

KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ

VÝZKUMNÁ ZPRÁVA

TECHNOLOGIE BEZKONTAKTNÍHO VYHODNOCOVÁNÍ TVAROVÉ PŘESNOSTI VÝROBKŮ S VELMI NÍZKOU TUHOSTÍ

Autor: Ing. Jan Ťídek, Ph.D.
Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.
Ing. Jan Klepáček, Ph.D.
Ing. Zdeněk Raab
Ing. Petr Votápek
Ing. Miroslav Grach

Číslo projektu: 01-UU107_KKS-2011

Číslo výsledku: KKS-VZ1-11-11

Odpovědný pracovník: doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.

Vedoucí katedry: doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.

Děkan: doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.

PLZEŇ, LISTOPAD 2011

Název anglicky:

Contactless shape precision evaluation of very low stiffness products.

Název česky:

Bezkontaktní vyhodnocování tvarové přesnosti výrobků s velmi nízkou tuhostí.

Anotace anglicky:

The content of designed technology "Contactless shape precision evaluation of very low stiffness products" is a way of measuring and evaluating the surfaces and edges of parts for which they can not, with regard to their low stiffness, use standard measuring methods. Furthermore, this technology allows the complete dimensional inspection, by which has the roundness of parts significantly higher predicative ability of the overall quality than standard measuring outputs.

Anotace česky:

Obsahem navržené technologie "Bezkontaktního vyhodnocování tvarové přesnosti výrobků s velmi nízkou tuhostí" je způsob měření a vyhodnocení povrchů a hran dílů, pro které nelze, s ohledem na jejich nízkou tuhost, využít standardních měřících metod. Dále tato technologie umožňuje tzv. totální rozměrovou inspekci, která má v této oblasti dílů výrazně vyšší vypovídající schopnost o celkové kvalitě než standardní měřící výstupy.

Klíčová slova anglicky:

measurement, evaluation, deviations, very low stiffness products

Klíčová slova česky:

měření, vyhodnocování, odchylky, výrobky s velmi nízkou tuhostí

Interní identifikační kód přidělený tvůrcem:

KKS-VZ1-11-11

Popis vytvářené technologie:

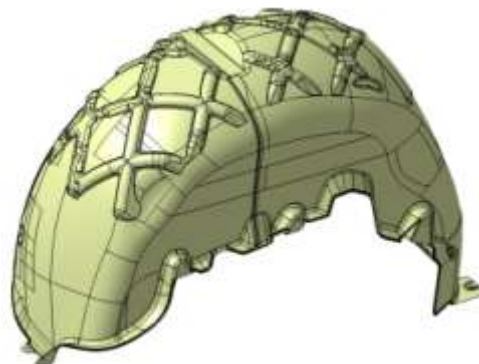
Tato technologie je vyvinuta pro textilní kryty podběhů z recyklovaného PET. Tvar takového dílu je na následující obrázku.

Technologie měření je rozdělena do dvou fází:

- Ustavení měřicího přípravku vůči CAD datům (RPS rovinám) pomocí dotykové sondy.
- Bezkontaktního nasnímání potřebné části povrchu a hran dílu.

Vyhodnocují se taktéž dva typy bodů:

- Povrchové, kde je porovnávána poloha referenčního bodu vůči naměřenému povrchu.
- Obvodové, kde je nutné nejdříve vyselektovat hraniční body skenu a vůči nim teprve provést porovnání.



Technické parametry výsledku:

- Rozměry testovaných dílů: 1200 x 800 x 600 mm
- Rozlišení pro vyhodnocení kontur koberce: 0.35 x 0.35 mm
- Rozlišení pro vyhodnocení povrchu koberce: 1 x 1 mm
- Bodové i plošné vyhodnocení tvarových odchylek
- Čas měření a vyhodnocení jednoho dílu: < 25min



Pro vlastní měření byl použit měřicí systém Leica Laser Tracker LTD800 s kontaktním snímačem T-Probe II a bezkontaktní skenovací hlavou T-Scan.

Požadované technické parametry:

Tyto díly by měly být vyráběny s tolerancí $\pm 2\text{mm}$ pro tvar i ořez, což vyplývá z výkresové dokumentace. Přesnost měření a vyhodnocení tedy musí být lepší než $\pm 0,2\text{mm}$.



Ukázka lisovacího nástroje:

Typickým způsobem výroby tohoto typu dílů je lisování přehřátého PET koberce v hlazených hliníkových nástrojích viz obrázek.



Současný stav:

V současné době je hlavním způsobem tvarové a rozměrové kontroly využití pevných kontrolních přípravků. Tyto přípravky jsou frézovány do tvaru podběhu s plochami dílu odpovídajícími plechové dosedací ploše. Kontrola je tedy naprosto závislá na osobě, která ji provádí. Tvarová kontrola je závislá na pocitu kontrolora, sedí / nesedí a ořez je vždy zkoumán lokálně.



Na následujícím obrázku je detail měřicího přípravku s tolerančním polem a rastrem vůči souřadnému systému automobilu.



Nový typ měřicího přípravku:

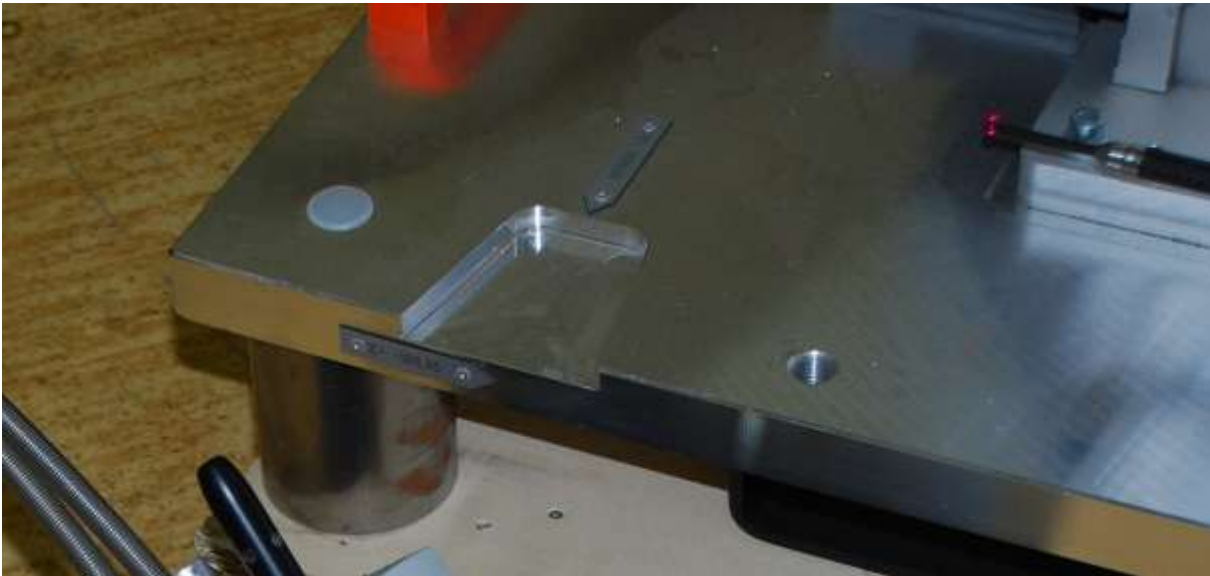
Pro možnost automatického vyhodnocení na moderních CMM strojích je nutné použití přesných přípravků. Ty jsou však poměrně složitě a značně nákladné. Pro vývoj měřicí technologie sloužily tyto přípravky pro ustavení dílů vůči RPS rovinám definovaným v CAD datech.



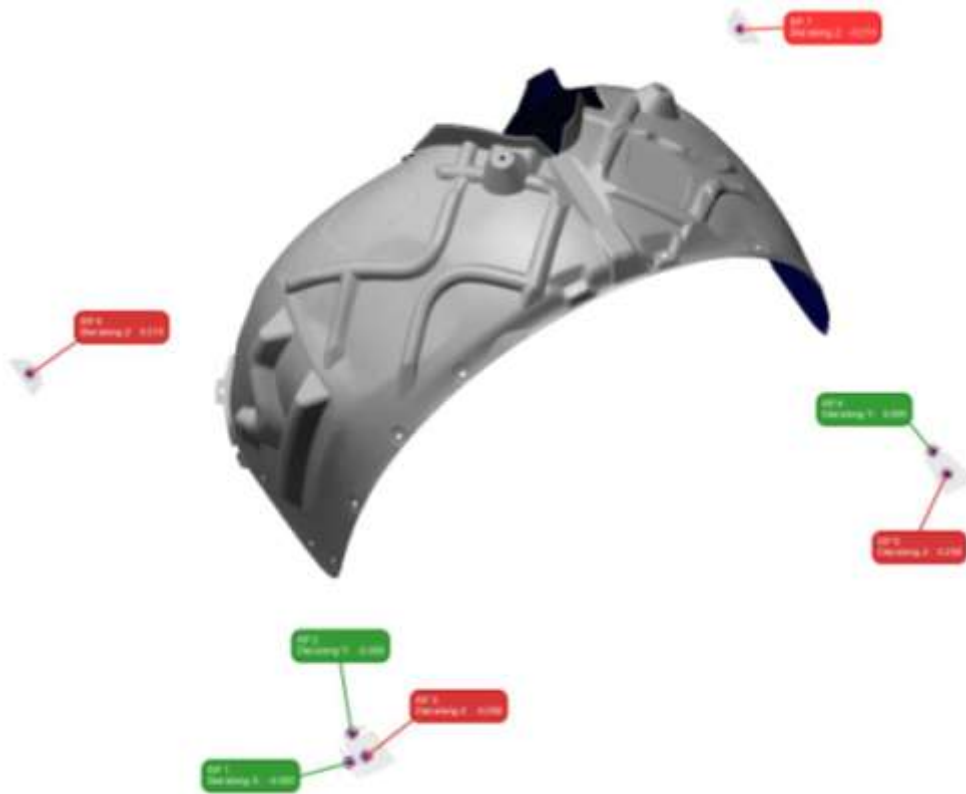
Ťluté tečky na povrchu dílu sloužily pro definici měřících bodů. Tyto body byly přeneseny pomocí průmětu bodu z dotykové sondy na CAD data bez nutnosti složitě definice přes souřadnice.



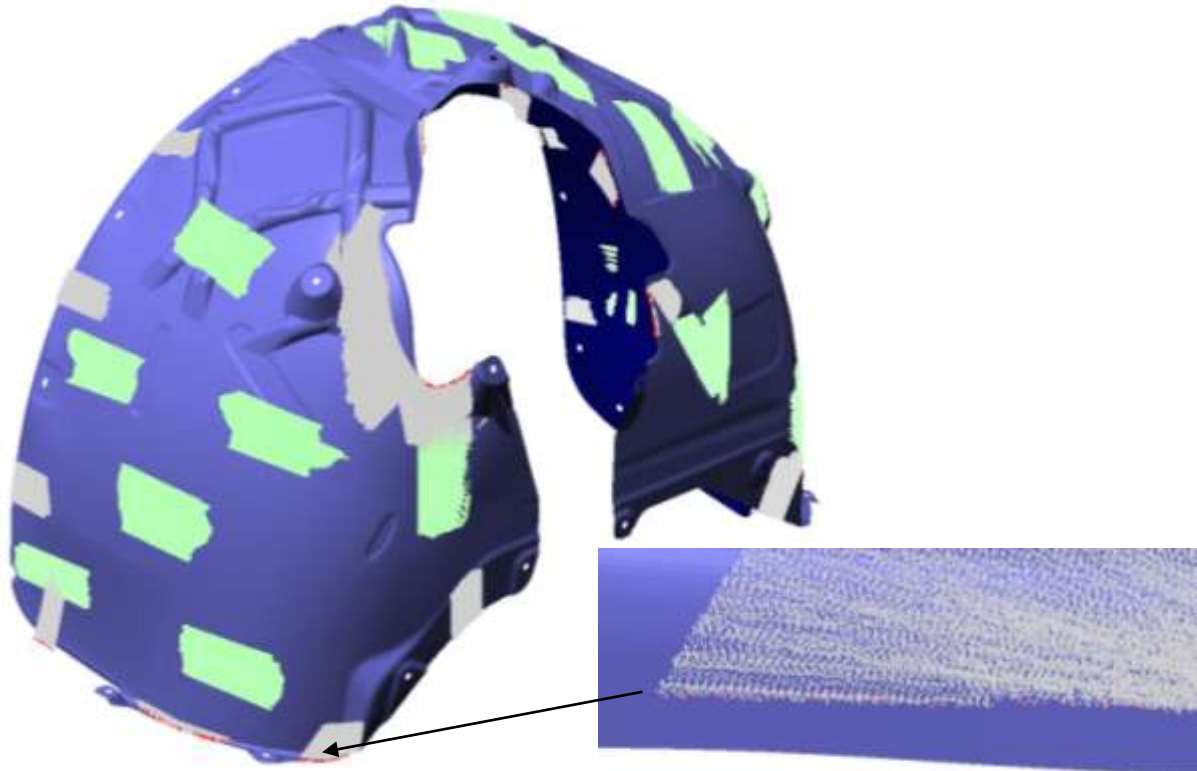
Na následujícím obrázku jsou vidět dvě RPS roviny sloužící k ustavení měřícího prostoru vůči CAD datům.



Výsledek ustavení měřicího prostoru vůči CAD datům:

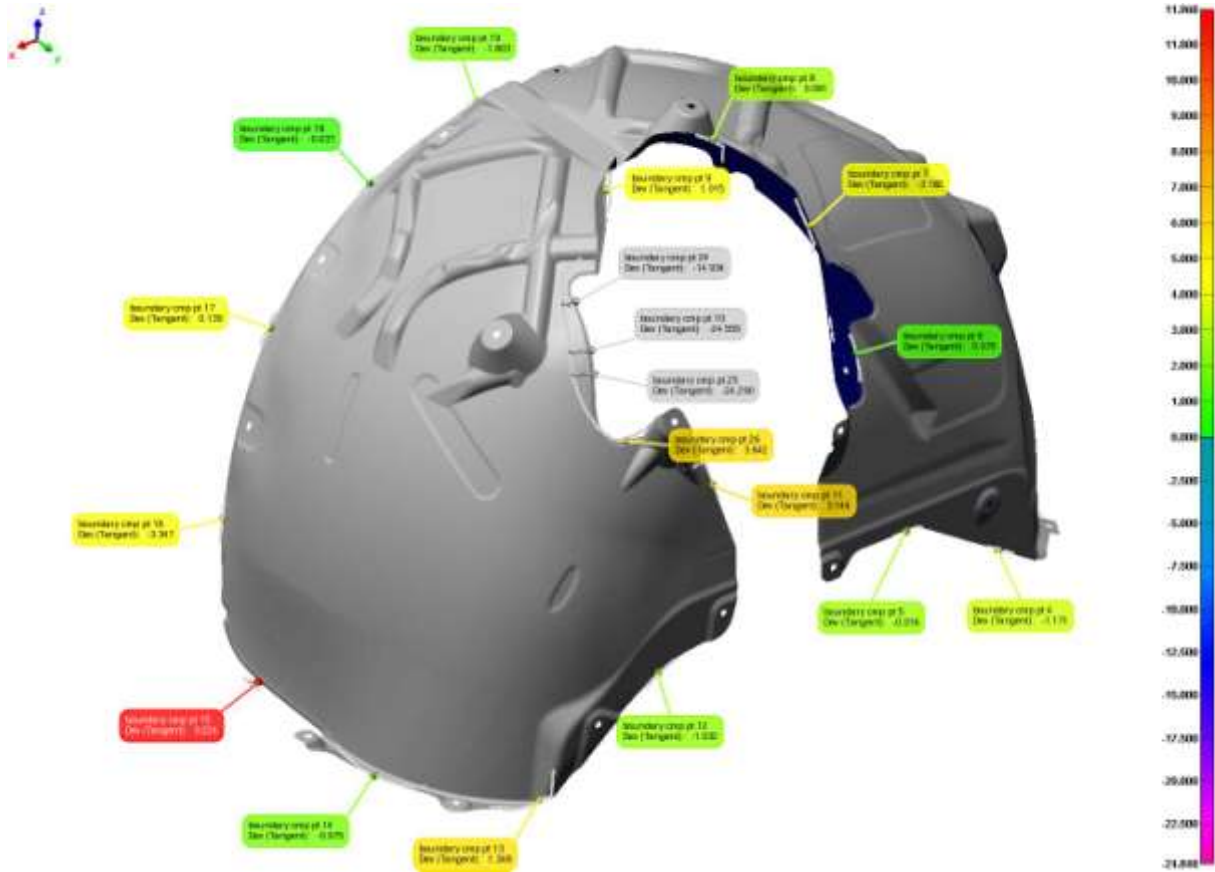


Výsledný mrak měřených bodů bezkontaktním skenerem:



- Zelená – oblasti pro plošná vyhodnocení
- Šedá – oblasti pro vyhodnocení hran
- Červená – vyselektované hraniční body

Vyhodnocení obvodových bodů:

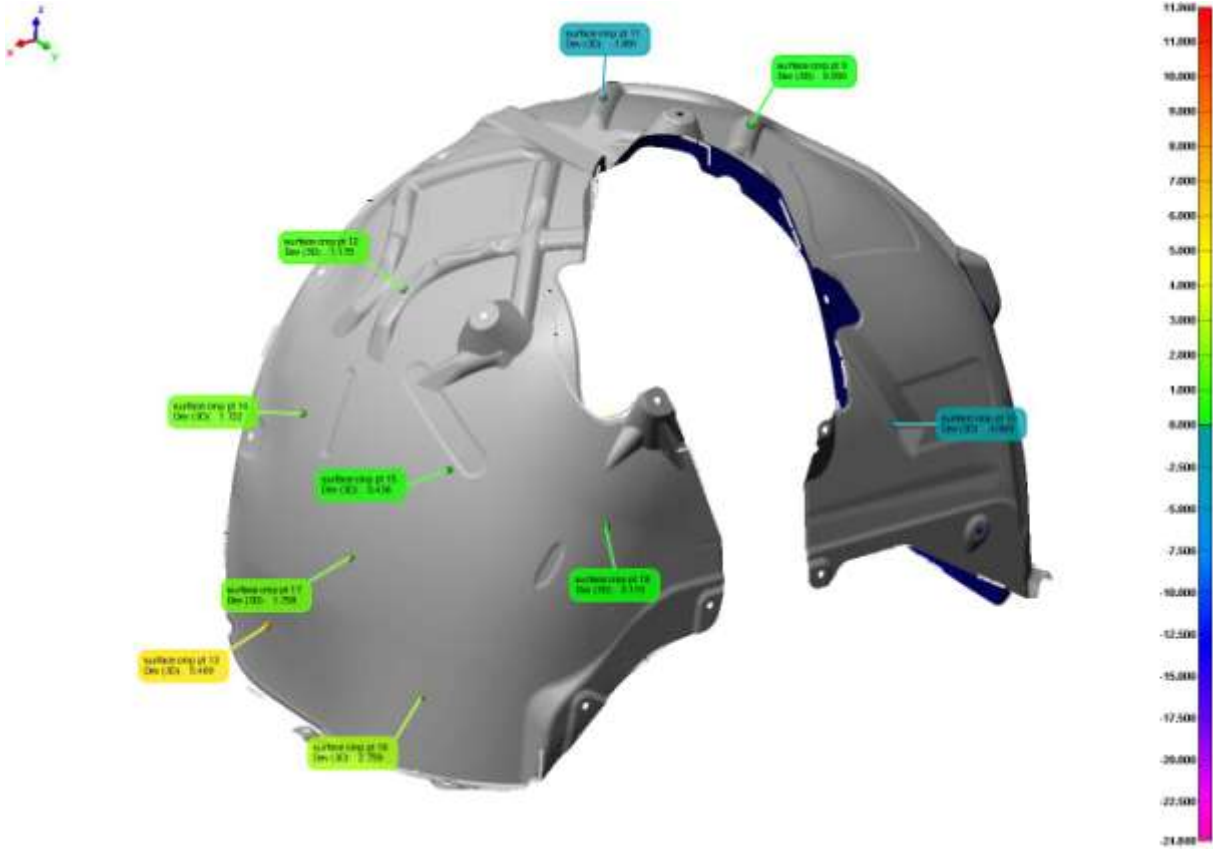


	PART NAME: RHS VORNE LINKS	MEASUREMENT DATE: 14. 07. 2009
	PART NUMBER: 7P5_809_961	
	PART SERIAL NUMBER: 1	

Table Type Comparison Point												
CSYS	World											
Alignment	reference point											
Name	Nom (x)	Nom (y)	Nom (z)	Meas (x)	Meas (y)	Meas (z)	Tol+	Tol-	Dev (Tangent)	Dev (Normal)	Dev (3D)	
boundary cmp pt 9	130.980	-862.770	522.534	127.403	-660.064	522.759	2.000	-2.000	1.015	-4.375	4.491	
boundary cmp pt 10	212.063	-675.930	388.565	234.250	-586.558	386.786	2.000	-2.000	-24.556	2.362	24.666	
boundary cmp pt 11	109.393	-478.350	230.763	106.772	-483.611	231.335	2.000	-2.000	3.144	-4.999	5.906	
boundary cmp pt 12	188.706	-467.668	27.904	189.011	-466.420	26.847	2.000	-2.000	-1.032	2.329	2.467	
boundary cmp pt 13	329.768	-478.948	-97.533	334.240	-476.689	-98.187	2.000	-2.000	1.348	6.408	5.571	
boundary cmp pt 14	450.133	-619.325	-97.664	448.550	-619.702	-96.480	2.000	-2.000	-0.975	1.760	2.012	
boundary cmp pt 15	434.713	-837.339	-90.905	440.303	-830.957	-90.513	2.000	-2.000	0.224	11.913	11.915	
boundary cmp pt 16	422.582	-928.794	67.847	426.000	-925.657	68.843	2.000	-2.000	-3.347	3.364	4.745	
boundary cmp pt 17	363.478	-949.537	278.412	357.092	-948.832	280.624	1.000	-1.000	0.139	4.293	4.295	
boundary cmp pt 18	219.222	-854.270	415.113	219.602	-853.659	415.762	1.000	-1.000	-0.637	0.730	0.969	
boundary cmp pt 24	199.369	-621.817	423.902	213.701	-626.177	420.736	2.000	-2.000	-14.834	3.396	15.312	
boundary cmp pt 25	219.323	-680.236	368.457	240.702	-671.857	368.717	2.000	-2.000	-24.260	1.458	24.335	
boundary cmp pt 26	209.400	-511.630	303.993	210.758	-509.536	309.204	2.000	-2.000	3.642	4.472	5.778	

Projekt: 7P5_809_961-1	Units: mm / degree	5/9
Workspace: HP-7P5_809_961		19.7.2009

Vyhodnocení plošných bodů:




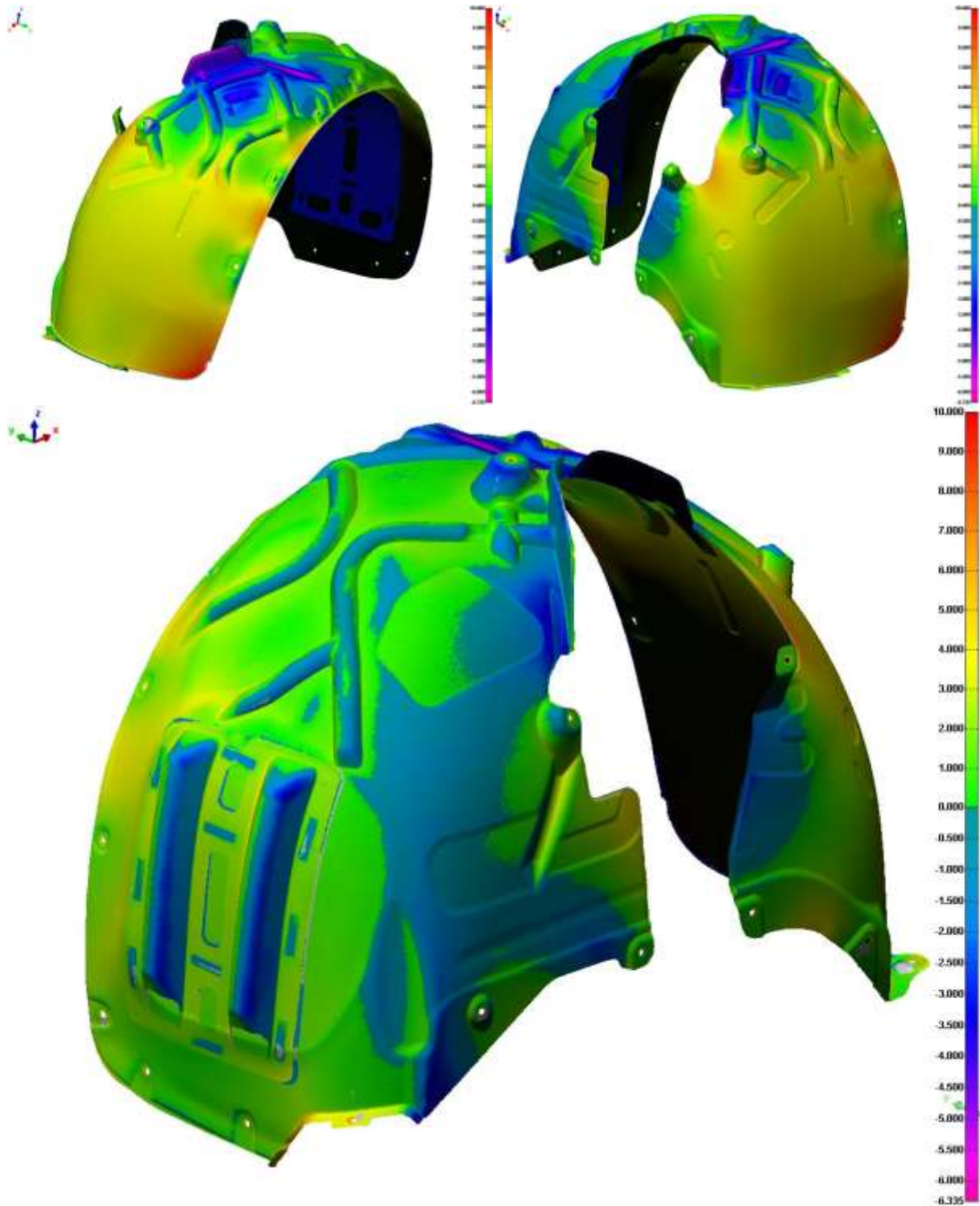
 ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	PART NAME:	RHS VORNE LINKS	MEASUREMENT DATE:	14. 07. 2009
	PART NUMBER:	7P5_809_061		
	PART SERIAL NUMBER:	1		

Table Type		Comparison Point										
CSYS	World											
Alignment	reference points											
Name	Norm (x)	Norm (y)	Norm (z)	Meas (x)	Meas (y)	Meas (z)	Dev (x)	Dev (y)	Dev (z)	Dev (3D)	Tol+	Tol-
surface cmp pt 12	301.102	-780.210	387.632	301.866	-780.485	388.481	0.765	-0.275	0.849	1.175	2.000	-2.000
surface cmp pt 13	432.796	-835.387	-11.004	438.262	-835.545	-11.093	5.466	-0.159	-0.089	5.469	2.000	-2.000
surface cmp pt 14	392.780	-837.767	237.678	394.376	-837.914	238.307	1.598	-0.147	0.631	1.722	2.000	-2.000
surface cmp pt 15	361.302	-607.632	243.612	361.674	-607.483	243.784	0.372	0.149	0.171	0.438	2.000	-2.000
surface cmp pt 16	407.041	-582.656	-14.673	409.605	-581.670	-14.409	2.564	0.966	0.264	2.759	2.000	-2.000
surface cmp pt 17	421.041	-704.056	116.038	422.760	-703.811	116.315	1.719	0.245	0.278	1.758	2.000	-2.000
surface cmp pt 18	235.360	-478.871	193.333	235.384	-478.767	193.360	0.024	0.104	0.027	0.110	2.000	-2.000

Projekt:	7P5_809_061-1	Units:	mm / degree	9/9
Workspace:	HP-7P5_809_061			19.7.2009

Ukázka totální rozměrové inspekce:

Budoucností v oblasti tvarové a rozměrové inspekce dílů je tzv. totální inspekce dílů, zahrnující celý zkoumaný povrch a vyhodnocující nejenom odchylky v konkrétních bodech, ale průběh odchylek celého povrchu. Pro takováto vyhodnocení se nejlépe hodí tzv. barevné mapy odchylek.



Závěr:

Byla vytvořena „*Technologie bezkontaktního vyhodnocování tvarové přesnosti výrobků s velmi nízkou tuhostí*“ umožňující měření verifikaci výrobních procesů výrobků s velmi nízkou tuhostí. Touto technologií je možné verifikovat tvarovou a rozměrovou přesnost takovýchto výrobků zvláště v procesu zavádění výroby, kde nutno deklarovat tyto vlastnosti odběratelům. Takto validované výrobky mají výrazně vyšší konkurenční výhodu a mnozí odběratelé již vyžadují měřicí protokoly takovýchto výrobků. Touto technologií je možné celý proces jednoduše automatizovat a minimalizovat vliv člověka na výsledek měření. Tato technologie zajišťuje značnou opakovatelnost v průběhu celého životního cyklu výrobku a lze s ní kdykoli validovat následnou sériovou produkci. Stabilita měřicího procesu byla ověřena na cca 60 dílech.

Technologie byla testována na čtyřech typech dílů předních a zadních podběhů pro vozy VW Touareg a Porsche Cayenne.

Podrobnosti měřicí technologie jsou obsahem obchodního tajemství předaného firmě Naretec s.r.o.

Uživatel technologie:

Navržená technologie je využívána a uplatněna firmou NARETEC s.r.o., Plzeň.

Kalibrační certifikát měřicího systému Leica Laser Tracker LTD 800+T-Scan+T-Probe:



NMS s.r.o., Hviezdoslavova 13, 821 06 Bratislava, Slovakia,
 tel.: +421 2 5363 1296, fax: +421 2 5363 1298, e-mail: nms@nms.sk, http://www.nms.sk
 Vedený v OR OS BA I, odd: Sro, vložka č.: 18902/B

Calibration Certificate CC_20110701_01

Customer: UNI Plzeň
Product: Leica Tracker/T-Probe/T-Scan
Serial No.: LTD 800 1246
 T-Cam 800 113
 T-Probe I 195
 T-Scan I 550294

Date: 01.07.2011
Operator: Marek Süč

Results of the length measurements [mm]

Laser Tracker					
Position	Nominal	Measured	Deviation	± Tolerance	Result
2000	799,991	799,971	-0,020	0,041	In Tolerance
5000	799,991	799,978	-0,013	0,061	In Tolerance
8000	799,991	800,022	0,031	0,090	In Tolerance

T-Probe					
Position	Nominal	Measured	Deviation	± Tolerance	Result
2000	799,902	799,890	-0,012	0,060	In Tolerance
5000	799,902	799,893	-0,009	0,060	In Tolerance
8000	799,902	799,934	0,032	0,060	In Tolerance

T-Scan					
Position	Nominal	Measured	Deviation	± Tolerance	Result
2000	1140,055	1140,055	0,000	0,060	In Tolerance
5000	1140,055	1140,078	0,023	0,060	In Tolerance
8000	1140,055	1140,079	0,024	0,060	In Tolerance

Conclusion: The calibration was made according to the internal regulations NMS_IP_201001_001. The used reference equipment has valid certificates. According to the measured values the equipment meets the technical specifications.

Bratislava
01.07.2011

NMS s.r.o.
 Hviezdoslavova 13
 821 06 BRATISLAVA
 IČO: 35 764 848, IČ DPH: SK2020254588

Marek Süč
NMS s.r.o.