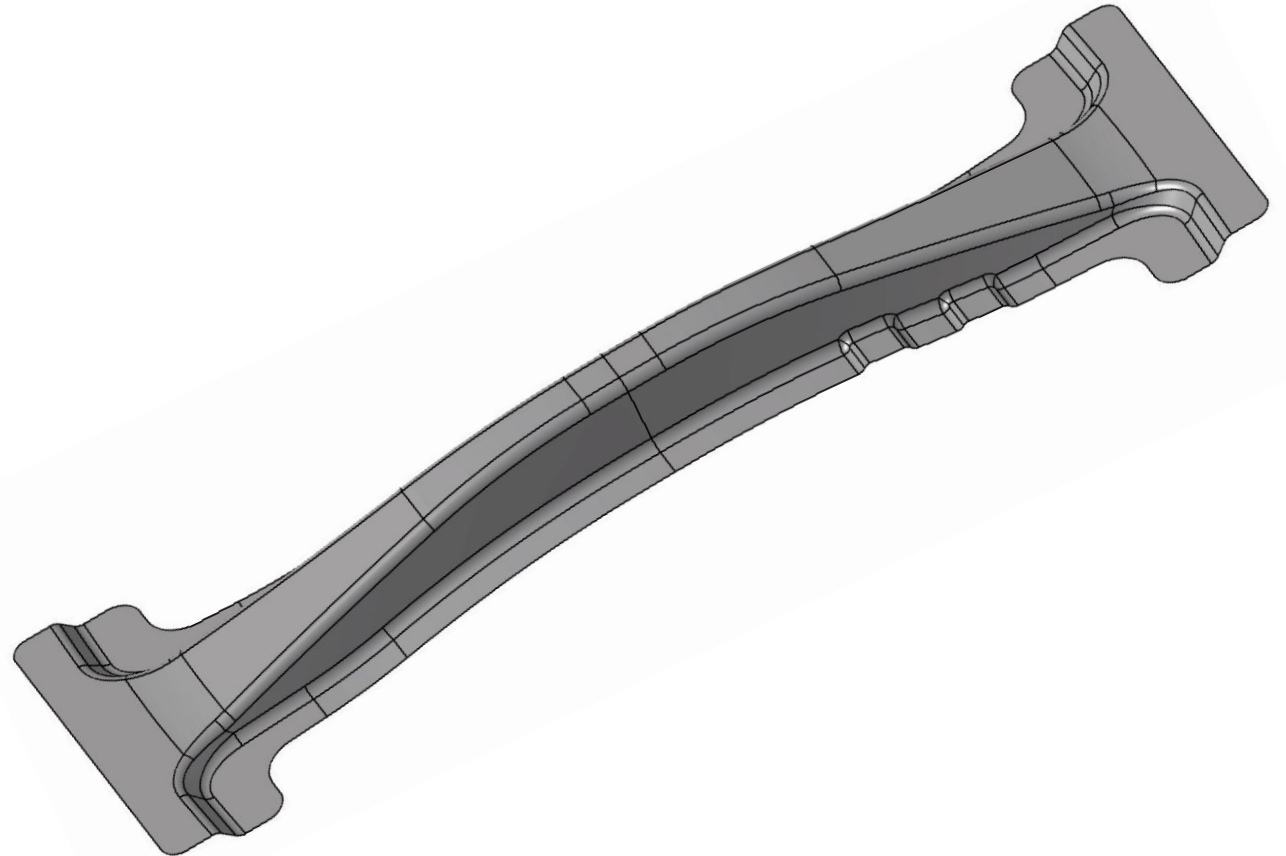
- Typ materiálu - HX220YD+Z 1mm
- Geometria dielu

### Voliteľné parametre:

- Rozmer prístrihu (odhadovaný)
- Geometria a mikrogeometria činných častí nástroja
- Tvar brzdíacich rebier
- Sila pridržiavača, Lisovacia sila

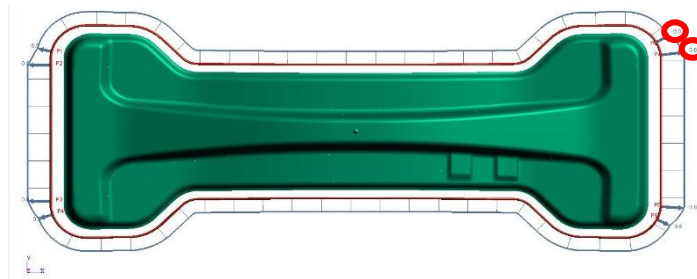
### Hodnotenú parametre:

- Tvorba vĺn (zvlnenie) a trhlín (praskanie)
- Odpruženie po ťahu a po obstrihu
- Tvar a rozmer prístrihu



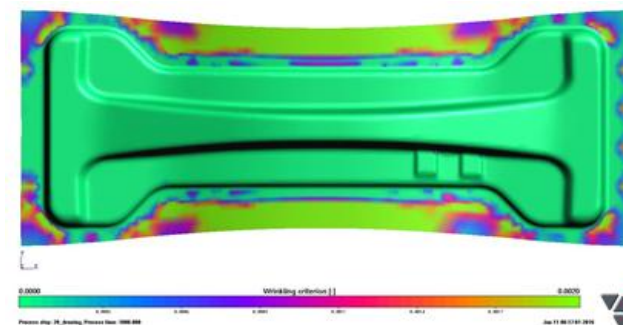
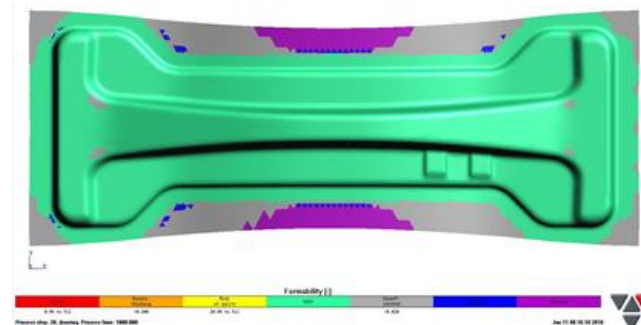
## VOLITEĽNÉ PARAMETRE

- Tvar brzdiacich rebier – nie je konštantný
- Sila pridržiavača, Lisovacia sila



## HODNOTENÉ PARAMETRE

- FLD analýza
- Tvorba vln (zvlnenie) a trhln (praskanie)

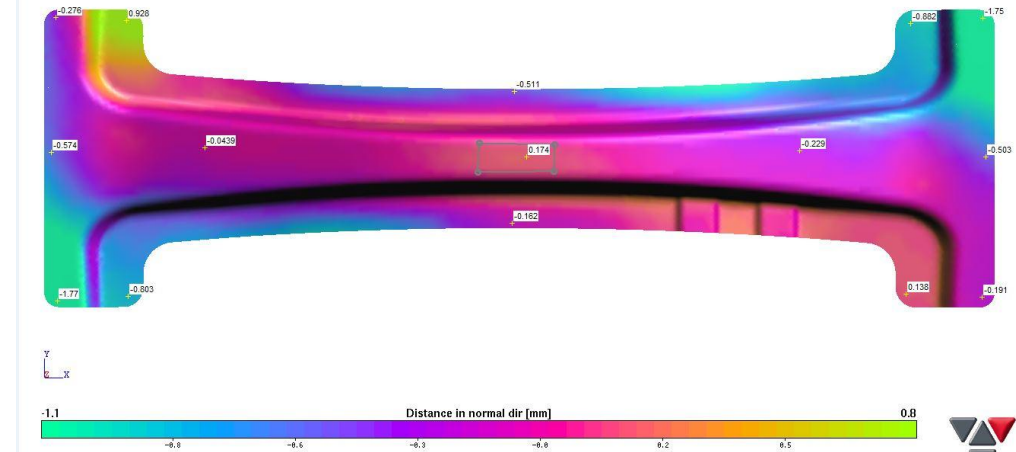
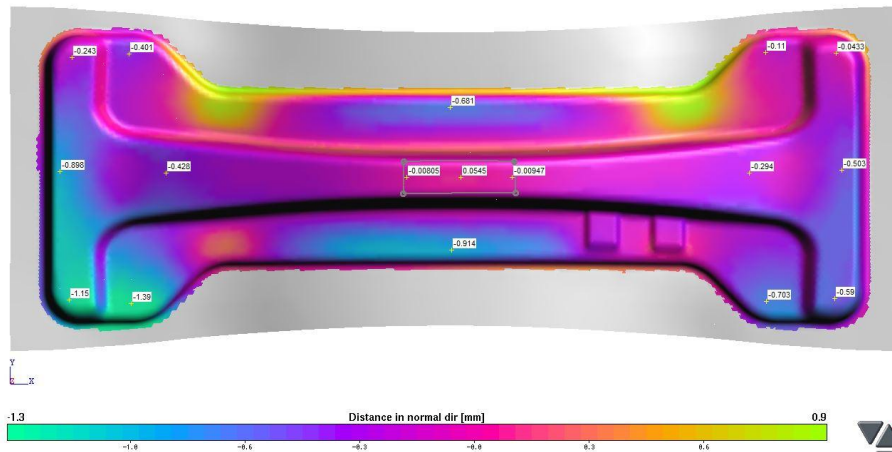


**Možnosti:** materiál s vyššou pevnosťou a nižšou ťažnosťou, zmenšenie prístrihu

## HODNOTENÉ PARAMETRE

### Odpruženie po ťahu a po obstrihu:

- Nerovnomernosť odpruženia (skrut) má za následok nesymetrický tvar dielu a zvyškové napätie po tvárnení
- Pri reálnom výlisku nerovnomernosť odpruženia: nepresnosti centrovania ťažníka voči ťažnici, prípadne nepresnosťou vedenia nástroja, nerovnomernosťou pridržiavacieho tlaku, resp. aj nerovnomernosťou opotrebenia nástroja a mazaním.
- Zmena v odpružení po ostrihnutí môže byť daná uvoľnením napätí a zmenou vnútorných napätí

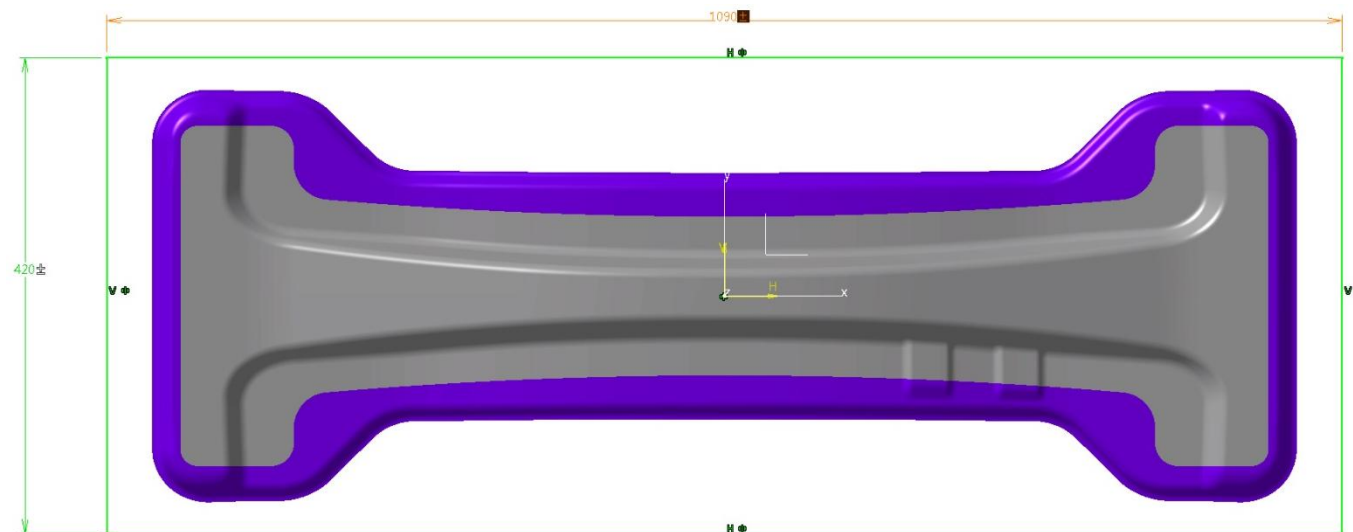


**Možnosti:** doplnenie vypínacích prelisov v zvyškovom materiály, zmena tvaru brzdiacich rebier

## HODNOTENÉ PARAMETRE

### Tvar a rozmer prístrihu:

- Obdĺžnikový tvar 1090 x 420 mm



**Možnosti:** Tvarový prístrih – úspora materiálu, menší odpor pri vťahovaní do ťažnice  
Zmenšenie rozmeru prístrihu – použitie zasekávacích hláv na pridržiavači

## ZHODNOTENIE ÚVODNEJ ČASTI 1. ETAPY

### Zrealizovali sa nasledovné činnosti:

- Analýza mechanických hlbokoťahných, vysokopevných plechov a plechov z hliníkových zliatin
- Výstup: súbor odporúčaných materiálov, používaných v automobilovom priemysle, vhodných pre tvárnenie za studena
- Analýza skúšobného dielu a hodnotenie výstupných parametrov po tvárnení do požadovaného tvaru

### ČINNOSTI NA NASLEDOVNÉ OBDOBIE

- Vytvorenie znalostnej databázy materiálov pre najpoužívanejšie akosti materiálov - materiálové karty: Ocele - HSS, AHSS, UHSS, (TWIP, HSLA....) Zliatiny Al - triedy 5 a 6
- Využitie nových materiálov v automobilovom priemysle, vhodných pre tvárnenie za studena
- Simulácie lisovania nových materiálov v automobilovom priemysle - vysokopevnostné oceľové plechy a zliatiny hliníka
- Analýza príčin defektov v procese lisovania
- Výstup: predikcia kritických miest a analýza vplyvu parametrov na proces tvárnenia
- Tendencie k inováciám: minimalizovanie optimalizačných cyklov, materiálovej spotreby lisovaného plechu a počtu operácií tvárnenia

## 2. TVORBA ZNALOSTNEJ DATABÁZY KORELÁCIÍ SIMULÁCIÍ TVÁRNENIA A REFERENČNÝCH VÝLISKOV A IMPLEMENTÁCIA ZMIEN METÓDOU REVERZNÉHO INŽINIERINGU

Časový harmonogram etapy č. 2 : 01.03.2016 - 31.08.2018

**Zodpovedný riešiteľ: Ing. Michal Ladecký**

### **Aplikačne orientovaný výskum v oblasti tvárnenia materiálov:**

- Znalostná databáza vstupných parametrov materiálov pre najpoužívanejšie akosti materiálov
- Štandardizovaný postup technológie lisovania pri minimalizovaní optimalizačných slučiek, od návrhu konštrukčného riešenia lisovacieho nástroja po jeho výrobnú realizáciu s cieľom skrátenia ich výroby pri minimalizovaní materiállovej spotreby lisovaného plechu a počtu operácií tvárnenia

Vytvorenie znalostnej databázy materiálov pre najpoužívanejšie akosti materiálov – materiálové karty :  
Generic 600 DL 2 CR, Generic 550X CR, HCT 600X D120 TEM, SSAB Docol 600DL, CR 450Y780DH DP780HD,  
SSAB Docol 800 DL, CR 570Y780T CP, TRIP 780, HCT600T, S500 MC, Oceľ 14301, Oceľ 14401, Hliník 5182,  
Hliník 6016, Hliník 6111, Peraluman 440

### **Súčasťou materiálových kariet je:**

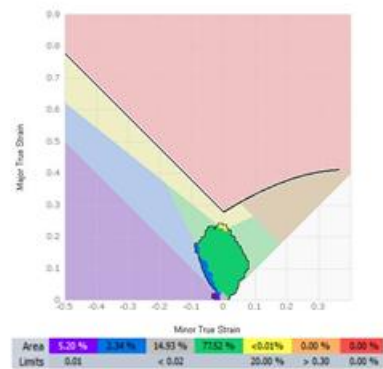
- Chemické zloženie hodnoteného materiálu a jeho mechanické vlastnosti
- Hodnotenie výstupov zo simulácie pre daný materiál na referenčnom diely a to:
  - FLD diagram
  - Tváriteľnosť resp. Praskanie a zvlnenie
  - Odpruženie po ťahu

Označenie materiálu: Generic 600 DL 2 CR Typ: Dual-Phase Steel /600-650 MPa/

Výlisok je bez porušenia v bezpečnej oblasti a nehrozí porušenie výlisoku. Materiál má dostatočné plastické vlastnosti.

Diagram medzných pretvorení

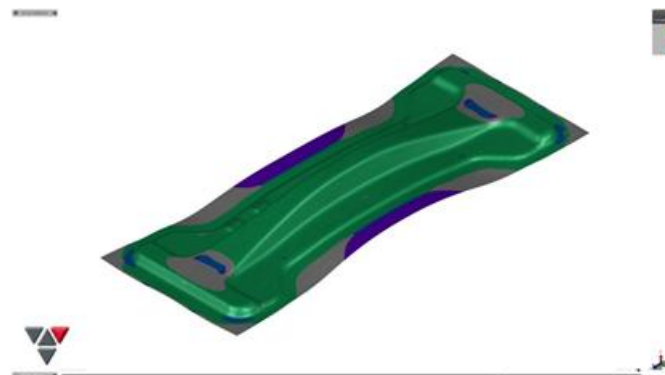
Forming Limit Diagram (Linear)



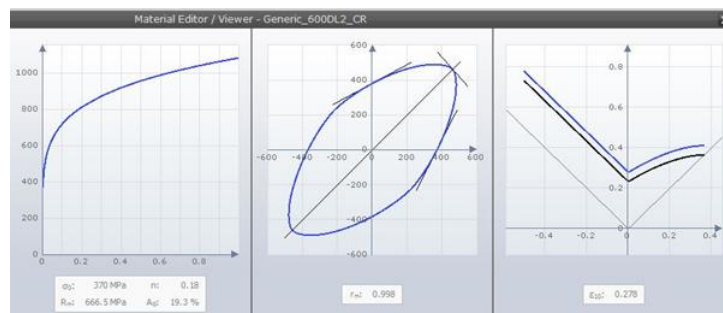
DIEL\_5\_MAT\_GENERIC\_600DL2\_CR

- Thickening
- Compress
- Insuff Stretch
- Safe
- Risk of Splits
- Excess Thinning
- Splits

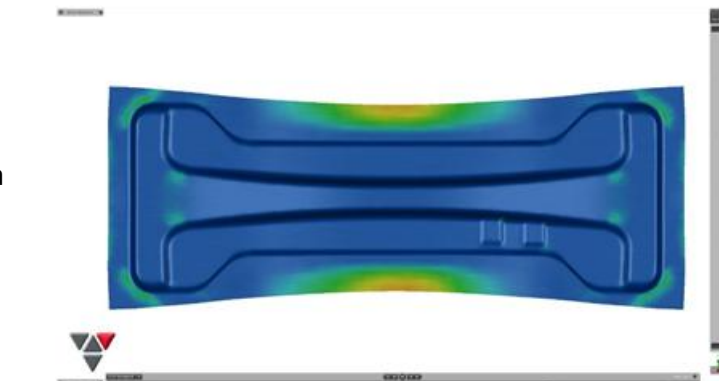
Výsledok praskania dielu



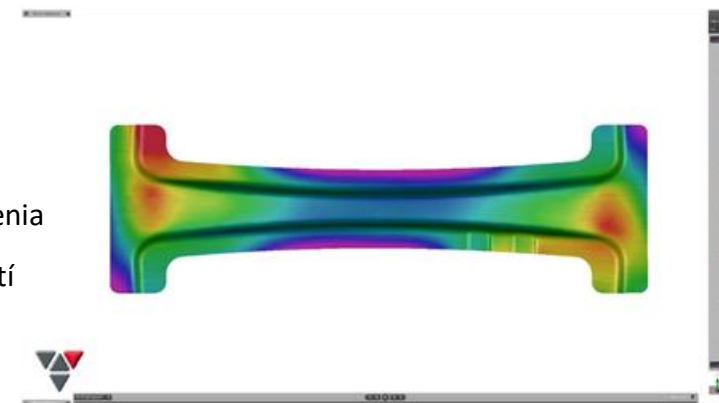
Mechanické vlastnosti hodnoteného materiálu



Výsledok zvlňenia dielu



Výsledok odpruženia dielu po ostrihnutí





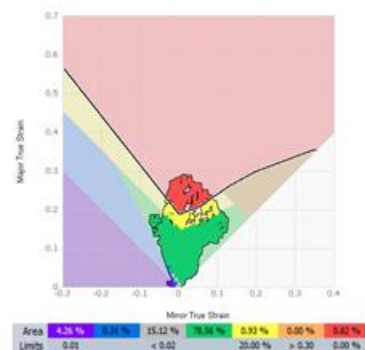
## Označenie materiálu: TRIP 780

## Typ: TRIP oceľ

Nastalo iba mierne porušenie dielu v najexponovanejších prechodoch vyznačených červenou farbou na výsledku praskania dielu. Je vysoká pravdepodobnosť, že po úprave parametrov lisovania sa môže dosiahnuť kladný výsledok t.j. referenčný výlisok bez porušenia.

Diagram medzných pretvorení

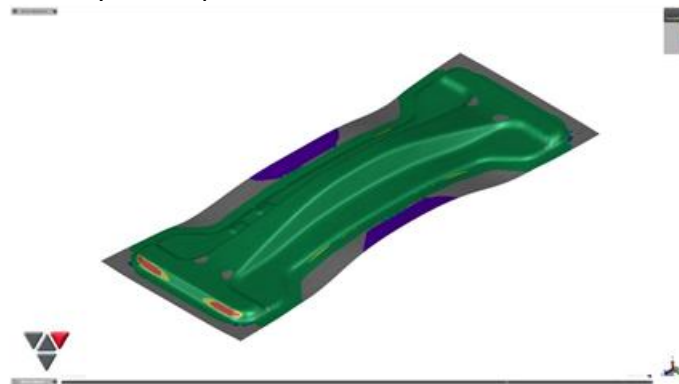
Forming Limit Diagram (Linear)



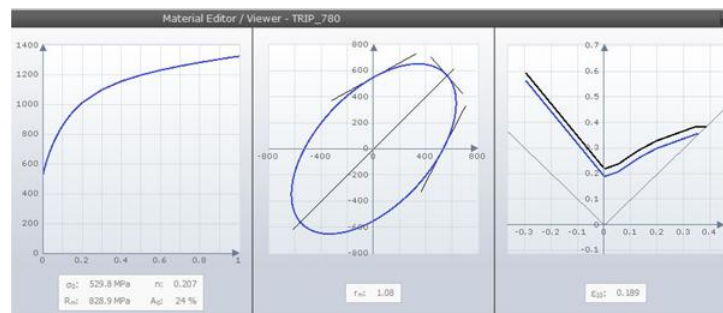
DIEL\_5\_MAT\_TRIP\_780

- Thickening
- Compress
- Insuff Stretch
- Safe
- Risk of Splits
- Excess Thinning
- Splits

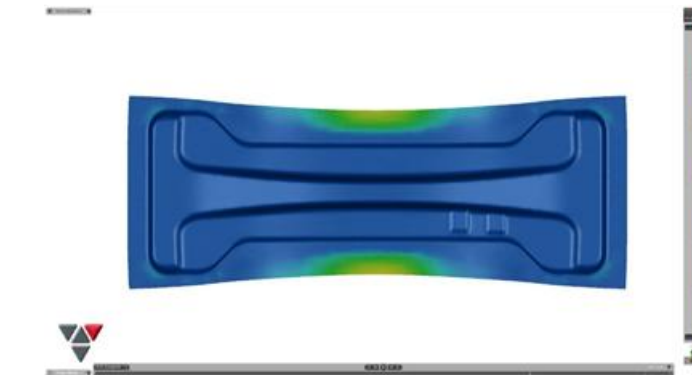
Výsledok praskania dielu



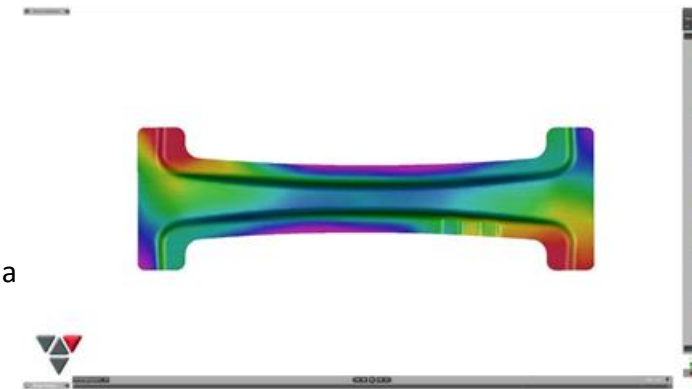
Mechanické vlastnosti hodnoteného materiálu



Výsledok zvlhnenia dielu



Výsledok odpruženia dielu po ostrihnutí



## Označenie materiálu: Hliník 5182

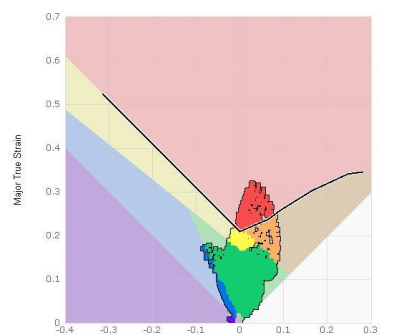
## Typ: Hliníkové zliatiny

Došlo k miernemu porušeniu výlisku v kritických miestach na prechodových polomeroch. Odstránenie porušenia by bolo možné optimalizáciou parametrov lisovania.

Diagram medzných pretvorení

Výsledok praskania dielu

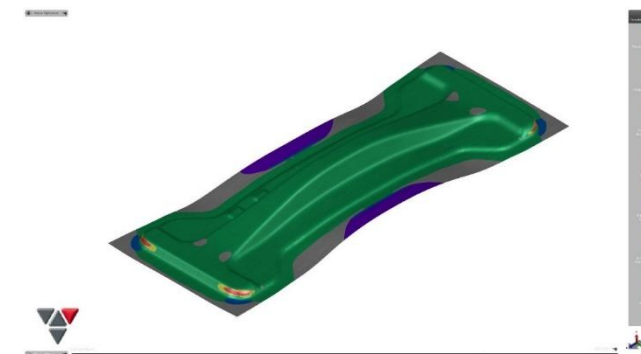
Forming Limit Diagram (Linear)



Area	4.53 %	1.40 %	12.86 %	80.10 %	0.43 %	0.31 %	0.38 %
Limits	0.01	< 0.02	20.00 %	> 0.20	0.00 %		

DIEL\_5\_MAT\_5182

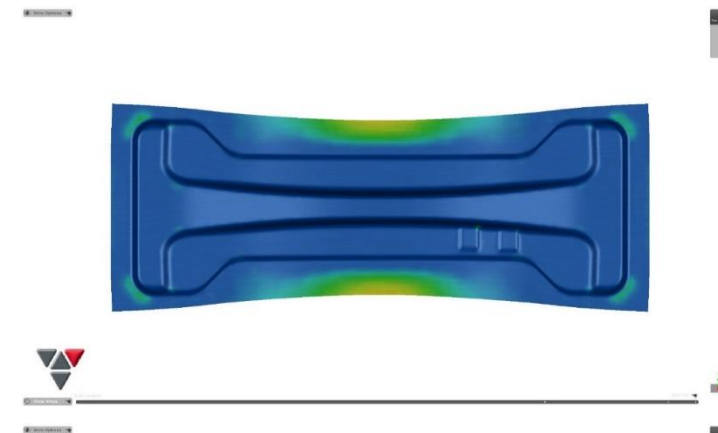
- Thickening
- Compress
- Insuff Stretch
- Safe
- Risk of Splits
- Excess Thinning
- Splits



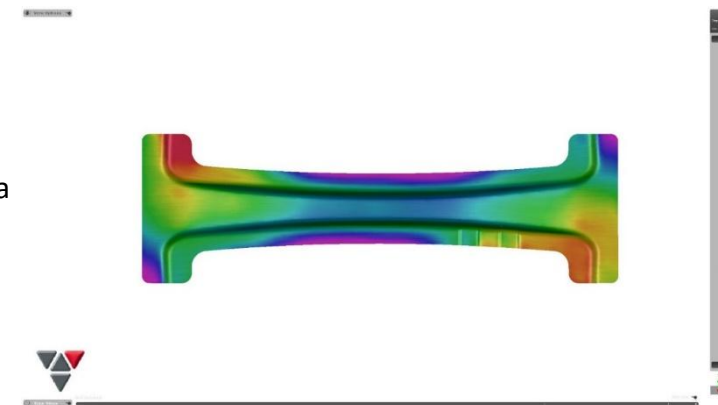
Mechanické vlastnosti hodnoteného materiálu



Výsledok zvlňenia dielu



Výsledok odpruženia dielu po ostrihnutí



## ZHODNOTENIE 2. ETAPY

Zrealizovali sme vytvorenie materiálovej databázy simulácií výliskov pri zachovaní vstupných parametrov tvárnenia na nasledujúcich materiáloch:

Dual-Phase Steel /600-650 MPa/, Dual-Phase Steel /800-850 MPa/, Complex phase steels, TRIP oceľ, HSLA oceľ, Nerezová oceľ, Hliníkové zliatiny

Určenie lisovateľných, problematicky lisovateľných a nelisovateľných materiálov vzhľadom na geometriu dielu a predikcia kritických miest.

## ČINNOSTI 2. ETAPY NA NASLEDOVNÉ OBDOBIE

- Zabezpečenie lisovateľnosti problematických materiálov pomocou zmeny vstupných parametrov za účelom dosiahnutia neporušeného výlisku bez defektov.
- Zmeny vstupných parametrov: rozmer prístrihu, geometria a mikrogeometria činných častí nástroja, tvar brzdiacich rebier, sila pridžiavača, lisovacia sila.
- Návrh zmeny geometrie dielu s cieľom dosiahnutia lisovateľnosti neporušeného výlisku aj u materiálov, kde nie je možné dosiahnuť optimálny výsledok iba zmenou vstupných parametrov.

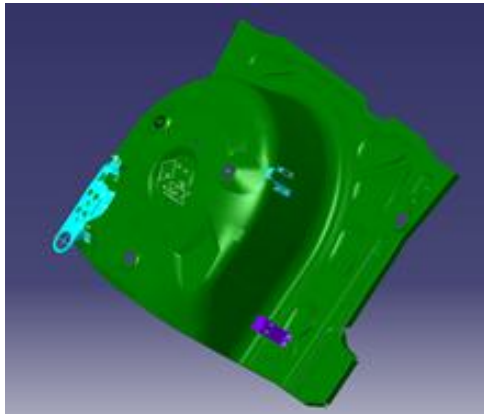
## VYTVORENIE METODOLÓGIE TVAROVÝCH ZMIEN VÝLISKU BEZ ZÁSAHU DO PRODUKČNÉHO LISOVACIEHO NÁSTROJA

Časový harmonogram etapy č. 3 : 01.09.2015 - 28.02.2018

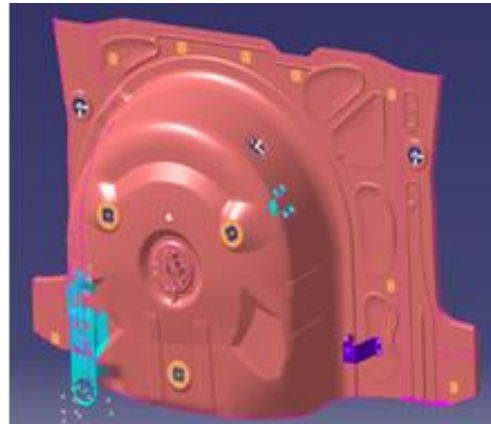
**Zodpovedný riešiteľ: Ing. Maroš Mudrák**

**Cieľom** tejto etapy je navrhnuť metódu pre implementácie tvarových zmien a zmien v počte zvarov, ktoré vznikajú už v plnej sériovej výrobe (napr. pri inej verzii modelu). V tomto časovom období bolo cieľom navrhnuť ideový návrh riešenia.

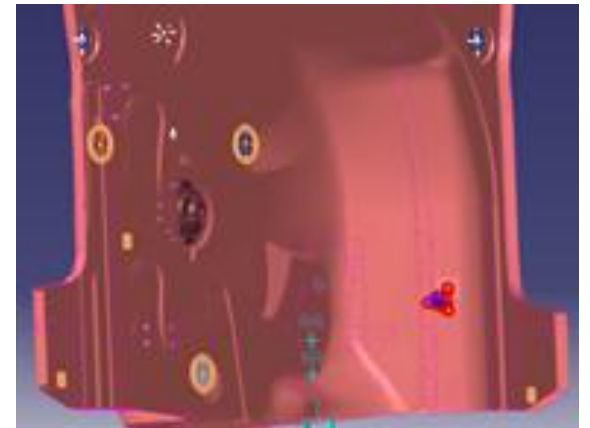
Na obr. 1 môžeme vidieť diel zadnej podlahy, ktorý je v plnom výrobnom zaťažení. Od automobilky prichádza dopyt na zmenu dielca. Na obr. 2 je vidno že pribudla diera a prelis a ukostrovací prvok . Nakoľko sa má automobil vyrábať v dvoch verziách, je nutné dodržať kontinuálnosť dodávok prvého typu dielca, zapracovať do nového dielca špecifikované zmeny a dodávať výrobcovi automobilov oba modely súčasne.



Obr. 1 Diel bez prelisu a bez diery



Obr. 2 Zmena dielu s novým prelisom a s dierou



Obr. 3 Ukostrovací prvok

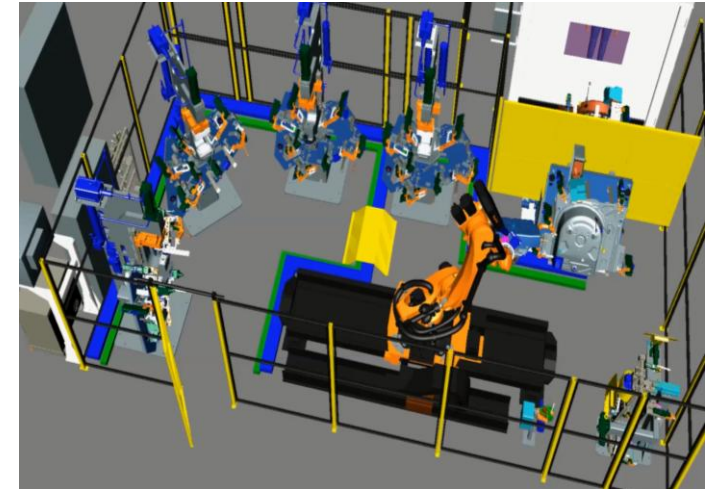
## NÁVRH KOMBINOVANÉHO PRACOVISKA TVÁRNENIA A SPÁJANIA

Za pomoci pokročilých simulácií bol vytvorený návrh kombinovaného pracoviska z doposiaľ nezlúčených technológií tvárnenia a spájania za pomoci bodového zvarovania.

Výhody navrhovaného riešenia:

- Úplná eliminácia potrebných mechanických zmien na produkčnom lisovacom nástroji
- Využitie kapacít automatizovanej linky spájania
- Integrácia zmeny do jednej produkčnej linky
- Zníženie nákladov na testovanie kvality nového nástroja
- Rozdelenie efektorov (bodové kliešte a uchopovač) a nasadenie automatického výmenného systému nástrojov robota

Nakoľko v pracovisku sa budú vyrábať dva rôzne typy dielcov s rovnakou zmenou, je nutné vytvoriť štyri lisovacie nástroje s automatickým lisom. Dva lisy s nástrojom pre vytvorenie prelisu pre dva rozdielne typy dielcov. Ďalšie dva lisy so strižníkmi pre vystrihnutie dielcov.



## VYTVORENIE METODOLÓGIE TVAROVÝCH ZMIEN VÝLISKU BEZ ZÁSAHU DO PRODUKČNÉHO LISOVACIEHO NÁSTROJA

Bol spracovaný koncept metodológie:

### **Metodológia:**

1. Opis reality tzv. deskripcia súčasného riešenia
2. Preskripcia (predpisovanie toho, čo je žiadúce – typ zmeny, doba realizácie zmeny, podmienky realizácie zmeny )
3. Konceptuálne návrhy realizácie zmien (bez kvantifikácie plnenia parametrov)
4. Evaluácia (vyhodnocovanie) – navrhovaných zmien – zostavenie kritérií a ich ohodnotenie z hľadiska úrovne technického riešenia, nákladov a termínov
5. Výber optimálneho riešenia a jeho detailovanie

## ZHODNOTENIE 3. ETAPY

**Cieľom** alebo hmotným výsledkom riešenia projektu tejto etapy je:

**Verifikovaný model zariadenia na realizáciu tvarových zmien výlisku bez zásahu do produkčného lisovacieho nástroja.**

Bol navrhnutý model zariadenia na realizáciu tvarových zmien výlisku bez zásahu do produkčného lisovacieho nástroja aj s pridanou technológiou zvarovania ukostrovacieho prvku v zostave s robotom na vozíku a s výmennými efektormi zvarovania a manipulácie a bola vytvorená metodológia a štandardy riešenia tvarových zmien výlisku.

## PLÁNOVANÉ ČINNOSTI NA NASLEDOVNÉ OBDOBIE

- Táto etapa je ukončená, plánujeme ďalej spracovať virtuálne správanie sa strojných zariadení, ktoré bude realizované v rámci 5. etapy



## 4. VÝSKUM OPTIMALIZÁCIE VÝBERU TECHNOLOGIE SPÁJANIA MATERIÁLOV, VÝSKUM VZŤAHOV MATERIÁLOVÝCH PARAMETROV A PARAMETROV PROCESU SPÁJANIA NA KVALITU SPOJOV:

Časový harmonogram etapy č. 4 : 01.09.2015 - 31.08.2017

**Zodpovedný riešiteľ: Doc. Ing. František Duchoň, PhD**

**Cieľom tejto etapy je: Poznatkovo orientovaný výskum v oblasti spájania materiálov**

- Analýza parametrov spájania z kvalitatívneho, environmentálneho a ekonomického hľadiska
- Výskum v oblasti spájania materiálov s dôrazom najmä na únosnosť spojov (pevnosť), životnosť a odolnosť voči korózii

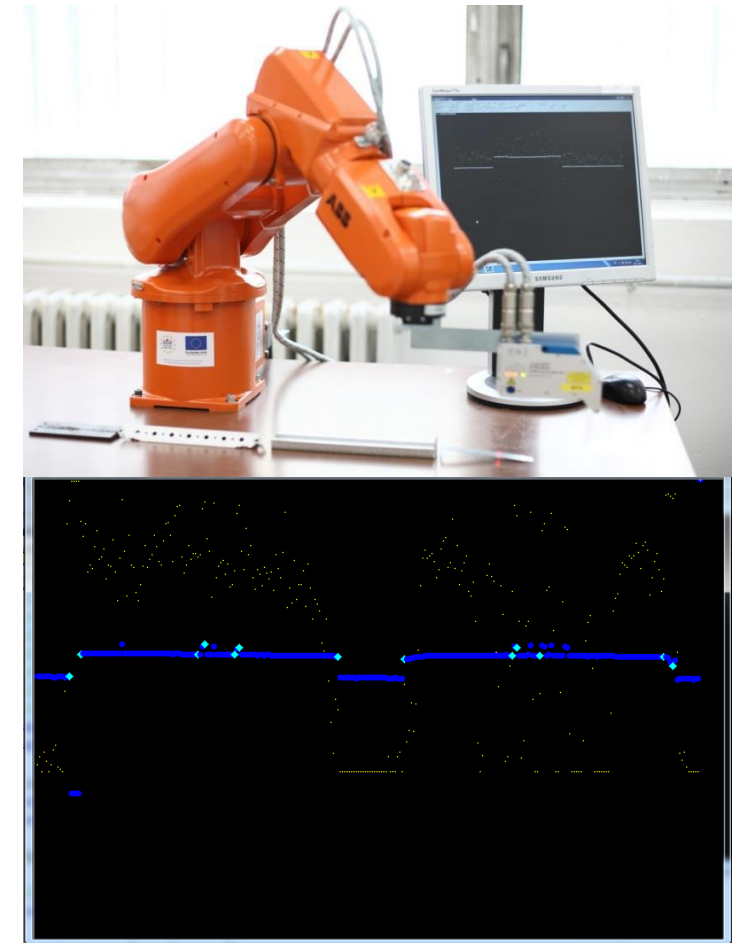
**Aplikačne orientovaný výskum v oblasti spájania materiálov**

- Databáza optimalizovaných parametrov technológií spájania rôznych druhov materiálov
- Štandardizované postupy pri uplatnení metód multikriteriálnej optimalizácie pre nasledovné technológie spájania:
  - Nitovanie
  - Lepenie
  - Bodové zvaranie
  - Tavné zvaranie (napr. CMT zvaranie)



## HLAVNÉ REALIZOVANÉ VÝSTUPY 4. ETAPY

- Analýza kvality spájania materiálov – znalostná databáza (parametre zvaraní materiálov)
- Základné moduly segmentácie zosnímaných údajov a následnej analýzy zvaru na základe znalostnej databázy (hľadanie extrémov, vplyv šumu a externých porúch)
- Koncept riadenia procesu (identifikácia parametrov) pre automatizované zváranie
- Koncept automatizovaného systému pre analýzu kvality spájania materiálov
- Identifikácia sledovaných parametrov pri analýze kvality spájania materiálov
- Softvérové prostriedky hodnotiaceho procesu na základe aktuálnych poznatkov expertov
- Možnosť vytvoriť databázu optimálnych parametrov pre jednotlivé typy spájania materiálov



## PRÍNOSY 4. ETAPY

### **Analýza technológií spájania materiálov**

Výstup 1: odporúčané technológie zvárania kovov (MIG/MAG a laserové zváranie)

Tendencie k inováciám 1: zvýšenie kvality a kvantity zvarov pomocou robotizovaných pracovísk so spätnou väzbou snímajúcou kvalitu zvaru

Výstup 2: databáza optimalizovaných parametrov technológií spájania materiálov (rozpracovaná)

Tendencie k inováciám 2: zvýšenie kvality a kvantity zvarov pomocou robotizovaných pracovísk so spätnou väzbou snímajúcou kvalitu zvaru

### **Analýza kvality spojenia materiálov**

Výstup 1: vybrané inovatívne hardvérové prvky uplatňujúce sa pre určenie kvality spojenia materiálu – laserové skenery, softvérové moduly umožňujúce základné testovanie kvality zvaru na základe empirických skúseností odborníkov

Tendencie k inováciám 1: nasadenie takýchto inšpekčných pracovísk umožňujúcich ohodnotenie kvality zvaru a okamžitý zásah do výrobného procesu s cieľom zvýšiť pridanú hodnotu a kvalitu výrobku

Výstup 2: vybrané inovatívne hardvérové prvky uplatňujúce sa pre určenie kvality spojenia materiálu – laserové skenery, softvérové moduly umožňujúce základné testovanie kvality zvaru na základe empirických skúseností odborníkov

Tendencie k inováciám 2: nasadenie takýchto inšpekčných pracovísk umožňujúcich ohodnotenie kvality zvaru a okamžitý zásah do výrobného procesu s cieľom zvýšiť pridanú hodnotu a kvalitu výrobku

## 5. TVORBA KNIŽNÍC VIRTUÁLNEHO SPRÁVANIA SA STROJNÝCH ZARIADENÍ:

Časový harmonogram etapy č. 5 : 01.03.2016 - 28.02.2018

**Zodpovedný riešiteľ: Doc. Ing. František Duchoň, PhD**

**Cieľom tejto etapy je:**

### **Poznatkovo orientovaný výskum v oblasti virtuálneho správania sa strojných zariadení**

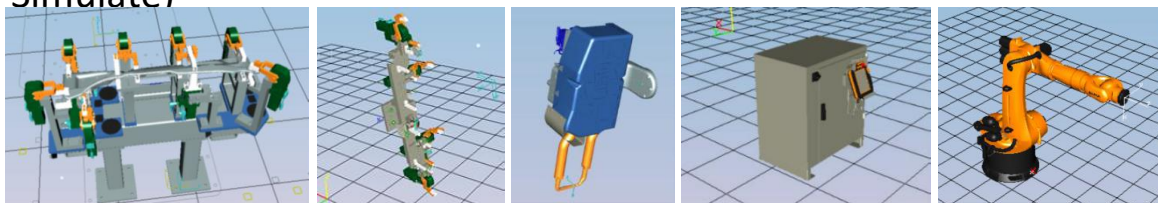
- Analýza vhodných prvkov a prostriedkov pre virtuálne nasadenie a simuláciu automatizovaných liniek s priemyselnými robotmi
- Identifikácia a analýza funkcionality partikulárnych strojných zariadení využívaných v automatizovaných linkách

### **Aplikačne orientovaný výskum v oblasti virtuálneho správania sa strojných zariadení**

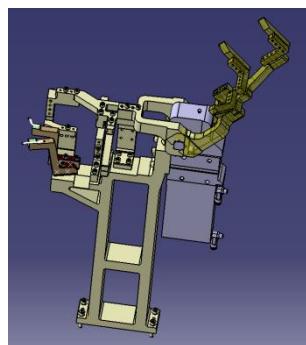
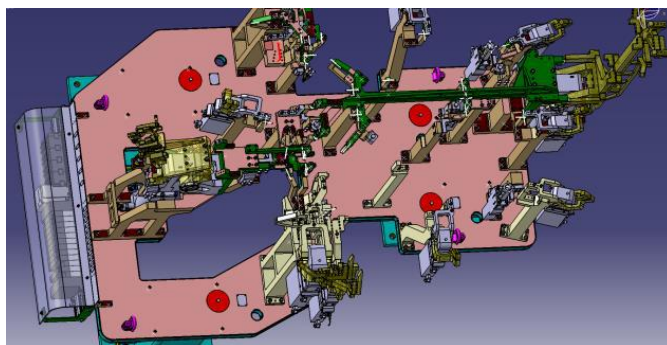
- Virtualizácia správania a vytvorenie knižníc strojných zariadení






## HLAVNÉ REALIZOVANÉ VÝSTUPY 5. ETAPY

- funkčné modely strojných zariadení robotической zvaracej bunky (Process Simulate)



- otestované aj na reálnom PLC (udalostná simulácia) – testovanie výrobného taktu (podstatný údaj pre zákazníkov)
- knížnice strojných zariadení v prostredí CATIA s výstupom vo formáte .xls (počty prípravkov, celkový počet častí a suma v €, vrátane technológie, a kapacitných požiadaviek výrobných zariadení)



CENY- podskupiny na stanice a greifre							
Typ	Obrázok	Popis	poč.ks v prípravku	cena spolu v €	počet položiek	počet položiek celkom	Nazov
1.		konzola+2 ks vyrábané položky	0	0	3	0	ZENTRIERUNG
2.		konzola+ 3 ks vyrábané položky	0	0	4	0	SPANNER
3.		konzola+5 ks vyrábané položky	0	0	6	0	SPANNER
4.		konzola+7 vyrábaných položiek	0	0	8	0	SPANNER
5.		konzola+9 vyrábaných položiek	0	0	10	0	SPANNER

## PRÍNOSY 5. ETAPY

### **Analýza vhodných prvkov a prostriedkov pre virtuálne nasadenie a simuláciu automatizovaných liniek s priemyselnými robotmi**

Výstup: modely prvkov strojných zariadení v prostredí Process Simulate a skripty v prostredí CATIA pre vytvorenie databázy strojných zariadení

Tendencie k inováciám: zahrnutie virtuálnych modelov pri implementácii robotizovaných liniek s potlačením neželaných javov pri uvedení do prevádzky (celkové zníženie nákladov odhadom 10-30%)

### **Virtualizácia správaní a vytvorenie knižníc strojných zariadení**

Výstup: knižnice strojných zariadení a overenie funkcionality modelov aj pomocou reálneho PLC

Tendencie k inováciám: optimalizácia výrobných procesov vo virtuálnom prostredí