

PRIMER IZ PRAKSE: UMEŠČANJE SKENA KROŽNE IZVRTINE V ABSOLUTNI KOORDINATNI SISTEM

Damjan Vrenčur

Kolektor Orodjarna d.o.o.

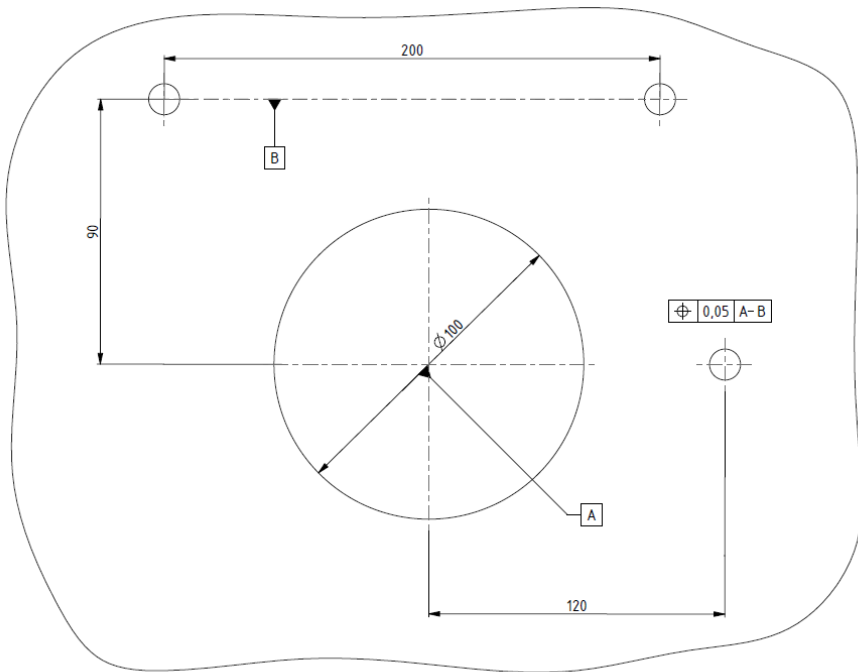
E-pošta: vision@kolektor.com

URL: <http://www.kolektorvision.com>

POVZETEK: *Pri merjenju dimenzij ulitkov, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji, se ključna meritev pozicije pogosto veže na kakšno od krožno obdelanih izvrtin večjih dimenzij. Izkazuje se, da je rotacijski sken fizikalno ena bolj primernih metod za optično detekcijo lastnosti takšnih izvrtin. V predavanju si bomo ogledali izzive, ki jih takšen pristop prinaša ter eno od implementiranih rešitev, ki smo jo izdelali v Kolektor Vision v letu 2017.*

1. UVOD

Mnogo izdelkov livarske industrije za potrebe proizvodnje pogonskih delov avtomobilov (ohišij menjalnikov, delilnikov navora, motorja ipd.) je načrtovanih okoli centralne izvrtine – izvrtine, skozi katero je v končnem sestavu speljana uležajena pogonska gred. Centralna izvrtina je običajno opremljena tudi s tesnilom gredi, zato je njen premer pogosto velik v primerjavi z ostalimi merjenimi značilkami na ulitku, poleg tega pa so tolerance in ujemi lahko tudi do tri velikostne stopnje manjši od značilnih dimenzij izdelka. Narava uporabe izdelka običajno zahteva postavitev vsaj ene tolerančne baze v središče centralne izvrtine. Primer tehnične risbe takšnega izdelka kaže slika 1.

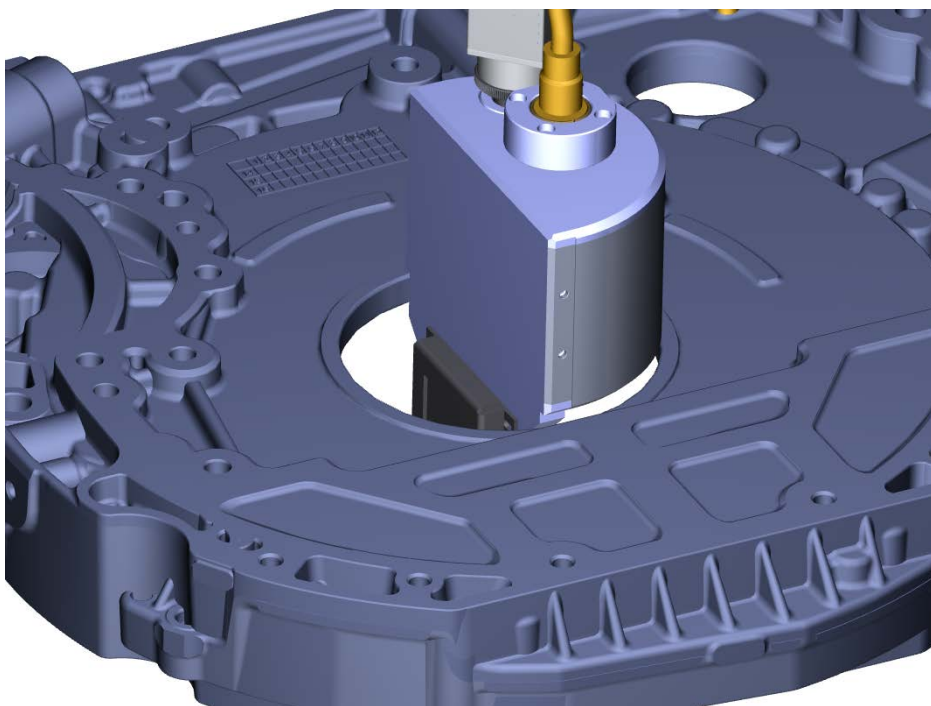


Slika 1: Idealiziran primer tehnične risbe, kjer je pozicija izvrtine na desni vezana na dve virtualni bazi: središče izvrtine z večjim premerom ter nosilko središč dveh manjših izvrtin zgoraj.

Ob načrtovanju merilne naprave za takšne tipe izdelkov se kot poseben problem zastavlja naloga uspešne realizacije baz. Najočitnejša rešitev – 3D skeniranje celotnega izdelka ter analiza tako pridobljenega oblaka točk – običajno ne pride v poštev zaradi časovnih omejitev takta proizvodne linije. Združevanje večih kamer v skupni koordinatni sistem omogoča hitrejšo kontrolo, a s seboj prinaša dodatne izzive. Prvi je potreba po izdelavi posebnih kalibrskih kosov, drugi pa dilema, kako dovolj natančno zaznati obliko ter pozicijo centralne izvrtine. V nadaljevanju se bomo osredotočili na problem centralne izvrtine.

2. CENTRALNA IZVRTINA – METODE OPTIČNE DETEKCIJE

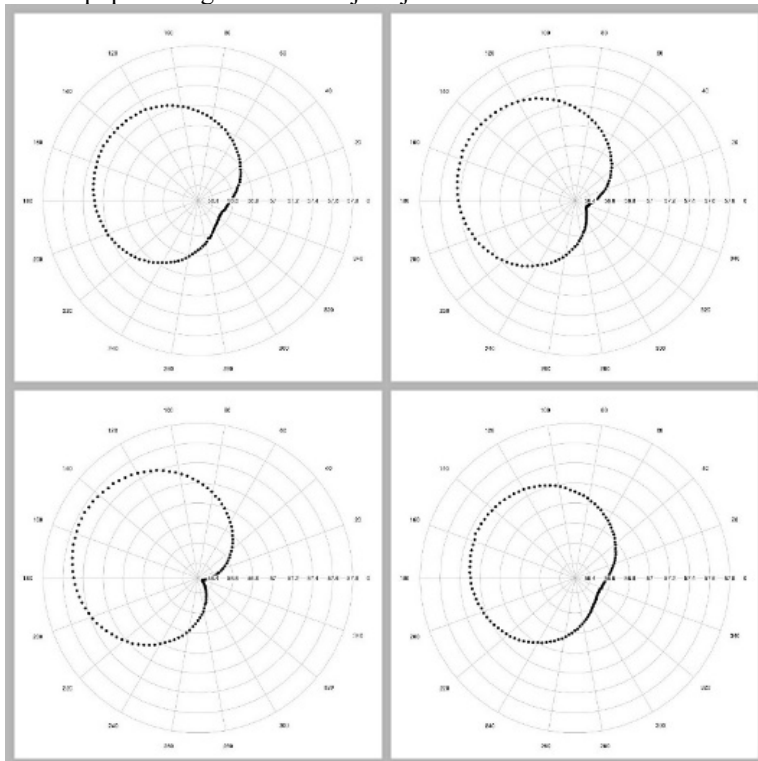
Zanesljivo ter natančno posneti obliko izvrtine z večjim premerom v tolerancah, ki so tri velikostne rede manjše od njenih značilnih dimenzij (recimo $100\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$) je z enim posnetkom na meji optično mogočega. Mehanske omejitve natančnosti postavitve izdelka, neenakomerna obdelava kontroliranih površin, lom svetlobe na robovih, inherentne optične distorzije leče ter učinkovita ločljivost celotnega optičnega sistema predstavljajo ovire, ki jih je izredno zahtevno preseči. Zato smo se v Kolektor Vision odločili uporabiti drugačen pristop: razvili smo lastno lasersko triangulacijsko glavo, ki z rotacijskim gibom znotraj izvrtine posname njeno obliko (Slika 2). Takšen način detekcije omogoča mnogo večjo natančnost kot metoda enega posnetka, zahteva sicer več časa, a je za razliko od 3D skeniranja izdelka običajno še vedno v časovnih okvirih, ki so sprejemljivi za naročnika.



Slika 2: Triangulacijska glava v centralni izvrtini ulitka med zajemom podatkov.

3. CENTRALNA IZVRTINA – ANALIZA

V idealnem primeru, ko je krožni tek osi rotacijske skenirne glave ničeln, ko je optična pot laserja poravnana radialno ter, ko ni optičnih distorzij, pričakujemo, da bodo zajete točke opisovale popoln krog. Realno stanje zajemov kaže slika 3.

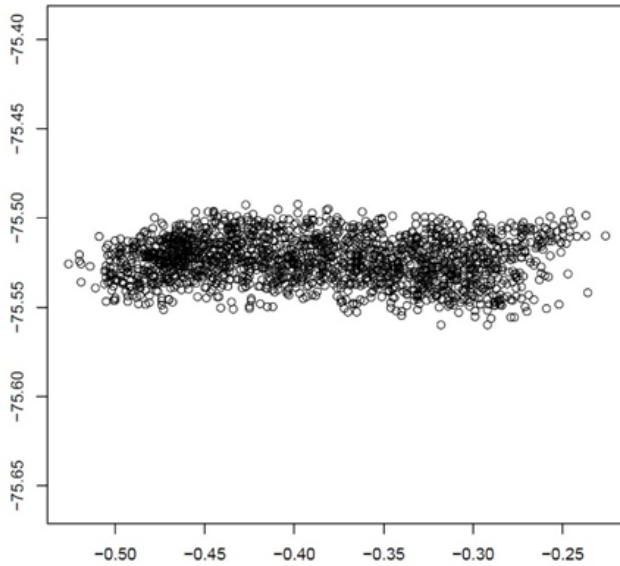


Slika 3: Prikaz podatkov iz štirih skenov centralne izvrtine istega kosa.

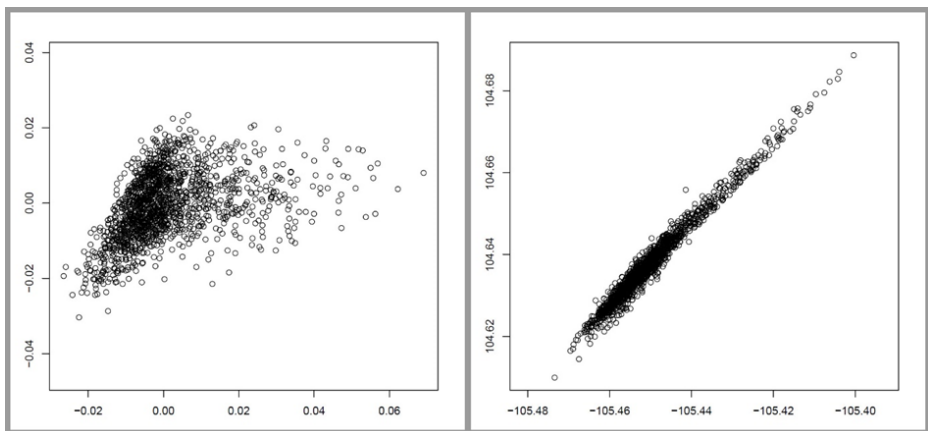
Postavlja se vprašanje, kako iz takšnih podatkov dovolj natančno določiti središče izvrtine, saj se le to uporablja kot baza za vse ostale (vezane) meritve.

Izkaže se, da omogočajo pogosto uporabljane metode, ki temeljijo na metodi najmanjših kvadratov oziroma na presekih eksaktnih rešitev različno filtriranih točk dovolj veliko natančnost ter ponovljivost za določanje premera izvrtine, vendar so se pri določanju položaja središča te iste metode izkazale za premalo natančne (slika 4).

Zato smo v sodelovanju s podjetjem Ektimo d.o.o. v Kolektor Vision razvili lastno metodo, prilagojeno posebnostim pri nas izdelane skenirne glave. Rezultate korelacije med teoretičnimi ter izmerjenimi položaji središča prikazujeta grafa na sliki 5.



Slika 4: Korelacija med x-koordinato središča centralne izvrtine, pridobljene s pomočjo ene od klasičnih metod prilagajanja kroga skeniranim podatkom ter x-koordinato, izračunano iz znanih značilnih mer kalibrskega vzorca. Napaka, ki jo naredimo na tak način, je velikostnega reda dveh desetink milimetra, kar je nesprejemljivo veliko.



Slika 5: Korelacija med izmerjenima in realnima koordinatama središča centralne izvrtine. Pričakovana maksimalna napaka v izmerjeni poziciji je ob uporabi lastne metode izračuna središča v rangu nekaj stotink milimetra.

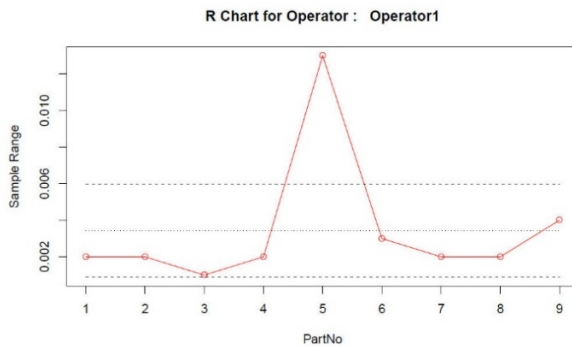
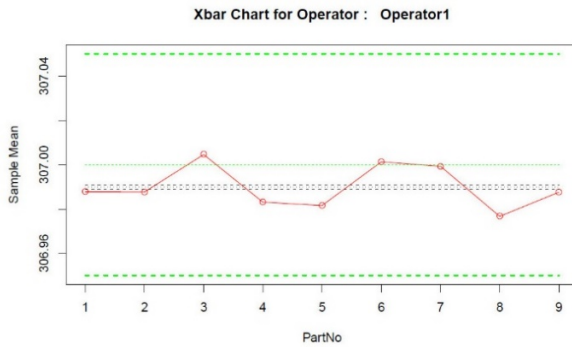
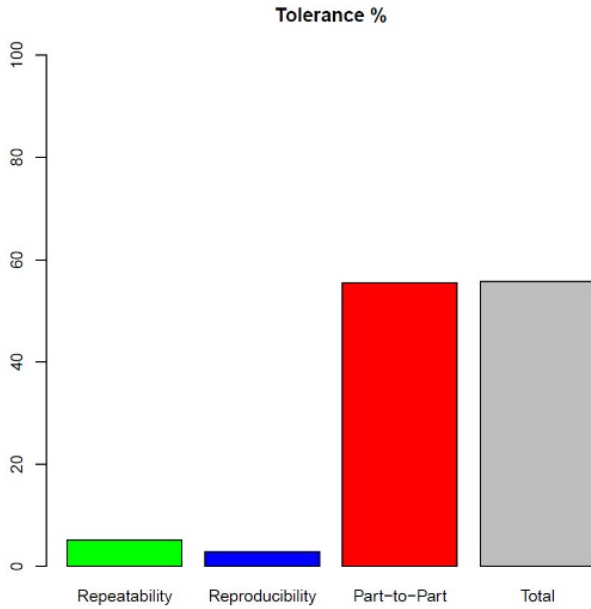
4. ZAKLJUČEK

Izkazalo se je, da lahko s tako umerjenim strojem merimo nekatere parametre ulitkov s tolerancami v stotinkah milimetra ter ob tem dosežemo visoko ponovljivost meritev, kot to kažejo slike 6, 7 in 8.

Gauge R&R

	stdDev	%StudyVar	%Tolerance
Repeatability	0.00085	9.12	5.09
Reproducibility	0.00047	5.08	2.84
Part-to-Part	0.00925	99.45	55.48
Total	0.00930	100.00	55.79

Number of distinct categories: 13.47



Slike 6, 7 in 8: Rezultati MSA analize na enem od merjenih parametrov na ulitkih.