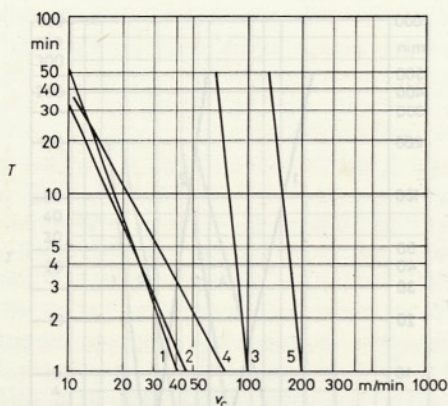




Sl. 7. Primerjava obstojnih časov T različnih orodij pri struženju jeklene litine ČL 3462

Rezalni materiali; krivulja 1: A-SNMG 12 04 08 — P35, $\gamma = 6^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\lambda = -4^\circ$, $\epsilon = 90^\circ$, $R = 0,8$ mm; krivulja 2: B-SNMM 12 04 08 — P15, $\gamma = 6^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\lambda = -4^\circ$, $\kappa = 75^\circ$, $\epsilon = 90^\circ$, $R = 0,8$ mm; krivulja 3: C-SNMA 12 04 08 — K15, $\gamma = -6^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\lambda = -4^\circ$, $\kappa = 75^\circ$, $\epsilon = 90^\circ$, $R = 1,6$ mm; krivulja 4: D-SNMA 12 04 08 — K15, $\gamma = -6^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\lambda = -4^\circ$, $\kappa = 75^\circ$, $\epsilon = 90^\circ$, $R = 0,8$ mm; krivulja 5: E-SNMN 09 03 12 — KBN, $\gamma = -3^\circ$, $\alpha = 3^\circ$, $\lambda = -3^\circ$, $\kappa = 89^\circ$, $\epsilon = 90^\circ$, $R = 1,2$ mm.

Raziskave rezalnega procesa pri manganovem avstenitnem jeklu so pokazale, da se material tik pred rezalnim robom orodja izredno utrjuje. Utrditve seže do 0,60 mm v globino obdelovanca in zato je obdelava pri teh materialih posebno težavna.

Med bistvenimi izhodišči, ki jih moramo pri obdelovalni tehnologiji poznati, je odlično poznavanje obdelovanih materialov. To ne omogoča samo po-

večanja uporabnih lastnosti, obstojnost in obremenjenost elementov, pač pa vodi k izboljšani in bolj gospodarni obdelavi. Pogosto so tehnološke novosti pred razvojem novih materialov. Tudi v najnovejšem času lahko opazimo občuten napredek. Izboljšane obdelovalne razmere in nove kombinacije omogočajo izboljšanje lastnosti materialov.

LITERATURA

- [1] G. Spur: Stand und Tendenzen in der spanenden Fertigungstechnik; VDI-Zeitsch. 123 (1981) Nr. 10, str. 375—383.
- [2] N. Reiter: Hartmetall — Schneidstoffe — Stand der Technik und Ausblicke. VDI-Z. 122 (1980) Nr. 13, str. 155—159.
- [3] V. Gomoll: Keramische Schneidstoffe — Stand der Technik und Ausblicke. VDI-Z. 122 (1980) Nr. 13, str. 160—174.
- [4] H. K. Tönshoff, G. Chyssolouris: Einsatz kubischen Bornitrids (CBN) beim Drehen gehärteter Stähle. Werkstatt und Betrieb. 144 (1981) Nr. 1, str. 45—49.
- [5] M. Soković: Gladilno struženje in frezanje kaljenega in poboljšane jekla, Magisterij 1982, FS Ljubljana.
- [6] Z. Seljak, M. Soković: Gladilna obdelava poboljšanih in kaljenih jekel s frezanjem. Zbornik radova XIV. Savetovanje proizvodnega mašinstva Jugoslavije, Čačak, 1980, str. 348—357.
- [7] Z. Seljak, J. Kopač: Obdelovalnost sferolitine za izdelavo valjev v metalurški industriji. Zbornik radova XIII. Savetovanje proizvodnega mašinstva Jugoslavije, Banja Luka 1979, V-1 do V-9.
- [8] M. Soković, Z. Seljak: Vpliv toplotne obdelave na obdelovalnost indefinitne litine. Zbornik radova XVII. Savetovanje proizvodnega mašinstva Jugoslavije, Titograd 1983, II. 101—106.
- [9] Z. Seljak, J. Kopač: Problemi obstojnosti svedrov pri vrtnanju avstenitnih jekel. Zbornik 7. seminarja Celje, 1981, str. 123—131.
- [10] J. Kopač, Z. Seljak: Vpliv toplotne obdelave na obdelovalnost visoko legiranih manganovih jekel. Zbornik radova II. Naučno — stručni skup MMA '83. Novi Sad 1983, str. 211—218.

Avtorjev naslov: prof. dr. Zoran Seljak, dipl. inž.

Fakulteta za strojništvo, Ljubljana

UDK 621.9.048.4:621.923:620.17

Preizkušanje, razvoj in izboljšave tehnologij

FRANC ROETHEL — MIHA JUNKAR — VITOMIR GARBAJS — MARJAN DOBOVŠEK

1. Uvod

V letu 1973 smo ustanovili skupino z namenom, da bi začela uvajati na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani raziskave na tistih tehnoloških področjih, kjer še nismo imeli domačih izkušenj. Obenem smo želeli obdelovati tudi področja, ki so posebno pomembna za strojništvo in kjer deluje še malo inženirjev. Delo smo nadaljevali tudi tam, kjer je bilo že poprej začeto v okviru projektov na Fakulteti za strojništvo. V delo smo uvajali diplomante višješolske in visokošolske smeri, da bi se še pred odhodom v tovarne seznanili z novimi prijemi in metodami ter začeli na delovnem mestu samostojno izboljševati izdelavo in kakovost izdelkov. Delo smo prilagajali potrebam industrije in obravnavali z diplomanti predvsem tista področja, ki ga je potrebovala delovna organizacija, v kateri so bili zaposleni študenti ob delu. Zato je bilo naše delo zelo

pestro in včasih bolj, včasih manj poglobljeno. V raziskavah in razvoju smo obravnavali predvsem elektroerozijsko obdelavo, industrijske nože in valje ter skušali zbirati izkušnje in usmerjati delo pri razvoju naših orodjarn. Posebej smo uvajali v industrijo postopke preizkušanja.

2. Elektroerozijska obdelava

V prvem laboratoriju, ki je bil še v nekdanji vratarski loži stare fakultete, smo začeli z raziskavami obdelovalnosti z elektroerozijskim postopkom. Po spoznavanju osnovnih značilnosti tehnologije smo analizirali obdelovalnost jekla za utope z elektrodno iz elektroliznega bakra. Sledile so raziskave obdelovalnosti karbidne trdine GT 20 z elektrodo iz elektroliznega bakra in sintranega elektrodnega materiala volfram-baker. Za analizo dela smo uporabljali značilne parametre obdelovalnosti, ki smo

jih lahko opravili s standardno in običajno merilno opremo. Z raziskavami lastnosti površine jekel in karbidnih trdin smo utrli pot meritvam, s katerimi smo pojasnili odvisnost teh lastnosti od procesnih parametrov. Kljub zelo skromni merilni opremi so bili dobljeni prvi pomembni rezultati o fizikalno-kemičnih pojavih na elektrodah, o katerih smo leta 1976 poročali na Generalni skupščini organizacije CIRP.

Nadaljnje raziskave so terjale razvoj posebne elektronske merilne opreme, ki smo jo zasnovali in izdelali skupaj z zunanjimi sodelavci. Delovanje merilne opreme »Elektronski logični analizator elektroerozijskih impulzov« in rezultate meritev smo predstavili na enajstem posvetovanju proizvodnega strojništva leta 1977 v Ohridu. Merilna oprema je omogočala našo sodelovanje v mednarodnih kooperantskih raziskavah obdelovalnosti orodnega jekla in karbidnih trdin v okviru organizacije CIRP. Nova spoznanja o dogajanjih na elektrodah v delovni reži v povezavi z merjenimi procesnimi parametri smo predstavili leta 1977 na svetovnem simpoziju za posebne obdelovalne postopke ISEM 5 v Švici.

Pomemben korak pri nadaljnjem delu je pomenilo sodelovanje z delovno organizacijo »Zlatarna Celje«, ki je financiralo nabavo nove elektroerozijske naprave na naši fakulteti. Naše raziskovalno delo je zbudilo zanimanje tujih izdelovalcev elektroerozijskih naprav, in sicer AGIE iz Švice in Ingersoll iz ZR Nemčije. Zato je podjetje Ingersoll omogočilo nabavo elektroerozijske naprave pod izredno ugodnimi pogoji. Za to podjetje smo tudi raziskovali obdelovalnost karbidnih trdin po elektroerozijskem postopku in izdelali tehnološke nomograme. Zlatarna Celje pa je postala naš najpomembnejši pomočnik pri razvoju in raziskavah. Pri obdelavi orodij in razvoju tehnologije za to delovno organizacijo smo pridobivali najpomembnejše izkušnje, ki so naše raziskave kakovostno dvigovale. Najpomembnejši za naše sodelovanje z Zlatarno Celje je bil razvoj tehnologije za orodje za izdelavo zlatnikov in srebrnikov.

Predvsem za izdelavo zelo natančnih in oblikovno zahtevnih orodij smo razvili galvanski postopek izdelave elektrod, ki omogoča ceneno in kakovostno izdelavo bakrene elektrode. Tako so lahko v Zlatarni Celje izdelali kopije starih kovancev z vsemi značilnimi podrobnostmi na površini.

Z novim strojem smo opremili in uredili nov večji laboratorij s klimatsko napravo, kjer smo začeli razvijati tehnologijo in izdelovati posebna orodja za druge uporabnike na področju Slovenije. Raziskave so tekly v smeri razvoja novih elektrodnih materialov, pri čemer je sodeloval Metalurški inštitut v Ljubljani. Na podlagi teoretičnih domnev smo skušali doseči večje odnašanje snovi na obdelovancu in manjšo obrabo elektrode. Ob prevzemanju

večjega števila orodij za razvoj in izdelavo smo proučevali fizikalno naravo procesa.

Premišljeno izrabo opreme smo dosegli s preureditvijo starega elektroerozijskega stroja in začeli tudi sami izdelovati elektrode. Tako smo lahko delali na dveh strojih. Ves čas je financiranje zadoščalo le za sprotno delo. Zato novejšje opreme za meritve z računalnikom, ki bi bila nujno potrebna, še danes nimamo. Z zunanjimi sodelavci smo razvili izboljšano različico procesnega analizatorja elektroerozijske obdelave po izkušnjah s prvim merilnikom. Izdelan je bil tudi prikazalnik, ki je omogočal bolj kakovostne meritve procesnih parametrov.

Oprema je omogočila raziskave lastnosti obdelanih površin in obstojnostne čase orodij — obdelovancev. Raziskave je finančno podprla Železarna Ravne, sodelovali pa so tudi njihovi strokovnjaki. Tako smo se dokopali do pomembnih dognanj o uporabi in možnostih domačih orodnih materialov s predpisano toplotno obdelavo. Obširne raziskave porazdelitev nastalih mikrorazpok, faznih plasti, mikrotrdote in zaostalih napetosti so pokazale, da je kakovost površine najbolj neugodna na mestih še onesnaženega in hladnega dielektrika, tj. v območju izpiralne luknjice in na območju izstopa zelo onesnaženega dielektrika. Na teh območjih se pojavlja dvakrat in več mikrorazpok kakor na območjih optimalnih delovnih razmer.

Ugotovili smo, da se lokalna kakovost površine bistveno spreminja. Na podlagi teh ugotovitev smo pozneje začeli raziskovati lokalne porazdelitve elektroerozijskih parametrov.

V letu 1978 je bilo izdelano tudi prvo magistrsko delo na področju raziskav lastnosti z elektroerozijo obdelanih površin.

Posebne raziskave smo posvetili obdelovalnosti z elektrodami iz grafita našega izdelovalca »Nikole Mašanovića« iz Dubrovnika. Rezultate smo primerjali z rezultati obdelovalnosti z uvoženim grafitom. Pri obdelavi z domačim grafitom smo dosegli večje odnašanje materiala na enoto časa, toda žal tudi večjo obrabo elektrod. Nov razvoj elektrodnega materiala iz grafita bi terjale več sredstev, kakor bi jih, glede na porabo grafita v Jugoslaviji, lahko žrtvovala delovna organizacija.

Primerjalna raziskava domače karbidne trdine G-2, ki jo izdeluje delovna organizacija »Prvi Partizan« iz Titovega Užica in uvožene trdine GT-20, je pokazala, da ima domača boljše obdelovalnost.

Poleg standardiziranih testov za materiale in površine z okroglimi elektrodami smo raziskovali tudi vpliv oblike elektrode na parametre obdelovalnosti, opazovali smo obrabo robov. Uvodne raziskave smo izvedli z elektrodo trikotne oblike. Na tem področju bomo raziskave nadaljevali v zvezi s parametri, ki vplivajo na obrabo robov.

V okviru disertacije na področju elektroerozije smo raziskovali lokalne porazdelitve elektroerozijskih parametrov. V ta namen je bila razvita posebna elektroda — lokator za ugotavljanje lokacije posameznih tipov elektroerozijskih impulzov in merilna naprava — korelator za vrednotenje signalov iz lokatorja.

Sprotne meritve in vrednotenje so pokazale, da se razelektritve, ki se v zaporedju taktnega signala pojavljajo lokalno, dobro ujemajo s področji največje pogostosti mikrorazpok. Na podlagi eksperimentalno dobljenih rezultatov smo razvili matematični model za opis delovnih razmer, ki temelji na teoriji množic — dogodkov. Osnovnim množicam smo določili želene (delovne) in neželene (nenormalne razelektritve) dogodke, ki z nadaljnjim ustvarjanjem sestavljenih dogodkov rabijo za opis delovnih razmer v reži, ki se slabšajo ali boljšajo. Matematični model je bil namenjen snovanju in izvedbi adaptivnega krmiljenja elektroerozijskega procesa, ki smo ga uspešno preizkusili v laboratoriju in industriji. Rezultati preizkušanj adaptivnega krmiljenja so pokazali manjšo pogostost mikrorazpok, manjšo obrabo elektrode in večje odnašanje pri zahtevnih oblikah, kjer je izpiranje erodiranega materiala oteženo. Vrednoteni rezultati meritev so pokazali, da se lastnosti površin v smeri pretoka dielektrika močno spreminjajo in vplivajo na kakovost površin.

V letu 1985 je bilo delo uspešno končano.

Pri izdelavi orodij za industrijo smo se srečali s problemi načrtovanja tehnologije za elektroerozijsko obdelavo. Znano je, da ima vsak izdelovalec svojo izvedbo elektroerozijske naprave z značilnim delovanjem in krmiljenjem. Temu primerno tudi priporoča načrtovanje tehnologije. Zato je od izdelovalca do izdelovalca priporočilo drugačno in so parametri določeni razmeroma ohlapno. Zato je razumljivo, da je v naši industriji priprava tehnologije nenatančna. Vzrok za to je tudi slabo poznavanje procesa in vplivov na obdelovalnost. Vzporedno s preizkušanjem obdelovalnosti smo že zgodaj začeli spremljati probleme, ki so nastali pri izdelavi novega orodja, in jih skušali tudi reševati. Želeli smo poenotiti pripravo tehnološkega postopka z upoštevanjem značilnosti elektroerozijske naprave. V osnovi teče proces obdelave na vseh napravah enako. Problemi se pojavljajo predvsem pri lokalnem obžiganju obdelovanca in pri obrabi elektrode. Te probleme mora reševati krmiljenje procesa z upoštevanjem tehnoloških parametrov.

V prvi fazi raziskav smo pripravili ročno načrtovanje izbire poteka obdelave in predpisa nastavnih parametrov na napravi. Obdelovanci pri elektroerozijski obdelavi so večinoma posamični kosi in pokazalo se je, da je ročna priprava predraga in prezamudna za želeno kakovost. Nadalje-

vali smo z oblikovanjem osnovne logike. Pripravili smo bazo podatkov s potrebnimi datotekami v računalniku. Že na začetku priprave tehnologije, če imamo več možnosti, lahko izbiramo z računalnikom ustrezno napravo. Nato izberemo vpenjalne pripomočke, elektrodni material, dielektrik in nazadnje predpis obdelave. Računalniški program omogoča, da izberemo izdelavo obdelovanca v najkrajšem mogočem času ali z najmanjšimi stroški obdelave. Različne oblike obdelovanca terjajo različne postopke načrtovanja in izdelave ter tudi različen algoritem programov. V sedanji fazi razvoja smo pripravili programe za preprostejše oblike. Že pri tem delu smo ugotovili, da so vse dostopne informacije, čeprav zbrane po vseh možnih virih, za oblikovanje baze podatkov zelo skope. Tako smo dobili tudi smernice za naše nadaljnje delo pri ugotavljanju obdelovalnosti. Usmerili ga bomo predvsem v dopolnjevanje in urejanje podatkov v najprimernejšo obliko, da bo pomnilnik dobro izkoriščen. Pripraviti bo treba še algoritme za druge obdelovalne oblike.

Načrtovanje tehnologije z računalnikom naj obsega programski paket, s katerim na podlagi zahtevanih oblik obdelovanca, kakovosti obdelane površine in toleranc določimo najprimernejšo napravo z orodjem, opremo in predpisom izdelave.

3. Raziskave in razvoj izdelave industrijskih nožev in valjev

Industrijske nože in valje izdelujejo v Železarni Ravne že razmeroma dolgo. Zato smo začeli raziskovati na tem področju že pred leti. Poseben pomen so dobile raziskave ob graditvi nove tovarne za industrijske nože, ki je bila zasnovana, zgrajena in opremljena po načelih skupinske tehnologije. V ta namen smo združili skupno delo sodelavcev iz delovne organizacije in fakultete v enotno delovno skupino. Nadaljevala je z razvojem banke podatkov, ki jo še vedno dopolnjujemo. Del podatkov smo pripravili za obdelavo z računalnikom že v letu 1973. Pozneje smo vključili v razvoj načine odločitev za pripravo tehnologije (z razpredelniciami).

Na podlagi študije o skupinski tehnologiji za nože smo razvili še ključne za listnate vzmeti in pnevmatično orodje. Obenem smo začeli raziskovati tehnološki postopek za izdelavo industrijskih nožev in valjev. Tehnologija v delovni organizaciji je bila zasnovana le po izkušnjah. Zato je treba ločeno obravnavati vsako skupino industrijskih nožev, ki imajo prek 30 000 oblik z vrsto različnih materialov in toplotnih obdelav.

Proučevali smo vplive, ki povzročajo izmeček. Pri valjih se je pojavljalo luščenje, pri nožih pa še razpoke na površini. Poleg tega otežuje delo še vrsta tehnoloških vplivov, ki so značilni le za te

izdelke. Raziskave so zelo pomembne zato, ker želimo sčasoma postopek avtomatizirati. Med prvimi numerično krmiljenimi stroji v industriji pri nas so bili prav ti v obratu za izdelavo nožev. Problem raznolikosti ustreznih programov smo reševali z njihovo tipizacijo, ker nožev samih ni mogoče tipizirati v tej smeri, da bi lahko ustrezali z manjšim številom oblik vsem strojem.

Pri raziskavah valjev smo ugotovili, da pri različnih parametrih brušenja glede na toplotni vpliv brušenje ne more vplivati na izmeček. Razumljivo je, da pri tem izključimo brusilne napake, ki tudi lahko nastanejo. Pojav izmečka je zelo naključne narave. Zato smo razvili posebno dokumentacijo za spremljanje in nadzorovanje izdelave. Tako smo dobili osnovo za vrednotenje in ocenjevanje obstoječe tehnologije, kjer smo obravnavali, v okviru skupnega raziskovalnega moštva z raziskovalci delovne organizacije, proces brušenja preizkusnih serij valjev. Z obdelavo podatkov in z vrednotenjem uspešnosti brušenja smo ugotavljali primernost tehnološkega predpisa. Za obdelavo podatkov smo razvili poseben računalniški program. Poleg parametrov za oceno brušenja, kakršni so obraba, odstranjen sloj in brusilno razmerje G , lahko s programom izračunamo gospodarni način brušenja.

Vzporedno z raziskavami v delovni organizaciji smo na Fakulteti za strojništvo opazovali vplive različnih toplotnih obdelav novejših močno legiranih jekel za valje na lastnosti površin obdelovancev in iskali najprimernejše nove kakovosti brusov. V laboratoriju smo določali optimalne parametre grobega in finega brušenja ter izbirali nove kombinacije brusov in obdelovancev na podlagi razvite metodologije.

Tudi raziskave brušenja nožev potekajo hkrati v Železarni Ravne in na Fakulteti za strojništvo. V laboratoriju raziskujemo vplivne parametre brušenja na obdelovalnost po merilih kakovosti površin, v katera so zajeta hrapavost, mikrotrdota na površini in po globini ter debelina toplotno prizadetega sloja. Na brušenje značilno vplivajo spremembe v površinskem sloju, ki jih običajne banke podatkov ne zajemajo. Za izboljšavo tehnologije spremljamo obdelavo noža od vložka do končnega izdelka.

Raziskave smo začeli pri dvoplastnih nožih, ki so zelo zahtevni tako z vidika toplotne kakor tudi mehanske obdelave. Ker so sestavljeni iz dveh vrst materialov, ni mogoče uporabljati znanih izkušenj s posameznimi materiali pri rezanju in brušenju. Na podlagi laboratorijskih preizkusov smo v sodelovanju z delovno organizacijo Swaty razvili novo vrsto primernih segmentnih brusov. Tako kakor pri valjih smo tudi pri nožih razvili posebno dokumentacijo za spremljanje tehnologije. Opazovali smo serije nožev, ki so bili obdelovani na različnih

strojih in z računalniško obdelavo izbrali najugodnejše kombinacije stroj — brus — obdelovanec.

Pri študiju uspešnosti obdelave se je pokazalo, da ima velik vpliv ukrivljenost izdelka, ki je posledica toplotne obdelave, saj ga moramo ravnati tudi do štirikrat. Analizirali smo operacije ravnanja in ugotovili, da glede na ukrivljenost ni mogoče medfazno izločati izdelkov, da bi se izognili izmečkom.

Na podlagi raziskav pripravljamo tudi smernice za brušenje materialov, katerih lastnosti se razlikujejo po globini in notranjih napetostih.

Pri tekočih raziskavah je v razvoju računalniško spremljanje in vodenje tehnologije za posebne izdelke, kakor so npr. noži.

4. Preizkušanje in proučevanje tehnologij

Poleg navedenih obsežnih dolgoletnih raziskav smo sproti reševali probleme v posameznih organizacijah združenega dela na področju izboljšave posebnih tehnologij. Analizirali smo možnosti za vpeljavo laserske obdelave v naše delovne organizacije. Tako smo postavili osnovo za uporabo in uvajanje.

Za vrednotenje obdelovalnih procesov smo izdelali nove naprave in merilnike, npr. pri brušenju, merjenju trdote brez poškodbe površin, zveznem merjenju trdote itd. Preizkusili smo uporabnost naprave Penetron za volframove prevleke, ki pa jih dandanes uspešno nadomešča titanov nitrid. Ob razvoju novih lepil smo preizkušali možnosti za lepljenja kovin in nosilnosti spojev za različne oblike obdelovancev in žice. Pri mehanski tehnologiji smo analizirali vplive toplotnih obdelav za posamezne izdelke.

Posebno pozornost smo posvečali napravam in postopkom za ugotavljanje kakovosti materialov, izdelkov in naprav. Medtem ko sta vrednotenje kakovosti in organizacija dela kontrole v delovnih organizacijah že dovolj razvita, še vedno ni primernih naprav in dovolj proučenih strokovnih prijemov. Zato smo razvijali različne postopke za preizkušanje, npr. tekalnih koles, obrabe delov, popravi obrabljenih delov, nadalje pa smo uvajali ultrazvočno, penetrantsko in druga preizkušanja. Sodelovali smo pri razvijanju tehnološke opreme, orodja in nadzora kakovosti pri nekovinskih industrijah, npr. v živilski, kemični, gradbeni, lesni, rudarski, obutveni, tekstilni, usnjarski, farmacevtski, elektro, papirni itd. Skratka povsod tam, kjer potrebujejo strojnika za izboljšavo postopka in orodja. Tako smo posredno in neposredno uvajali preizkušanje materialov, delov in naprav. Delo je zajelo v obdobju 12 let več ko 50 podjetij.

V kovinski industriji smo obenem s preizkušanjem skušali vpeljevati tipizacijo materialov, orodij in delov.

5. Uvajanje raziskav in razvoja v organizacije združenega dela

Preizkušanje in proučevanje tehnologij v nekovinski industriji nas je pripeljalo na pot sodelovanja z orodjarji, ki so v vseh industrijskih vejah. Splošno združenje kovinske industrije SR Slovenije je organiziralo Odbor za orodjarstvo, kjer aktivno sodelujemo. Od ustanovitve v letu 1980 pa do danes smo skupaj organizirali dvoje posvetovanj, eno pa je organizirala Tehniška fakulteta v Mariboru. Prvo je bilo posvečeno razvojnim usmeritvam orodjarstva v Sloveniji, drugo sodobnim strokovnim problemom orodjarstva in tretje boljši organizaciji in dokumentaciji. Na posvetovanjih so sodelavci delovnih organizacij, fakultet in inštitutov predstavili rezultate svojih del z možnostjo uporabe v praksi. Poleg posvetovanj smo v okviru seminarjev Lakos (7 in 9) predstavili rezultate raziskovalnega in razvojnega dela naših delavcev. V okvir seminarjev smo skušali zbrati vse dosežke, ki so pomembni za orodjarje. Analizirali smo tudi smeri in potrebe informiranja orodjarjev, tako da so bila izbrana obravnavana področja prilagojena danim možnostim in stopnji raziskav domačih raziskovalcev. Zajemala so raziskave in razvoj v delovnih organizacijah, na fakultetah in v raziskovalnih inštitutih.

V okviru posvetovanj in seminarjev smo začeli izdajati izbrane informacije v enotni obliki pod imenom STROKOVNE INFORMACIJE; doslej je izšlo že osem števil. Vsebujejo praktična in teoretična dela ter navodila, ki jih ni mogoče niti smiselno ustno predstavljati, ker vsebujejo tudi podatke za vsakdanjo rabo.

Pri delu smo pričeli organizirati orodjarne k skupnim ciljem in poenotenemu razvoju glede na delitev dela, poenotenje opreme, regijsko povezovanje ter predvsem za izmenjavo izkušenj ter skupni razvoj. V ta namen smo pripravili več anket, jih obdelali in pričeli z raziskovalnim projektom »Razvoj orodjarstva v Sloveniji«, v katerega vključujemo sedaj 94 orodjarn in dve fakulteti.

6. Sklep

V sestavku smo opisali delo skupine s širokim spektrom dejavnosti, ki pa je premalo številna, da bi lahko zadostila potrebam v naši industriji. Ugotovili smo z anketami, da je na obravnavanih področjih v industriji in na fakultetah tako malo inženirjev in tehnikov, da bo razvoj v prihodnje ogrožen glede na število aktivnih delavcev v drugih panogah.

Samostojno ali v sodelovanju z drugimi skupinami na Fakulteti za strojništvo, v industriji in v laboratorijih je bilo doslej izdelanih 59 raziskovalnih del, ki so bila financirana. Vsa opravljena diplomska dela so bila namenjena razvoju in raziskavam. Na visokošolskem študiju je bilo izdelanih 24 diplomskih del, na višješolskem pa 207. Ob raziskovalnem delu sta bili izdelani dve magistrski deli in ena doktorska disertacija.

Objavili smo 60 znanstvenih in raziskovalnih del, od teh 8 na tujih kongresih in 23 na domačih posvetovanjih. Poleg tega smo objavili še 32 strokovnih del ter dve knjižici o dejavnosti orodjarn v SR Sloveniji. Mnogo dela ni bilo objavljenega, ker so bili rezultati namenjeni le delovnim organizacijam — štipenditorjem študentov in diplomantov ali pa so zanimiva le za redka podjetja.

V tujih glasilih so naše objave v *Annals of the CIRP*, *Manufacturing Systems*, *Compcontrol*, *Fertigung*, *ISEM 5*, *ISEM 6* in *Proceedings ICPE* (New Delhi).

Pričakujemo nadaljnji razvoj v domači konstrukciji elektroerozijskih naprav za grezenje in rezanje z žico, v novi tovarni za industrijske valje, v povečani tovarni za industrijske nože ter v raziskavah na fakulteti z novo opremo za vso industrijo.

Na tem mestu se želimo zahvaliti tudi vsem tistim, ki so žrtvovali sredstva za naše delo — to so predvsem Železarna Ravne, Zlatarna Celje, Raziskovalna skupnost Slovenije in Iskra — tovarna elementov za avtomatizacijo ter devetdeset slovenskih orodjarn.

Naslovi avtorjev: prof. dr. Franc Roethel, dipl. inž.
mag. Miha Junkar, dipl. inž.
dr. Vitomir Garbajs, dipl. inž.
Marjan Dobovšek, dipl. inž.
vsi Fakulteta za strojništvo,
Ljubljana