

## » Automatizirano mjerenje profila smanjuje utjecaj ljudskog faktora i skraćuje vrijeme mjerenja te povećava kvalitetu i konkurentnost na tržištu

*Simon Omahen* Proizvođači alata za injekcijsko prešanje plastike, metaloprerađivači, proizvođači keramičkih poluproizvoda, alatničari – svima je zajedničko da izrađuju proizvode s određenim oblikom i profilom. Upravo je taj profil potrebno izmjeriti u što kraćem vremenu, što točnije i prije svega automatizirano te neovisno o ljudskom faktoru.

### Izazov

I prije same proizvodnje postoje nacrti, sheme, crteži proizvoda i razni zahtjevi, primjerice hrapavost, tolerancije dimenzija, definicije kutova, radijusa utora, navoja itd. Iz samih crteža ne razvijaju se samo proizvodni procesi za nastanak proizvoda, već i mjerni procesi za njegovu kontrolu. Upravo stoga je pri planiranju cjelovitog lanca potrebno uzeti u obzir vrijeme izrade i kontrole proizvoda, te s njima povezane troškove. Cilj i izazov svakog dobrog gospodara je naravno što više smanjiti troškove. Među njima su i troškovi provjere kvalitete i naravno troškovi radnih sati, prije svega ljudskih. To sve više omogućuje automatizirana proizvodnja. Ideja je dakle, da se provjera kvalitete izvodi automatizirano, serijski i sa što manje utjecaja ljudskog faktora.

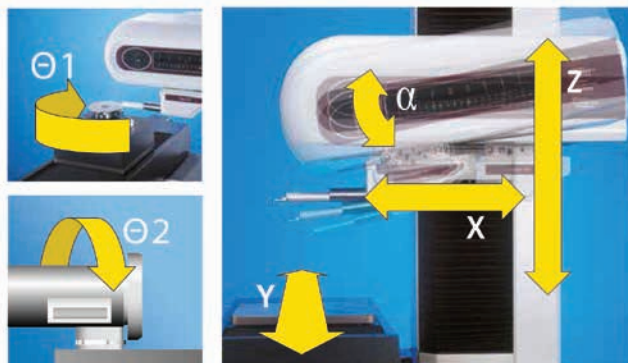
Pri provjeri kvalitete ne rukuje se uvijek jednakim proizvodima, već potpuno različitim, kako prema dimenzijama, tako i prema obliku. Tako iz proizvodnje mogu doći minijaturni proizvodi, koje jedva možemo primijetiti u ruci, ili proizvodi koje radi veličine i mase možemo jedva pomicati. Pri tome se javlja pitanje stezanja proizvoda, traženja ponovljive početne točke, mogućnosti udruživanja profila i okretanja, odnosno prilagođavanja mjernog objekta obzirom na njegov oblik radi pristupa svim željenim točkama mjerenja. Naravno da je najbolje, da je mjerni proces potpuno automatiziran, jednostavno programibilan i jednostavan za korisnika. Čini se utopijski, no za sve poteškoće, postoje i rješenja.

### Rješenja (strojna oprema)

Kako bi razumjeli sve pojmove i pravilno si ih predočili, definiraju se simboli pomaka stroja za mjerenje profila i pripadajućih dijelova. U osnovi, stroj za mjerenje profila sastavljen je od granitnog stola, stupa (pomak Z1), glave (pomak α), držala osjetila (pomak



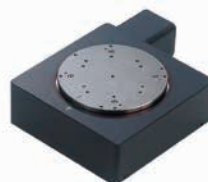
Simon Omahen • univ. dipl. inž. elektrotehnike



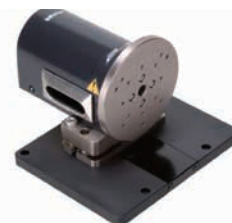
X) i samog osjetila (pomak Z2). Na stroj za mjerenje profila može se nadograditi i stol, koji se pomiče po Y-osi i/ili stol, koji se okreće vertikalno ( $\theta 1$ ), i/ili stol koji se okreće horizontalno ( $\theta 2$ ).

Na tržištu se nalaze različite verzije strojeva za mjerenje profila: od potpuno ručnih (automatski je samo pomak po X-osi), do potpuno automatiziranih, gdje se automatski pomiču sve spomenute osi. U slučaju automatiziranja, potrebno je naravno posegnuti za modelima iz viših cjenovnih razreda, koji nude kompleksna rješenja. Postoje i verzije koje se nalaze između ove dvije skupine, gdje se jednostavnije verzije mogu nadograditi sa senzorima, laserima, PLC-ima, ... Tako, inače jeftiniji stroj za mjerenje profila s ručnim rukovanjem, možemo promijeniti u poluautomatizirani, gdje osi moramo i dalje pomicati ručno (osim X-osi, koja je uvijek automatizirana), no u tom slučaju se pri kontroli i izdavanju loših proizvoda javlja ljudskih faktor i veća je mogućnost pogreške.

U slučaju zahtjeva za automatiziranim mjerenjem, mudrija je i jeftinija primjena automatiziranog stroja. Na gornjoj slici vide se sve četiri moguće izvedbe stola za automatski pomak, s pomoću kojih stroj (odnosno mjerenja) postaje potpuno automatiziran. Već osnovni uređaj za mjerenje profila omogućuje prebacivanje jednog, kombinacije dvaju ili svih stolova na automatski pomak. U pripadajuću upravljačku jedinicu ugrade se kartice za proširenje (već priložene svakom stolu), te se stolovi preklope; stvar dakle djeluje prema načelu "prikluči i radi" (eng. plug and play). Poseg u programsku opremu nije potreban, a pojedinu automatsku os samo uključimo ili isključimo.



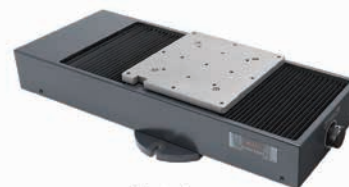
$\theta 1$  - os



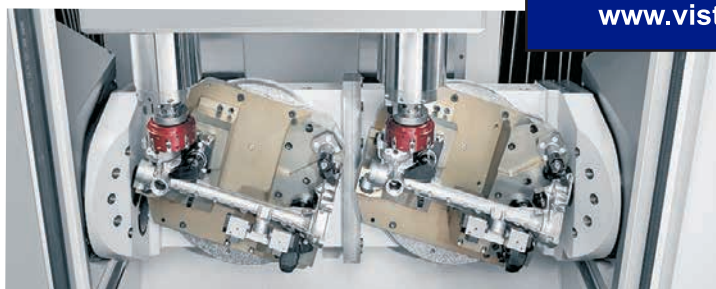
$\theta 2$  - os



2D/3D -  
automatski nivelirajući stol



Y - stol



Ul. Jožeta Jame 14  
SI-1210 LJUBLJANA  
[www.vist-cnc.com](http://www.vist-cnc.com)

**chiron**



**STAMA**

**NC** **SERVIS**  
LOVREK IVAN s.p.

**VIST** d.o.o.



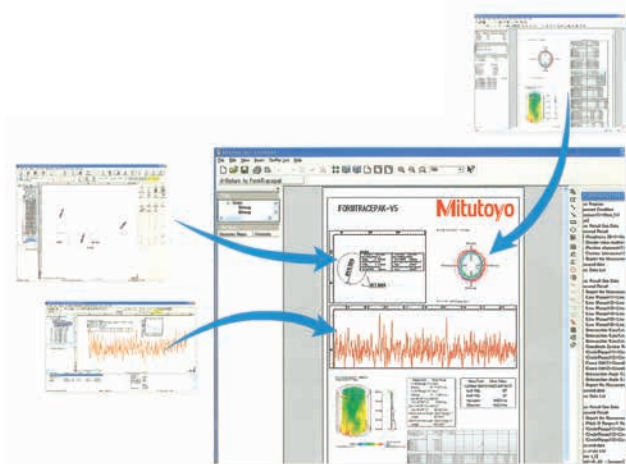
Tel.: ++ 386 1 5838 220  
Fax: ++ 386 1 5838 222  
Mobi: ++ 386 41 672 930  
E-mail: [info@vist-cnc.com](mailto:info@vist-cnc.com)

Member of **SURFACE ALLIANCE**

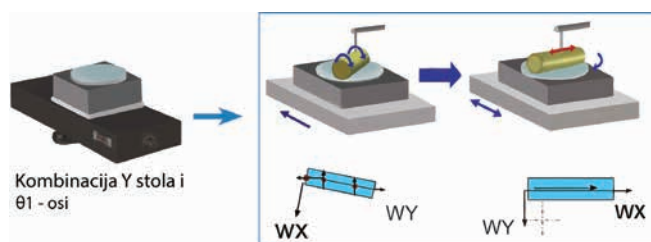
## Konkretno rješenje problema

Primjerice, da želimo mjeriti profil grla boce, i to što više automatizirano, bez nepotrebnog ljudskog faktora. Prvo moramo biti svjesni tehničkih ograničenja, gdje osjetilo može mjeriti nagib do maksimalno 77 stupnjeva. To znači, da se nakon stezanja mjernog objekta ne zahtijeva samo mjerenje (pomak) po X-osi, već i pravilan nagib.

Pored nagiba potrebno je osigurati mjerenje u unutrašnjosti mjernog objekta po najnižoj točki («zenit») i mjerenje proizvoda u više verzija veličine.



Kako zahtjevu nije navedeno mjerenje hrapavosti, možemo izbjeći primjenu samo-nivelirajućeg stola, no trebamo ostale tri osi. Moguće je izbjeći i  $\theta 1$  i  $\theta 2$  stolove, iako to znači primjenu dodatnih senzora, lasera, kontrolnih jedinica, PLC-a, motornih pomaka, dodatnih programskih rješenja i slično, što u konačnici bitno poskupljuje rješenje. Dakle u konkretnom slučaju primijenimo napredniji stroj za mjerenje profila s tri automatizirana stola ( $\theta 1$ -,  $\theta 2$ - i Y-stol).



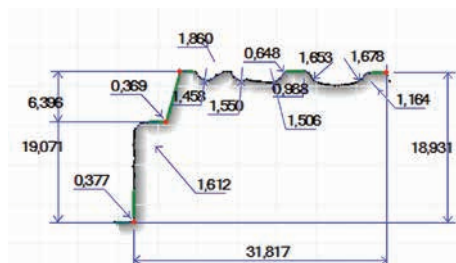
Y-os trebamo, jer strojevi za mjerenje profila ne omogućuju pomak po Y-osi, a zahtijeva se, da se mjerenja izvode na najnižoj točki (sredina mjernog objekta), na «zenitu». S pomoću Y-stola se dakle izbjegava ručno pomicanje mjernog objekta i traženje najniže točke, čime se bitno ubrzava prednamještanje pozicije mjerenja te se uklanja greška mjeritelja i trošak njegovog radnog sata.

Kako bi udovoljili zahtjevu za potpunim automatskim mjerenjem, trebamo i  $\theta 1$ - i  $\theta 2$ -stolove, koji nam pored automatizacije omogućuju mjerenje mjernih objekata različitih dimenzija. Spomenuto rješenje će omogućiti kompleksna mjerenja i u budućnosti, kada će se pojaviti novi proizvodi. U tom slučaju ćemo stroj i proces mjerenja prilagoditi uz minimalne promjene, odnosno podešavanja u programskoj opremi.

Takav mjerni sustav nam omogućuje okretanje mjernog objekta i njegovu prilagodbu mjernom stroju. Pri tome možemo primijeniti dvostrana osjetila za mjerenje prema odozdo ili odozgo (izvedba stroja za mjerenje profila, gdje obično protuuteg osjetila nadomješta elektromagnet), osjetila za posebno male provrte (od 2 mm nadalje), mjerne ruke za osjetila, koje mogu biti ekscentrič-

na, za male provrte ili standardne, gdje nema posebnih zahtjeva. Naravno, stroj je moguće nadograditi, ukoliko npr. imamo zahtjev za mjerenje hrapavosti, gdje nam se opet otvaraju nove mogućnosti (dodatni samo-nivelirajući stol, dodatna osjetila, ...), a u zahtjevnijem radnom okruženju s vibracijama, moguće je dograditi sustav i protuvibracijskim stolom (ili samo podlogu). Mogućnosti su dakle brojne.

## Rješenje (programska oprema)



Kada se definira strojna oprema, na red dolazi programska. Na tržištu je više različitih programskih rješenja, koja su više ili manje primjerena za jednostavnu nadogradnju, odnosno proširenje.

Ukoliko se ne koriste stolovi za automatizaciju, odnosno razni senzori, PLC-i i slično, pri uporabi programske opreme može doći do velikih poteškoća. Naime, potrebo je uskladiti potpuno odvojene sustave s već postojećom programskom i strojnom opremom. Uz mnogo više truda i rada dolazi se do sličnog rezultata, koje se postiže jednostavnijom primjenom već pripremljenih sustava, koje se sastavlja kao Lego kocke. Takvi sustavi su jednostavniji za nadogradnju i servisiranje, sve zajedno doprinose velikim uštedama.

Najelegantnija je dakle primjena već unaprijed pripremljenih sustava, koji se brinu za pripremu pozicije objekta mjerenja tako, da je moguće izmjeriti praktično sve dostupne kutove mjernog objekta. Programska oprema nam omogućuje automatsko traženje početne točke, gdje se mjerni objekt samo položi na prethodno pripremljeno mjesto stezanja i pokrene se pripremljeni program

OSI	CV-2100	CV-3200	CV-4500	CV-3000 CNC CV-4500 CNC
X-os	automatizirano	automatizirano	automatizirano	automatizirano
Z1-os	ručno	automatizirano	automatizirano	automatizirano
Z2-os	ručno	automatizirano	automatizirano	automatizirano
$\theta 1$ -os	nije moguće	opcijsko	opcijsko	opcijsko
$\theta 2$ -os	nije moguće	opcijsko	opcijsko	opcijsko
Predviđeno vrijeme srednje-zahajevnog mjerenja s jednim sastavljanjem profila	30 jedinica	10 jedinica (sa svom opcijskom opremom)	10 jedinica (sa svom opcijskom opremom)	10 jedinica (sa svom opcijskom opremom)
Predviđeno vrijeme pisanja čitavog automatiziranog srednje-zahajevnog mjernog programa	30 jedinica	25 jedinica (sa svom opcijskom opremom)	25 jedinica (sa svom opcijskom opremom)	225 jedinica (sa svom opcijskom opremom)
a	ručno	ručno	ručno	automatizirano
Osjetilo	mehaničko – jednostrano	magnetsko – jednostrano	magnetsko – jednostrano ili dvostrano	magnetsko – jednostrano ili dvostrano
Mogućnost nadogradnje	nije moguće	moguće	moguće	moguće

(pri pokretanju programa moguće je i iscrtavanje fotografije mjernog objekta, kako bi se uklonio dio ljudskog faktora pri postavljanju mjernog objekta i pokretanju ispravnog programa). Pri pojavi greške u izboru programa, korisnik može odmah nakon početka i tijekom samog mjerenja zaustaviti proces. Većina mjernih strojeva već sadrži sigurnosne sustave protiv sudara.

Sva daljnja mjerenja, odnosno postupci u programu su potpuno automatizirani. Kada po prvi puta izradimo mjerni program, podese se svi parametri osi (X, Y, Z1, Z2,  $\theta 1$  i  $\theta 2$ ), a isto tako možemo sastavljati/udruživati različite presjeke mjernih profila, ubacivanje prekida (s prikazom fotografije, ili uputa – ukoliko neki dio nije automatiziran). Na kraju mjernog protokola, možemo definirati i automatiziranu pohranu i/ili printanje te ponovni početak mjerenja (pri serijskoj proizvodnji).



## Usporedba

Na kraju nam preostaje još samo usporedba različitih strojeva za mjerenje profila, gdje smo međusobno uspoređivali strojeve za mjerenje proizvođača Mitutoyo. Japanski proizvođač slovi za jednog od vodećih u svijetu mjerne tehnike, a pored toga omogućuje gotovo sve spomenute opcije.

Mjerni stroj možemo izabrati obzirom na trenutačne i buduće zahtjeve na mjerenje. Učinkovitije mjerne strojeve možemo povoljno nadograđivati različitim automatiziranim dijelovima, pri čemu se dobiva na vremenu za pisanje programa, samom mjerenju i jednostavnosti primjene. Veća investicija u početnoj fazi se isplaćuje sa svakim radnim danom i svakim radnim satom, a automatizacija procesa donosi ogromne uštede.

› [www.bts-company.com](http://www.bts-company.com)

# Touch the Champion!



## The new »smile/pilot 2mT«



ZOLLER Austria GmbH  
Haydnstraße 2 | 4910 Ried/Innkreis  
office@zoller-a.at | [www.zoller-a.at](http://www.zoller-a.at)