

## ROBOTSKA CELICA ZA STREGO ŽAGE ZA RAZREZ POL-GREDI IN ODLAGANJE LE-TEH V TRANSPORTNO EMBALAŽO KUPCA

Dr. Hubert KOSLER, Aljoša ZUPANC, Damian ŠIRAJ, Erih ARKO,  
Sandi Košmrlj, Matej MERKAČ  
Yaskawa Slovenija d.o.o.  
Yaskawa Ristro d.o.o.

### POVZETEK

*Uporaba industrijskih robotov v namen strege stroja pokaže svoj polni potencial, kadar robot opravlja operacije montaže in priprave izdelkov za naslednje operacije in za transport. Robotizacija bistveno razbremeni operaterja in onemogoči vpliv človeškega faktorja na kakovost izdelkov. Prednosti popolne avtomatizacije za izdelavo velike dnevne količine so poznane tako uporabnikom robotskih celic, kot tudi kupcem izdelkov.*

### 1. UVOD

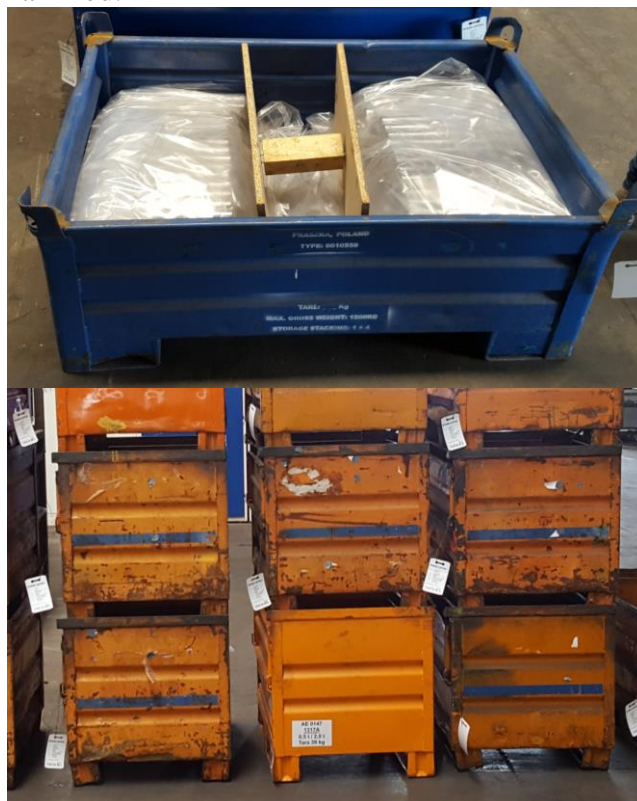
Uporaba industrijskih robotov v namen strege stroja pokaže svoj polni potencial, kadar robot poleg operacij manipulacije z izdelkom opravlja še dodatne operacije montaže, operacije obdelave ali preoblikovanja izdelka.. Enako pomembna je priprava izdelkov na izhodu iz robotske celice. Robot odlaga v namensko transportno embalažo, izdelki so ustrezno orientirani in sortirani glede na tip in glede na zahteve kupca. Robotska celica je samostojna enota in je z žago povezana tako, da operater opravlja z obema preko istega kontrolnega panela. Robotska celica je izpolnila vsa pričakovanja kupca Štore Steel d.o.o..

### 2. TEHNIČNO TEHNOLOŠKE ZAHTEVE ZA ROBOTIZACIJO

Robotizacija zajema strego žage za razrez jeklenih palic – pol-gredi za avtomobilsko industrijo. Po tehnološki operaciji lupljenja (precizna obdelava na zahtevani premer), se z rezajem na avtomatski žagi zagotovi še ustrezna dolžina. Na žagi se izdelujejo palice različnih dimenzij. Dolžinska mera palice se spreminja s korakom 0.5mm:

- dolžina med od 250mm in 700mm
- premer od  $\Phi=20\text{mm}$  do premera  $\Phi=40\text{mm}$

Žaga deluje z različnimi kapacitetami glede na debelino palice. Palice premera od  $\Phi=20\text{mm}$  do  $\Phi=31,5\text{mm}$ : v enem taktu se odrežeta dve palici. Čas rezanja traja med 10s in 11s (odvisno od debeline). Izhodni trak žage vsake cca 6s dostavi novo palico (vedno eno hkrati). Palice premera od  $\Phi=31.5\text{mm}$  do premera  $\Phi=40\text{mm}$ : v enem taktu se odreže ena palica. Čas rezanja traja cca 8s. Žaga v taktu rezanja dostavlja eno palico na izhod.



**Slika 1:** Različni tipi transportne embalaže



**Slika 2:** Palice na izhodu žage – pred robotizacijo

Teža posamezne palice znaša med 1.5 in 4kg. Palica s premerom manjšim od  $\Phi=31.5\text{mm}$  je lahko težka največ 3kg. Z upoštevanjem takta žage: 3000 palic/8h, znese skupna teža cca 6 ton/8h.

Žaga je opremljena z izhodnim trakom z verižnikom, ki prevzame palico (1 kos vsak premik traku) iz vmesnega zalogovnika palic na žagi. Iz traku palice prosto padajo in se zbirajo na izhodni enoti (glej sliko 2). Izhod je ročno nastavljen glede na dolžino palice in zasnovan tako, da med odvzemom palic žaga lahko nemoteno obratuje.

Žaga, ki jo posluhuje robot, je opremljena zgolj z izhodnim trakom. Palice se iz izhodnega traku prenašajo na vhodno enoto robotske celice. Najprej se zberejo na gravitacijski drči, od koder jih eno po eno prevzame koračni transportni trak in jih vodi v robotsko celico do robotskega odvzemnega mesta (glej sliko 4).

Ob prehodu na drugo dolžino palice se vhod palic v robotsko celico ročno prilagodi na novo dolžino. Operater nastavi gravitacijsko drčo in koračni verižni trak.



**Slika 3:** Zaščitna PVC folija v zaboju za palice



**Slika 4:** Izhod žage povezan z robotsko celico

Palice v transportnih zabojnikih se dodatno zaščitijo s PVC folijo in se pripravijo na transport. V prazen zaboj se najprej odloži PVC folija. Ročno se vstavi leseni distančnik in palice se ovijejo v folijo (glej sliko 4).

Priprava zabojev za robotsko celico. Operater robotske celice bo folijo pripravil tako, da bo poravnana s stenami zabojnika, da robot folije ne bo poškodoval med odlaganjem palic. Na zaboj se ročno odloži okvir, ki med odlaganjem palic skrbi, da se PVC folija ne premakne. Okvir je zasnovan tako, da lahko robot pred začetkom vlaganja z uporabo iskanja (Search funkcija) detektira natančno pozicijo zaboja. Transportni zaboji so neponovljivi in niso primerni za iskanje z Vision sistemom ali enostavnimi tipali (glej sliko 3).

Poleg tehnično tehnoloških zahtev, je robotizacija strege vključila še ostale zahteve kupca oziroma procesa.

Komunikacijska povezava robotskega krmilnika s krmilnikom žago je izvedena preko ProfiNet povezave. Operater na posluževalnem pultu žage vnese podatke o izdelku: dolžina, širina, število kosov in tip zaboja. Slednji podatki se prenesejo v robotski krmilnik. Avtomatsko se izbere robotski program za odlaganje palic in za prepoznavo tipa izhodnega zaboja.

V uporabi so trije tipi zabojnikov različnih dimenzij, za katere je zasnovan sistem uvodnic za grobo pozicioniranje. Natančno pozicijo določi robot, ki z laser odbojnim senzorjem na prijemalo "potipa" pozicijo novega praznega zabojnika. Način zlaganja palic v izhodno embalažo je

pogojen z dolžino palice. Za vsak posamezen tip zaboja je možno več načinov zlaganja.

Zaboji v uporabi so različnih dimenzij:

- 1240 x 815 x 550 mm,  
teža polnega zaboja 1500kg
- 1100 x 720 x 970 mm,  
teža polnega zaboja 1500kg
- 840 x 630 x 660 mm,  
teža polnega zaboja 538kg

Vhod v robotsko celico omogoča možnost ročnega odvzema palice na izhodu iz žage. Med žago in robotsko celico je prehod širine cca 800mm.

### **3. ZASNOVA DELOVANJA ROBOTSKE CELICE**

Robotsko celico smo zasnovali s 6-osnim industrijskim robotom Motoman tip MH50 II (nosilnosti 50kg in polmer doseg  $R=2061\text{mm}$ ) z robotskim krmilnikom DX200. Robot je opremljen z dvema pnevmatskimi dvoprstnimi prijemači, ter s poveznim paketom z ventilskim otokom, za dovod medijev do zadnje-šeste robotske osi.

Robotsko prijemalo je zasnovano kot univerzalno, to pomeni da je zasnovano za prijemanje vseh zahtevanih dimenzij, za prijemanje dveh palic hkrati - skupne teže palic do 8kg. Pozicije prijemalnih prstov so sensorirane (prijemalo odprto/zaprto), prav tako pa je dodatno sensorirana prisotnost palic v prijemaču.



#### **Slika 5: Univerzalno robotsko prijemalo**

Prijemalo je opremljeno z laser odbojnim kontrolnim senzorjem za iskanje in kontrolo natančne pozicij elementov v robotski celici, kot npr: kontrola nastavljene širine koračnega traku, kontrola pozicije transportne embalaže (Search funkcija),... Uporabi se ob zagonu novega tipa izdelka ali po menjavi zabojnika.

Dodatno je na prijemaču še senzor za kontrolo višine odloženih palic v zabojnik. Zaradi nepredvidljivega načina zbiranja palic v izhodnem zabojju, je potrebno višino odlaganja palic sproti kontrolirati in po potrebi prilagajati.



#### **Slika 6: Odlaganje v zaboje s kontrolo višine**

Posamezna palica se prenese iz izhodnega traku žage najprej na gravitacijsko drčo, na koncu katere je mesto za prevzem na vhodni trak robotske celice. Na gravitacijski drči je prostora za 8 palic.

Vhodni trak robotske celice je sestavljen iz dveh koračnih verižnih trakov. Na verigah so pritrjena gnezda, za odvzem in transport palic v robotsko celico, do robotskega odvzemnega mesta (na koncu traku). Vhod v robotsko celico je varovan s tunelom. Trak je opremljen s senzorji za detekcijo polnosti (na prvem gnezdu in obeh robotskih odvzemnih mestih). Robot lahko odvzame iz traku tudi samo eno palico (npr. zadnja palica v seriji,...)

Zasnova robotske celice zagotavlja neprekinjeno delovanje izhodnega traku žage. Na začetku žaganja novega tipa (nova dimenzija palice) operater potrdi ustreznost palic in šele po potrditvi na komandnem pultu robotske celice bo koračni vhodni trak robotske celice začel prevzemati palice in jih transportiral na robotsko odvzemno mesto.

## ROBOTSKA CELICA ZA STREGO ŽAGE ZA RAZREZ POL-GREDI IN ODLAGANJE LE-TEH V TRANSPORTNO EMBALAŽO KUPCA

Dr. Hubert KOSLER, Aljoša ZUPANC, Damian ŠIRAJ, Erih ARKO, Sandi Košmrlj, Matej MERKAČ  
Yaskawa Slovenija d.o.o., Yaskawa Ristro d.o.o.

V primeru, da se gravitacijska drča zapolni s palicami in operater še ni potrdil ustrezne kvalitete palic, bo robotski krmilnik ustavil proces rezanja palic na žagi.

Vhod palic v robotsko celico je zasnovan za vse širine palic (od 250 do 700mm) in je ročno nastavljiv glede na dolžino palice. Operater nastavi en del gravitacijske drče in en del koračnega verižnega traku.

Robotska celica zajema dve sensorirani mesti za zaboja za palice, ki sta opremljena z uvodnicami in sensoriranim končnim naslonom. Zaradi različnih dimenzij zaboja smo predvideli, da se zaboj vedno pozicionira v isti kot končnega naslona in sicer, kjer se nahaja senzor prisotnosti.

Med menjavo zaboja robotska celica deluje v avtomatskem režimu. Menjava transportne embalaže poteka ročno, preko krilnih vrat opremljenih s ključavnico in varnostnimi senzorji, ki varujejo dostop v robotsko celico.

V sklop varovalne kabine je vključen tudi sistem varovanja iz "notranje strani" robotske celice med menjavo zaboja. Pnevmatski pomični pokrov se nahaja na mestu polnega zaboja in preprečuje dostop v robotsko celico, medtem ko operater odvzame poln zaboj iz robotske celice in vstavi nov, prazen zaboj.



**Slika 7:** Sistem varovanja za zaboje

Zasnova robotske celice omogoča enostaven prehod na obdelavo/rezanje drugega tipa palice, različne dimenzije.



**Slika 8:** Robotska celica – posluževalni pult

V avtomatskem režimu delovanja robotske celice skrbi operater za menjavo transportne embalaže za palice. Med menjavo tipa izdelka pa operater opravi vse potrebne nastavitve na žagi in na robotski celici. Nastavi ustrezno širino na enoti za vhod palic v robotsko celico. Vnese podatke o novem tipu na posluževalnem panelu žage, potrebni podatki pa se prenesejo na robotski krmilnik. Morebitne popravke števila kosov in ostali nadzor nad delovanjem robotske celice operater opravi na posluževalni pultu robotske celice.

## 5. ZAKLJUČEK

Ob zagonu robotske celice smo izdelali robotske programe za vse tipe palic - 150 različnih dimenzij, ki se trenutno izdelujejo za tri tipe transportnih zabojev. S kupcem smo se dogovorili, da smo po montaži v podjetju Štore Steel d.o.o. optimirali robotske trajektorije za 5 različnih tipov palic. Optimiranje robotskih trajektorij za vse ostale tipe, pa je izvedla ekipa operaterjev kupca, ki so pri nas opravili robotsko šolanje. Robotska celica deluje v zahtevam taktu.

Z našimi rešitvami smo uspeli zadovoljiti vse zahteve kupca. Robotizacija bistveno razbremeni operaterja, zagotavlja kakovost izdelkov in omogoči izdelavo velikih dnevnih količin palic.

## Literatura

[1] <http://yaskawa.eu.com/>