

# Stroj za zvijanje očes vzmetnega lista

Boris Bizjak<sup>1</sup>, Rok Spanžel<sup>2</sup>, Zmago Brezočnik<sup>1</sup>  
UM-FERI<sup>1</sup> Smetanova 17, Maribor  
ELVIP<sup>2</sup> d.o.o. Koroška cesta 14, Ravne na Koroškem  
boris.bizjak@uni-mb.si, rok.spanzel@elvip.si

## *MACHINE FOR WRAPING OF LEAF SPRING EYES*

*Abstract: The paper presents a development and realization of a machine for wrapping of leaf spring eyes by means of VIPA control system.*

### 1 Uvod

Želja vsakega podjetja je biti konkurenčen, kar pomeni, da je potrebno podjetje posodablјati, pri tem pa upoštevati določene standarde. Posodablјanje prispeva k večji, zanesljivejši in cenejši proizvodnji.

Proizvodnja vzmeti na Ravnah se je začela leta 1927, leta 1997 so se ravenski vzmetarji priključili judenburški Styriji in postali del koncerna Styria Group, ki je največji proizvajalec vzmeti za kamione, avtobuse in prikolice v Evropi. Do konca leta 1997 se je povečala proizvodnja tako, da v štirih mesecih izdelajo več vzmeti, kot prej v osmih.



Slika 1: Izdelek

Delež dobav vzmeti za prvo vgradnjo v kamione in prikolice, ki jih dobavlja skupina Styria v

Evropo, znaša okoli 35%, ravno tako velik je tudi delež dobav klasičnih vzmeti z Raven. Tako je danes družba največji proizvajalec klasičnih vzmeti v Evropi z letno kapaciteto preko 10.000 ton.

S strani naročnika Styria Vzmeti Ravne so bile izdane zahteve po posodobitvi obstoječe naprave za zavijanje očes vzmetnega lista. Glede na kompleksnost je sodelovalo več strokovnjakov na svojih področjih. Strojne konstrukcijske in hidravlične načrte, kasneje tudi izvedbo tega, so pripravili strokovnjaki iz podjetja Styria Vzmeti Ravne. Projekt prenove električnega dela je bil zaupan podjetje Elvip Ravne d.o.o, ki ga je realizirala v sodelovanju z UM FERI. Naloga vseh sodelujočih je bila uskladitev svojih idej glede na zahteve delovanja in njihova kasnejša izvedba.

Naročnik naprave je izrazil željo, da se za avtomatizacijo delovanja uporabi standardna oprema SIEMENS. Po razmisleku o kompleksnosti avtomatizacije in ceni projekta je bil izbran programirljivi krmilnik VIPA 115 – 6BL01, ki je po funkcionalnosti enak z SIEMENS SIMATIC S7 – 300. Osrednja naloga pred realizacijo obnove stroja je bila študija tehnološke izvedbe zavijanja očes vzmetnega lista, s pomočjo obstoječih elektro shem. Sledila je njihova posodobitev. Naslednja naloga je bila izvedba izdelave krmilne omare s pripadajočim krmiljem, predelava upravljalnega pulta in elektro instalacija naprave. Zadnja zadana naloga je bil razvoj uporabniškega programa, ki je temeljil na zahtevah naročnika in je bil razvit v programskem paketu STEP 7.

## 2 Strojni del

Stroj je namenjen za zavijanje pritrdilnih očes listnatih vzmeti različnih tipov, kot so:

- normalne,
- normalne v obliki labodjega vratu,
- ovalno zaprte in odprte,
- oblikovane za drugo plast (zaprte in odprte).

Delovanje stroja omogoča hidravlična črpalka, ki z ustvarjenim tlakom hidravličnega sistema omogoča gibe, kot so stiskanje, zavijanje, odvijanje, dvigovanje, spuščanje in rezanje. Posamezni gibi se izvršujejo preko hidravličnih cilindrov, ki se aktivirajo s pomočjo elektrohidravličnih ventilov. Delovanje stroja in elektrohidravličnih ventilov upravlja krmilnik VIPA 115 – 6BL01. V njem je zapisan uporabniški program, ki je razvit v programskem paketu STEP 7. Za varnost in optimalno delovanje hidravličnega sistema so nameščeni varnostni in nepovratni ventili ter dušilke. Varnostni ventili preprečuje nekontrolirane gibe hidravličnih pogonov, kot so rezanje, stiskanje, itd. Ti ventili se aktivirajo v slučaju kakršnekoli okvare hidravličnega sistema, kadar tlak naraste nad dovoljeno mejo. Nepovratni ventili preprečujejo nekontrolirane gibe v primeru izpada tlačnega agregata. Dušilke poskrbijo za gladko in tekoče delovanje

stroja. Srce celotnega hidravličnega sistema je konstantna zobniška hidravlična črpalka, ki jo poganja 22 kW elektromotor. Le-ta pretvarja električno energijo v tlačno silo, ki omogoča delovanje stroja. Ustvarjena tlačna energija ne zadošča za hkratno delovanje vseh gibov stroja. Zaradi tega so na stroju, kot hranilniki tlačne energije nameščeni trije tlačni akumulatorji. Ti oskrbujejo sistem z zadostno tlačno energijo pri vseh operacijah stroja. Tako pri rezanju, prijemu vzmeti ob delovno mizo in pri vpenjanju vzmeti v zavijalni glavi sodelujejo trije akumulatorji s tlačnimi silami 154 bar, 40 bar ter 60 bar. Za hlajenje hidravličnega olja imamo nameščeno na stroju hladilno napravo s črpalko, ki jo poganja elektromotor moči 4 kW. Za hlajenje navijalnega trna, ki se segreva pri oblikovanju vroče vzmeti, uporabimo hladilno tekočino. Tekočina kroži s pomočjo črpalke moči 0,75 kW in krmiljenja elektrohidravličnega ventila skozi navijalni trn ter vse do rezervoarja za hladilno tekočino. Za optimalno delovanje stroja mora biti hidravlično olje segreto nad temperaturo 40 °C. Za kar poskrbi grelec moči 700 W, ki je nameščen v hidravličnem rezervoarju poleg sensorja nivoja in temperature hidravličnega olja. Naloga sensorjev je, da nadzorujeta nivo količine olja v hidravličnem rezervoarju ter izklop naprave v primeru previsoke temperature olja. Najvišja dovoljena temperatura hidravličnega olja znaša 70 °C.



Slika 2: Stroj za zvijanje očes vzmetnega lista

### 3 Krmilni del

Naša prva naloga je bila študij tehnološke izdelave zavijanje očes, starih električnih shem in močnostne stikalne tehnike. Sledilo je projektiranje električnega načrta z upoštevanjem vseh zahtev in normativov, ki jih morajo poznati projektanti. Uporabili smo program za risanje električnih načrtov ACELL SCHEMATIC. Pri projektiranju smo z izračuni določili potrebne preseke kablov, varovalk, motorskih zaščitnih stikal, kontaktorjev, mehkega zagona, glavnega stikala, dovodne napetosti itd. Zagon motorja hidravlične črpalke zvezda-trikot smo nadomestili z uporabo mehkega zagona in s tem povečali število obratovnih ur elektromotorja hidravlične črpalke. Senzorja temperature, ki sta bila v okvari, smo nadomestili z vhodno analogno kartico in senzorjem PT100. Glede na vhodno-izhodne aktuatorje in senzorje smo določili število potrebnih vhodno-izhodnih digitalnih kartic in primeren krmilnik.

Elektrohidravlični ventili so ostali nespremenjeni in potrebujejo za svoje obratovanje napetost 110 VDC. Izhodne digitalne kartice delujejo pod napetostjo vrednosti 24 VDC. Tu je bila možna rešitev zamenjava izhodnih digitalnih kartic, ki delujejo na napetosti 110 VDC, vendar smo se odločili za cenejšo rešitev z namestitvijo relejev. Po izračunih in določitvah vseh elektronskih elementov se je pričela vezava oziroma izdelava elektrokrmilne omare in upravljalnega pulta.

VIPA 115 – 6BL01 je univerzalen PLK z veliko možnostmi uporabe v avtomatiki. Sestavljen je iz centralne procesne enote (CPE) ter vhodno-izhodnih kartic. Obstajajo različne vrste CPE-jev in veliko možnosti pri izbiri vhodno-izhodnih kartic (digitalne, analogne, za merjenje temperature, kombinacije le-teh itd.). Konstrukcija in zmogljivost krmilnika ter uporabniku prijazno programsko okolje, dela verzijo VIPA krmilnikov zelo ekonomično in omogoča uporabo v številnih področjih v industriji.



Slika 3: Centralna procesna enota z digitalnimi vhodi-izhodi

Uporabili smo PLK tipa VIPA 115 – 6BL01, ki je združljiv s Siemensovo družino S7-300. Komunikacija med CPE in napravo za programiranje poteka preko omrežja MPI. Za shranjevanje uporabniškega programa ima krmilnik na razpolago 24 kizlogov dinamičnega podatkovnega pomnilnika, ki je vrste FEPRAM (FEPRAM = Flash EPROM). Za izvajanje uporabniškega programa poskrbi delovni pomnilnik, ki je tipa RAM in velikosti 16 kizlogov. Čas procesiranja bitne informacije znaša 0,25  $\mu$ s, medtem ko čas procesiranja besedne informacije znaša 1,2  $\mu$ s. Optimalno delovanje PLK-ja omogoča napajalna napetost 24 VDC ter napajalni tok vrednosti 65 mA.

Poleg CPE-ja in obstoječih digitalnih vhodov-izhodov smo uporabili napajalnik VIPA 207 – 1BA00 in naslednje digitalne kartice:

VIPA 221 – 2BL10 (digitalni vhodi 32x)

VIPA 221 – 1BH20 (digitalni vhodi 16x)

VIPA 222 – 2BL10 (digitalni izhodi 32x)

VIPA 231 – 1BD52 (analogni vhodi 4x ali 2x s štirimi žicami)

Pred začetkom pisanja uporabniškega programa v programskem paketu STEP7 je bila potrebna izvedba konfiguracija strojne opreme. Tako smo določili naslove vhodno-izhodnim karticam. Z združitvijo strojne in programske opreme v celoto smo lahko pričeli z razvojem uporabniškega programa.

Pri programiranju se je pokazalo, da moramo predhodno poznati tehnologijo izdelave vzmeti in delovanje hidravličnega sistema. Program

stroja za zavijanje očes ima strukturno obliko. Vsebuje en organizacijski in podatkovni ter več funkcijskih blokov. V vsakem od blokov je zapisana koda za posamezno operacijo, ki je lahko gib stroja, delo z merkerji, manipulacija med podatki, itd.

#### 4 Povzetek

Želja vsakega podjetja je, da se sistemi in naprave posodobijo. Stopnja posodobitve je odvisna od finančne zmožnosti podjetja. Včasih se naprava ponovno razvije in izvede, včasih pa se posodobijo že obstoječe naprave, kot je bilo v našem primeru. V obeh primerih je potrebno dobro spoznati tehnologijo delovanja oziroma zahteve naročnika. S tem dobimo najboljšo rešitev, ki je ugodna tako za naročnika, kakor tudi za proizvajalca.

Pri realizaciji projekta je pomembno sprotno dobro sodelovanje med naročniki in izvajalci. Projekt je doživel od začetne postavitve do končne rešitve, s sprotnim prilagajanjem, kar nekaj sprememb. Vedno je namreč tako, da se z rešenim problemom postavijo še druga vprašanja, ki bistveno ne vplivajo na delovanje naprave, vendar jih je dobro upoštevati.

Obnova stroja za zavijanje očes vzmetnega lista je zahtevala sodelovanje več strokovnjakov z različnih področij. Stroj je sestavljen iz hidravličnih enot, med katere spadajo hidravlična črpalka olja, hidravlični cilindri, dušilke, varnostni-nepovratni ventili, hlajenje hidravličnega olja, enote za shrambo tlačne energije rezervoarja hidravličnega olja. Gibi stroja se izvršujejo preko hidravličnih cilindrov, ki se aktivirajo s pomočjo elektrohidravličnih ventilov. Ti služijo za povezavo električnega in hidravličnega sistema. Hidravlično črpalko poganja elektromotor, ki pretvarja električno energijo v tlačno. Zraven hidravličnega rezervoarja je rezervoar hladilne tekočine za

hlajenje orodja, ki kroži skozi navijalni trn s pomočjo črpalke in elektromagnetnega ventila. Optimalno in predvsem varno obratovanje stroja nam omogočata senzor temperature in senzor nivoja hidravličnega olja, ki sta nameščena v hidravličnem rezervoarju. Grelec nam zagotovi zadostno temperaturo pred vključitvijo stroja, medtem ko hladilna naprava ohlaja segreto olje.

Stroj je pri testiranju deloval električno brezhibno, pojavljale pa so se napake na hidravličnih sklopih v obliki puščanja hidravličnega olja pri dotrajanih cilindrih in ceveh. Ko smo opravili to napako, je bil stroj pripravljen za brezhibno obratovanje zavijanja vzmetnega lista.

Naša naloga je bil študij tehnološke izdelave stroja za zavijanje očes, izdelava novih elektro krmilnih shem, krmilne omare, upravljalnega pulta, izvedba vseh električnih povezav na stroju in napisati uporabniški program v programskem paketu STEP 7.

Iz ročnega stroja, ki je bil praktično za odpis, smo izdelali sodoben avtomatski stroj. Pri avtomatizaciji nas ni toliko vodila tehnična odličnost kot optimalno razmerje cena/stopnja uporabnosti. Pri obnovi stroja smo upoštevali aktualne varnostne predpise. Z obnovo smo dobili avtomatski stroj za zavijanje očes vzmetnega lista, ki naredi več in je precej varnejši kot prej.

#### 5 Literatura

- [1] <http://www.siemens.com/index.jsp>
- [2] <http://www.vipa.de/>
- [3] <http://www.synatec.si/Moeller/ia.htm>
- [4] SIMATIC Software; Ladder Logic for S7- 300 and S7-400 Programming. Standart Software for S7 and M7 – STEP7