

# Namenski varilni avtomat ali varilni robot – kriteriji za izbiro

HALAS Robert, KOVAČ Denis, TREIBER Jože, KOZNICOV Tomaž

Proizvajalci varjenih konstrukcij in varjenih izdelkov so pod vedno večjimi pritiski za povečanje produktivnosti, povečanje kvalitete in znižanje stroškov izdelave.

Izdelki se morajo proizvajati v velikih in majhnih količinah ter odgovarjati strogim zahtevam glede kvalitete, kar je možno (tudi v primeru varjenih sklopov) realizirati le ob ustrezni izbiri aplikacije: namenskega varilnega avtomata ali varilnega robota.

## ■ 1 Uvod

Proizvajalci v kovinski industriji, med katere spadajo tudi proizvajalci varjenih konstrukcij in varjenih izdelkov, so zaradi konkurenčnosti na trgu pod vse večjim pritiskom po povečevanju produktivnosti in izboljševanju kakovosti svojih izdelkov. Pri tem so prisiljeni še k zniževanju stroškov obratovanja. Nove izdelke je potrebno uvesti v relativno kratkem času.

Izdelki proizvajalcev se nenehno spreminjajo, tako da ne moremo govoriti o kontinuiteti proizvodov oz. količinah (majhne serije, velike serije). Prav s tega vidika je zelo pomembna pravilna izbira: na-

Robert Halas, univ. dipl. inž.,  
Denis Kovač, univ. dipl. inž.,  
Jože Treiber, dipl. inž.,  
Tomaž Koznicov;  
vsi VARSTROJ, d. d., Lendava

menski varilni avtomat ali varilni robot. Šele s pravilno izbiro aplikacij se bo možno približati optimalnim rezultatom ter biti konkurenčen na tržišču.

V nadaljevanju prispevka bosta prikazana dva primera avtomatiziranih varilnih naprav, ki ju je Varstroj izdelal v zadnjem obdobju.

zahteve, ki se med seboj prepletajo in vplivajo na izbiro enega ali drugega sistema za varjenje.

Iz *tabele 1* in *2* je razvidno, da je eden od glavnih kriterijev za izbiro vrste varilskega sistema fleksibilnost. Pri robotskem varjenju je fleksibilnost velika, kar pa je odvisno tudi od same robotske celice (konfiguracije

**Tabela 1.** Tehnične zahteve pri robotizaciji in avtomatizaciji varjenja

Zahteve	Varilni robot	Namenski varilni avtomat
Visoka kvaliteta	DA	DA
Natančnost / ponovljivost	DA	DA
Fleksibilnost	DA	NE
Ergonomičnost	DA	DA
Enakomernost dela	DA	DA
Možnost izvedbe zvara	DA	DA (delno)

**Tabela 2.** Ekonomičnost robotizacije in avtomatizacije

Zahteve	Varilni robot	Namenski varilni avtomat
Visoka produktivnost	DA	DA
Visoka izkoriščenost	DA	DA
Fleksibilnost	DA	NE
Zanesljivost	DA	DA
Minimalni čas priprave za drug izdelek	DA	NE
Nižji investicijski in tekoči stroški	DA	DA

## ■ 2 Kriteriji za izbiro varilskega sistema

Za uvedbo avtomatizacije in robotizacije varjenja so pomembne tehnične, ekonomske in sociološke

varilske robotske celice s postavitvijo varilskega robota ter eventualnih pozicionirno vpenjalnih naprav). Z zamenjavo vpenjalnega orodja za en tip izdelka se v relativno kratkem času lahko izdelava drug tip izdel-

ka. Namenski avtomat za varjenje je največkrat strogo namenski in primeren za en tip varjenca oz. za podobne varjence (oblikovno in dimenzijsko). S tem je namenski avtomat za varjenje omejen.

Poleg prej navedenih kriterijev je zelo pomembno tudi število osi (prostostnih stopenj) avtomata. Če imamo prostorsko varjenje, ki ga ne moremo izvesti s 3 osmi, se odločimo za robotsko varjenje s 5- oz. 6-osnim robotom. V nasprotnem primeru bi bili stroški investicije za varilni avtomat previsoki – višji od investicije v varilski robot, ki je poleg tega fleksibilen.

Za uspešno izvedbo avtomatizacije in robotizacije varjenja je potrebno medsebojno sodelovanje ustreznih tehnikov, ki izberejo najugodnejšo rešitev za varjenje določenega izdelka oz. skupine izdelkov.

### 3 Varilni avtomat – primer iz prakse

#### 3.1 Varilni avtomat za varjenje «naslon za roke»

Za potrebe naročnika, ki je proizvajalec avtomobilskih komponent, je

3. izdelati vpenjalne priprave in avtomat;
4. predati kompletno opremo in dokazati sposobnost varjenja za varjenec s podanimi zahtevami s strani kupca (kvalitativno in kvantitativno).

Osnova je delavniška risba varjenca z vsemi podanimi podatki (oblika zvarov, tolerance zvarjenja: centričnost 0,2 mm, pravokotnost 0,2 mm, dolžinske mere +/-0,2 mm, ...), vključno z delavniškimi risbami sestavnih pozicij varjenja.



Slika 2. Varjenec "naslon za roke"

Ostale splošne zahteve, ki niso bile podane na risbah in jih je potrebno upoštevati pri snovanju in izdelavi:

- 2500 ustrezno zavarjenih kosov na dan za dobo 5 let;

- pnevmatsko vpenjanje;
- vgradnja senzorjev za prisotnost kosov in pravilno vstavljenost;
- kontrola vpetja in izpetja na varilnih pripravah in ustrezná indikacija nepravilnosti;
- lahko dostopne in nastavljive naslonske točke;
- nastavljanje parametrov delovanja preko tipkovnice in displeja;
- avtomatski in koračni način dela;
- zadovoljivi uvari (makrogralja);
- izdelava analize FMEA ob sodelovanju kupca, ...

#### Sodelovanje tehnikov



Slika 1. Sodelovanje tehnikov: pozicionirni tehnik, varilni tehnolog, sistemski inženiring

bilo potrebno za varjenec "naslon za roke":

1. določiti tehnologijo za avtomatizacijo varjenja;
2. konstruirati vpenjalne priprave in namenski avtomat za varjenje;

#### 3.2 Določitev tehnologije za avtomatizacijo varjenja za naslon za roke

Na osnovi zahtev in kriterijev za izbiro avtomatizacije varjenja smo se odločili za izvedbo namenskega avtomata za varjenje zaradi:

- tehnologije varjenja – postopek MIG/MAG z dvema gorilnikoma hkrati – manjše deformacije, večja produktivnost;
- manjši investicijski stroški glede na varilski robot;
- velikih dnevnih serij – 2500 kosov na dan za 5let.

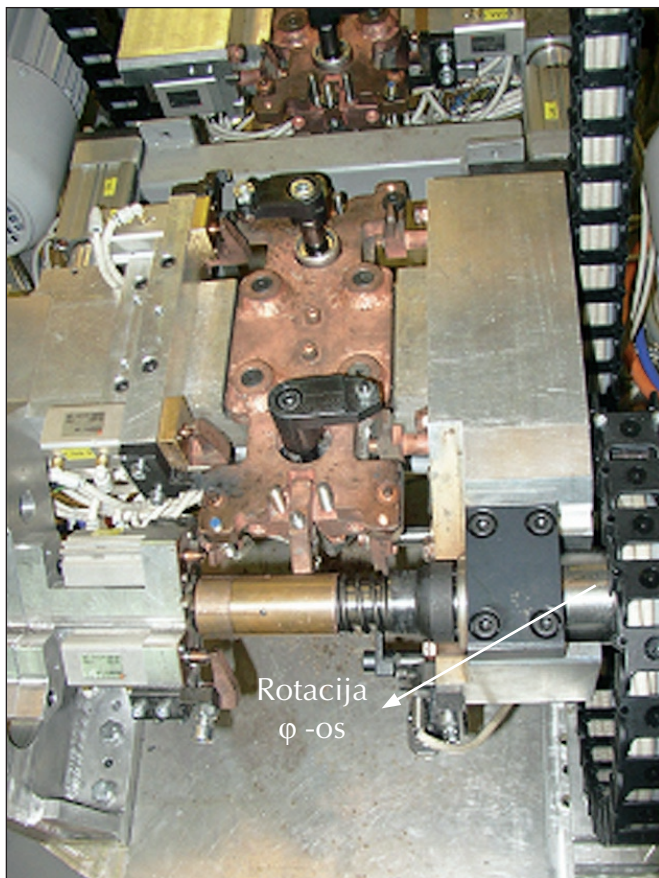
#### 3.3 Konstruiranje in izdelava avtomata za varjenje naslona za roke

Na osnovi zahtev, opisanih pod točko 3.1, in ugotovitev pri varjenju smo konstruirali avtomat.

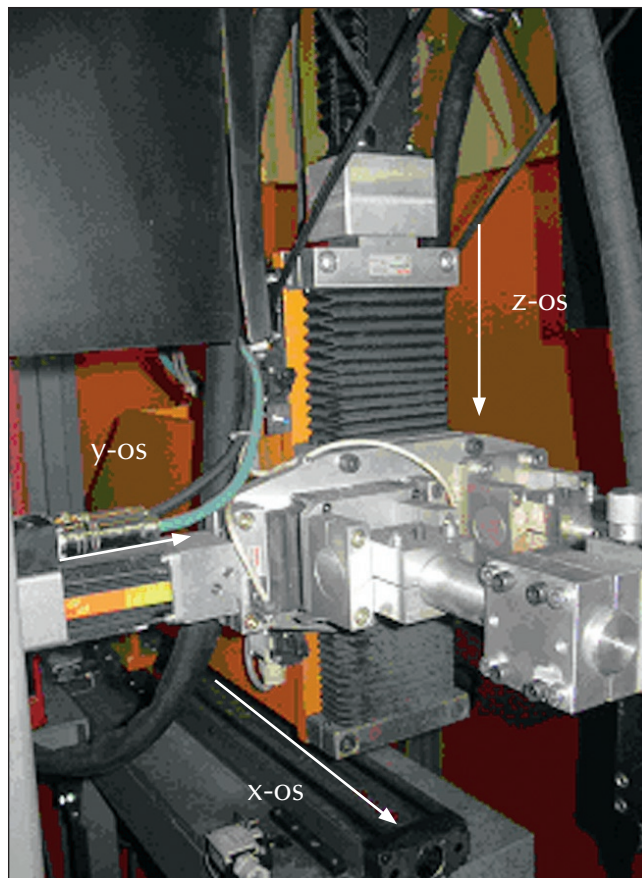
Karakteristike oz. posebnosti avtomata:

- varjenje z dvema gorilnikoma hkrati (gorilnik posebne izvedbe);
- uporaba dveh vpenjalnih mest z zasučno vrtljivo mizo;
- digitalno vnašanje vseh tehnoloških parametrov s pomočjo displeja;
- možnost shranjevanja v spomin 99 varilnih programov;
- digitalna nastavitve varilnih parametrov na varilni opremi (VPS 4000 Varstroj);
- uporaba različnih varilskih parametrov varilnega izvora na enem zvarjencu – programsko »klicanje« ustreznih »jobov«;
- avtomatski in koračni način dela;
- servomotor z enkoderjem za vzdolžni pomik varilne pištole – X-os;





Slika 3. Vpenjalni gnezdo z rotacijo  $\varphi$ -osi



Slika 4. Pregled (prikaz) osi na avtomatu

- servomotor z enkoderjem za prečni pomik varilne pištole – Y-os;
- servomotor z enkoderjem za višinski pomik varilne pištole – Z-os;
- servomotor z enkoderjem za obračanje pri krožnem varjenju –  $\varphi$ -os;
- vodno hlajena osovina pri  $\varphi$ -osi.

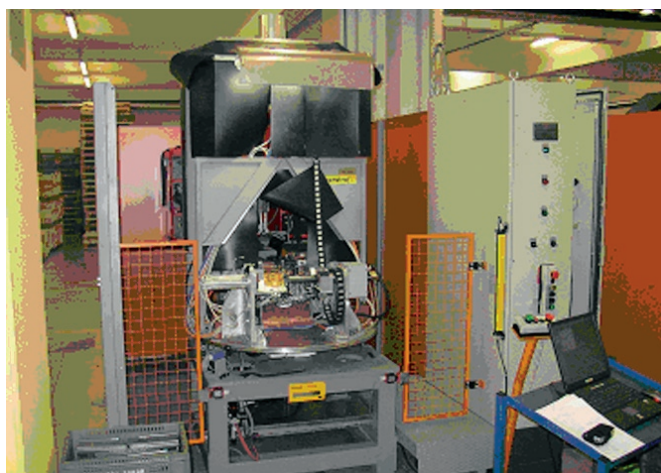
**4 Varilni robot + robot manipulator – primer iz prakse**

**4.1 Varilni robot + robot manipulator**

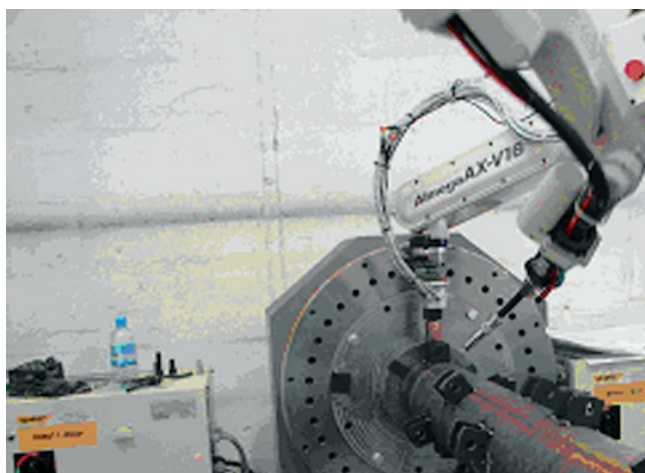
Za potrebe naročnika je bilo potrebno izbrati in koncipirati fleksibilno aplikacijo, ki bo v prvi vrsti namenjena za varjenje mulčarjev različnih tipov (različne dolžine in premeri), omogočati pa mora tudi visoko fleksibilnost zaradi novih izdelkov, ki se bodo varili na izbrani opremi. V sodelovanju s kupcem se je napravila analiza morebitnih produktov, ki se bodo robotsko varili. Tako smo

prišli do zaključka, da mora oprema omogočati varjenje izdelkov dolžine do 3000 mm ter premera do 1400 mm. V sami varilni robotski celici se je predvidel en varilni in en manipulativni robot. S tem je bila omogočena visoka fleksibilnost same robotske celice, ki se lahko uporablja za zelo širok spekter izdelkov.

**4.2 Določitev tehnologije za varilno robotsko celico za varjenje mulčarjev**

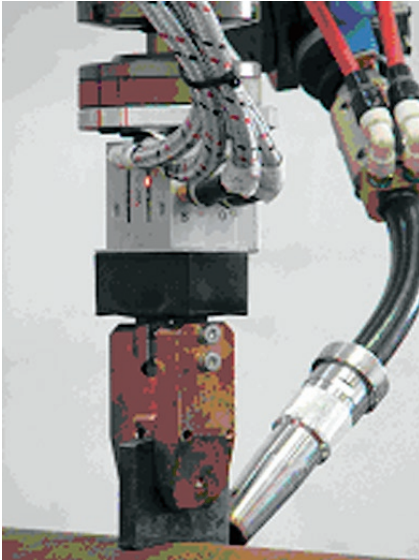


Slika 5. Avtomat za varjenje naslona roke VARSTROJ AVKV-2GM



Slika 6. Avtomatizirano varjenje mulčarja – robota AX-V4L in AX-V16





**Slika 7.** Vodno hlajeni gorilnik MTXCW-5031 in pnevmatsko prijemalo MHZ2-25D

Ko so bile določene osnove za projektiranje varilne robotske celice, se je specificirala oprema, ki je vgrajena v sistem.

Izbrana je bila robotska varilna oprema v konfiguraciji:

1. varilni robot Almega AX-V4L AP (slika 8):

- 6-osni zglobni robot z delovnim področjem 6,53 m<sup>2</sup> x 340°,
- nosilnost 4 kg na šesti osi ter ponovljivost +/-0,1 mm,
- robotska roka je votle izvedbe (pomembno zaradi vmesnega cevnega paketa), ki omogoča neskončno vrtenje šeste osi in
- podajalni mehanizem za dodajni material na robotski roki;

2. robotsko krmilje AX-C:

- visoko zmogljiva CPU-enota (osnova PC, krmiljenje do 54 osi),
- sistem deluje na osnovi Windows NT,
- spremljanje velikega števila funkcij (nastavljanje varilnih parametrov, arhiviranje ...) in
- funkcionalna učno-komandna enota;

3. varilni izvor VPS 4000:

- 400 A izmenični pulzni varilni izvor,
- sinergijski ali ročni način izbire varilnih parametrov in
- vgrajen robotski vmesnik (nemotena komunikacija z robotskim krmiljem);

4. vodno hlajen varilni gorilnik MTX-

CW-5031 (slika 7):

- ukrivljen gorilnik (omogoča optimalno lego varjenja),
  - vgrajen šok senzor (izklop ser-vopogona ob koliziji),
  - eksterni hladilni agregat in
  - samodejno kalibriranje;
5. dodatna varilna oprema AX4L-XCW5031-DP4:
- štirikolesni podajalni mehanizem za dodajni material,
  - vmesni cevni paket in
  - vodilo z nosilcem dodajnega materiala.

Po določitvi robotske varilne opreme so se določile periferne naprave, ki služijo za manipulacijo z varjenci:



**Slika 8.** Varilni robot Almega AX-V4L AP

1. Vrtljivi pozicioner P1000 V Robo s podpornim delom:

- ponovljivost pozicioniranja je +/- 0,1 mm in
- robotsko krmiljena eksterna servo os.

Da bi zadostili že v uvodu omenjeni zahtevi, da mora biti varilna robotska celica čim bolj fleksibilna, smo k prej opisanim komponentam dodali še robot za manipulacijo. Ta zajema:

2. Robot-manipulator Almega AX-V16 (slika 9):

- 6-osni zglobni robot z delovnim področjem 4,15 m<sup>2</sup> x 340° in
- nosilnosti 16 kg na šesti osi ter ponovljivostjo +/-0,1 mm.

3. Pnevmsko prijemalo MHZ2-25D (slika 7):

- pnevmatske klešče za prijem in
- zaščita pred preobremenitvijo šeste robotske osi.

V celico je integrirana glavna komandna omara, v katero so vgrajene vse varnostne komponente (varnostni modul, krmilje za komunikacijo med robotskim krmiljem in varnostnimi komponentami ter močnostne komponente za priklop celotnega sistema na električno napetost).

Podajanje oz. nastavljanje funkcij, kot je učenje oz. programiranje robota, se izvaja s pomočjo učnega pulta (teach panel).

Varilna robotska celica je izdelana z namenom, da je čim bolj fleksibilna. Sistem je opremljen s funkcijo Multi-Synchromotion, ki omogoča sinhrono gibanje robota z eksterno osjo pozicionerja. Funkcija »multi« nam omogoča izbiro posameznega mehanizma tako, da lahko posebej uporabljamo varilni robot s pozicionerjem, varilni robot samostojno (brez pozicionerja) ali varilni robot skupaj z robotom za manipulacijo in pozicionerjem. Oba robota sta komunikacijsko povezana in se medsebojno kontrolirata, tako da med njima ne more priti do

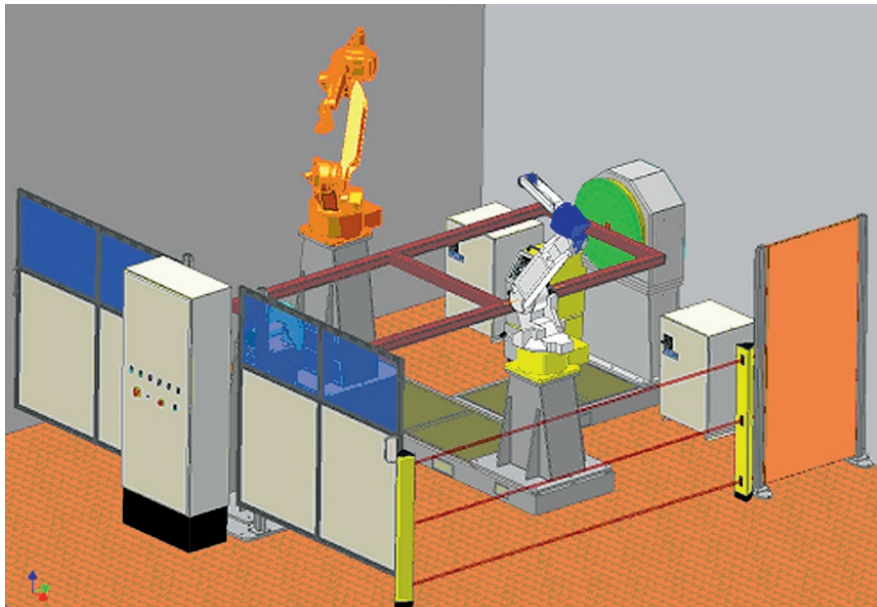


**Slika 9.** Robot manipulator Almega AX-V16

kolizije. S tem sistemom lahko npr. z robotom za manipulacijo podajamo in držimo posamezno pozicijo,

medtem ko nam to pozicijo varilni robot zavari na predhodno položen kos oz. varjenec, ki je vpet na varilni

pripravi. Manipulativni robot lahko jemlje varjence iz avtomatske ali ročne podajalne priprave.



Slika 10. Varilna robotska celica VRC-IGM (V4L + V16)

Na *sliki 10* lahko vidimo varilno robotsko celico po zaključku projektiranja.

Pri zasnovi varilne robotske celice, ki naj omogoča čim višjo fleksibilnost, je potrebno zelo paziti, da se določene zahteve ne postavijo preširoko oz. prezahtevno. V nasprotnem primeru je lahko varilna robotska celica zelo neučinkovita. Preproste rešitve vodijo k lažjemu obvladovanju situacije in posredno k manjšim stroškom zagona in vzdrževanja – primer ročne podajalne naprave.

*Viri:* Dokumentacija podjetja Varstroj

**varstroj**®

VARSTROJ - Tovarna varilne in rezalne opreme d.d.  
Industrijska ulica 4, SLO - Lendava 9220

VARJENJE IN REZANJE

SCHWEISSEN UND SCHNEIDEN

WELDING AND CUTTING



**Značilnosti:**

- različne robotske aplikacije
- enostavno upravljanje
- vizualen prikaz operacij
- različna delovna območja
- za varjenje po TIG in MIG/MAG
- sinhronizacija robota in varjenca
- za eno in več delovnih mest

**Prijazno do uporabnika**

**Visoka ponovljivost**

**Visoka natančnost**

**Varnost**

