

UDK 658.52.011.56:621.9-52

Prvi rezultati raziskav uvajanja NC tehnologije v industrijo*

PAVEL ŠMARČAN

1.0. UVOD

Uvajanje NC tehnologije v slovensko industrijo je bilo zamišljeno tako, da bi šolali kader iz industrije za uvajanje in programiranje NC tehnologije in za delo na NC strojih. Skupno s tem kadrom bi opravljali primerjalne raziskave in obdelave obdelovancev na običajnih in NC strojih ter ugotovili tehnološko in ekonomsko upravičenost uvajanja NC tehnologije.

Da bi to lahko izvedli moramo

1. imeti NC obdelovalni stroj s potrebnim priborom;
2. imeti na voljo lastni raziskovalni, programerski in operatorski kader;
3. imeti na voljo literaturo o NC tehnologiji v slovenščini;
4. izšolati raziskovalni, programerski in operatorski kader v industriji;
5. opraviti primerjalno raziskavo in obdelavo skupno s kadrom iz industrije.

Za začetek smo se odločili, da bomo izvajali le ročno programiranje in se omejili na NC vrtanje in freziranje. Kmalu pa bo sledilo tudi NC struženje.

2.0. POTREBNA OSNOVNA OPREMA

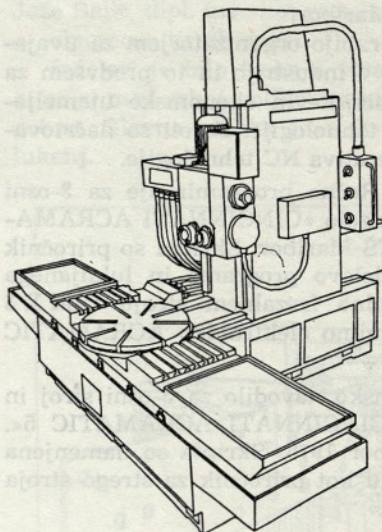
Prvi razgovori s predstavniki kovinske in elektroindustrije širše okolice Maribora so bili pred petimi leti na spodbudo Visoke tehniške šole in Zveze strojnih inženirjev in tehnikov. Takoj se je jasno pokazala potreba po uvajanju NC tehnologije in hitro smo se tudi odločili za takšen način uvajanja NC tehnologije, kakršen je omenjen v uvodu.

Pred tremi leti so se že pokazali resnejši interesi, ki so bili pripravljeni akcijo tudi finančno podpreti. Sredstva so prispevali:

TAM Maribor, Mariborska livarna, Elektrokovina Maribor, Strojna Maribor, AGIS Ptuj, UNIOR Zreče, Gorenje Muta in PRIMAT Maribor. Denarna sredstva, ki smo jih zbrali, niso bila zamišljena kot podpora, ampak kot vnaprej plačane storitve za izobraževanje kadra in za primerjalne raziskave.

Skupno z naštetimi podjetji smo glede na njihovo proizvodnjo prišli do sklepa, da bi bil za začetek tega dela najustreznejši NC vrtalno frezalni stroj primerne velikosti, na katerem bi izvajali primerjalne raziskave.

Ustanovili smo strokovni svet NC centra in na njem iz številnih ponudb izbrali NC frezalno vrtalni center CIM X 3 z elektronskim krmiljenjem



Slika 1

ACRAMATIC 5 podjetja CINCINNATI MILACRON (sl. 1). Obenem smo kupili tudi luknjalnik za ročno luknjanje traku podjetja SINGER. Priskrbeti smo morali tudi še določena standardna orodja ter vpenjalne puše. Celotna investicija je znašala okoli 2,200.000 din. Razliko med sredstvi, ki smo jih dobili od zavzetih podjetij, in potrebnega zneska smo si izposodili zri Raziskovalni skupnosti Slovenije in pri Ljubljanski banki. VTŠ je prispevala sredstva za transport, montažo in orodje.

Oprema je bila dostavljena in nameščena ob koncu leta 1975.

3.0. IZOBRAZBA LASTNEGA KADRA

Že aprila 1975 smo poslali 6 delavcev VTŠ na izobraževalni tečaj k podjetju CINCINNATI v Birmingham in Bedford. Naloge so bile razdeljene tako, da sta se dva diplomirana inženirja usposobila predvsem za programiranje, dva pa za vzdrževanje stroja in elektronike ter dva visoko kvalificirana delavca za delo operaterja pri stroju.

To je bila osnovna skupina strokovnjakov, ki se je začela takoj po nameščanju stroja ukvarjati s programiranjem in delom pri stroju ter s pripravami za prve tečaje.

4.0. PRIPRAVA LITERATURE

Za tečaje in za primerjalne raziskave je bilo treba pripraviti določeno literaturo v slovenskem jeziku. Napisali smo:

1. P. Šmarčan: Numerično krmiljeni obdelovalni sistemi. Založba VTŠ Maribor 1975.

Ta skripta rabijo organizatorjem za uvajanje NC tehnologije v industrijo. Obravnavajo sedanje sta-

* Članek je izvleček iz poročila o raziskovalni nalogi št. 785/742-75 z naslovom »UVAJANJE NC TEHNOLOGIJE V INDUSTRIJO«. Nosilec naloge je dr. Pavel Šmarčan.

nje in smer razvoja NC obdelovalnih sistemov. Podane so osnovne značilnosti izgradnje NC strojev z merilnimi sistemi. Navedeni so tudi praktični primeri za uporabo NC strojev.

2. A. Šostar: Organizacija priprave NC tehnologije. Založba VTŠ Maribor.

Tudi ta skripta rabijo organizatorjem za uvajanje NC tehnologije v industrijo in to predvsem za ugotavljanje investicijske in ekonomske utemeljenosti uvajanja NC tehnologije. Zajeti so načrtovanje, priprava in operativna NC tehnologije.

3. A. Polajnar: Ročno programiranje za 3-osni stroj in krmilno konzolo »CINCINNATI ACRAMATIC 5«. Založba VTŠ Maribor. Skripta so priročnik programerju za izdelavo programa in luknjanega traku pri NC vrtno frezalnem stroju CIM X 3 CINCINNATI s krmilno elektronikom ACRAMATIC 5.

4. P. Leš: Pogonsko navodilo za 3-osni stroj in krmilno konzolo »CINCINNATI ACRAMATIC 5«. Založba VTŠ Maribor 1975. Skripta so namenjena operaterju pri stroju kot priročnik za strego stroja in krmilne omarice.

Omenjena skripta so osnovna literatura za začetne tečaje NC tehnologije. Skripta (z navedbo literature) obenem tudi nakazujejo, v kateri smeri je treba študirati naprej, če hočemo biti sproti obveščeni o problematiki NC tehnologije.

5.0. TEČAJI ZA UVAJANJE NC TEHNOLOGIJE

Do sedaj smo organizirali 5 tečajev za uvajanje NC tehnologije. Tečaji so tri- ali dvotedenski.

Celoten program vseh treh tednov je namenjen strokovnjakom v industriji, ki bodo organizirali in vodili tečaje za uvajanje NC tehnologije. V prvem tednu dobijo širši vpogled v celotno problematiko, v preostalih dveh tednih pa se seznanijo še s praktičnim programiranjem in delom na NC stroju. Tu smo izšolali 4 strokovnjake iz industrije in 3 naše diplomante druge stopnje, ki so že ustrezno zaposleni v industriji.

Strokovnjaki iz industrije, ki bi se radi usposobili le za programerje in operaterje pri NC stroju, obiskujejo le drugi in tretji teden tečaja. Programerji se bolj poglobijo v delo drugega tedna, operaterji pa bolj v delo tretjega tedna. Na tak način smo usposobili 3 programerje in 6 operaterjev za industrijo in 1 programerja za laboratorij.

Na prvi dan tečaja, ki je informativen, vabimo tudi vodilne strokovnjake iz industrije, da jim razložimo in nazorno prikažemo delo na NC stroju. Imeli smo 30 tečajnikov.

Organizatorji in programerji so dolžni, da v svojem podjetju poiščejo obdelovance, ki bi jih lahko gospodarnije obdelovali na NC stroju. Zanje izdelajo program, poiščejo orodja in jih obdelajo s svojim operaterjem na našem stroju. Nato napravimo

skupno še časovno in ekonomsko primerjavo med obdelavo pri njih in pri nas. Ko bodo tako pripravljali v industriji teren za nakup NC stroja, bodo imeli že pripravljeno ekipo za delo na njem.

Najpomembnejše take primerjave so navedene v naslednjem poglavju.

6.0. OPRAVLJENE PRIMERJALNE RAZISKAVE

Preden se bomo lotili primerjave med običajno in NC proizvodnjo, moramo določiti kriterije, po katerih bomo to primerjavo izpeljali.

V tuji literaturi, predvsem v prospektih podjetij, ki izdelujejo NC stroje, najdemo mnogo zelo natančnih primerjalnih izračunov za prehod na NC proizvodnjo. Bolj ko so ti izračuni natančni, več seveda terjajo raznih podatkov. Tu pa se začnejo težave. Za posamično in maloserijsko proizvodnjo navadno žal teh podatkov ni, ali pa so nezanesljivi in pomanjkljivi. Tako je že za običajno proizvodnjo težko dobiti razne obdelovalne čase in stroške. Za NC proizvodnjo pa jih seveda sploh ni na voljo.

Zato smo izbrali za primerjavo stroškov način, ki ga predlaga dr. Šostar v že omenjenih skriptih.

Seveda smo pri stroških NC stroja predpostavili, da je stroj kupljen in postavljen v industriji.

Za primerjavo smo čase pri običajni proizvodnji vzeli iz že znanih podatkov. Če teh podatkov ni bilo, smo čase snemali. Pri NC obdelavi smo čase snemali med primerjalno obdelavo na našem NC stroju.

6.1. Uvajanje NC tehnologije v TAM — skupnost tirnih vozil

a) Proizvodnja

Primerjalno in uvajalno raziskavo je izvedel Jože Balič, dipl. inž. (za diplomsko delo v juniju 1976).

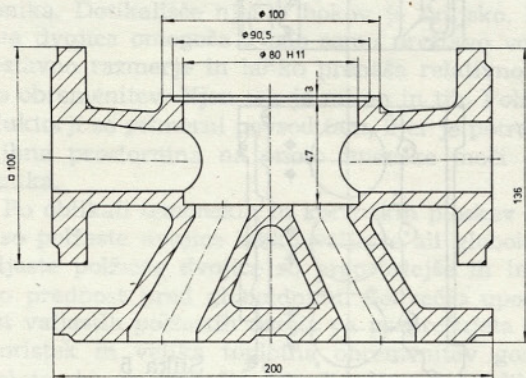
Po ogledu proizvodnega programa TOZD 36 smo po občutku izbrali izdelke v naslednji tabeli.

	Izdelek	Število kosov	Vrstni red po količini
A	okrov ND-32	5500	1
B	okrov ND-40	5000	2
C	okrov ND-50	500	3
D	prednja os 5081858	250	5
E	prednja os 33510121	150	6
F	prednja os 1604-021	450	4
G	prednja os A-5155-10-05 . 10	100	8
H	prednja os 5005469	200	7

Za te izdelke smo menili, da so po obliki in številu kosov na leto ustrezni za obdelavo na NC frezalno vrtilnem stroju.

Od navedenih izdelkov so za primerjalno raziskavo seveda najzanimivejši prvi trije (A, B, C), saj pomenijo kar 90,5 % letne proizvodnje.

Vsi trije okrovi so si oblikovno in tudi tehnološko zelo podobni (slika 2). Okrove obdelujejo običajno na štirih delovnih mestih: na frezalnem stroju, stružnici, vrtilnem stroju in ročnem rezanju navojev. Vse to je mogoče opraviti na NC stroju pri enem vpetju, kar smo pri primerjalni obdelavi tudi uspeli napraviti.



Slika 2

Takšna proizvodnja bi bila tehnično izvedljiva tudi na posebni obdelovalni progi s specialnimi enonamenskimi stroji. Očitno pa je, da je letna količina mnogo premajhna, da bi bilo to ekonomsko upravičeno. Primerjalni izračun je to potrdil. Potrebni bi bilo vsaj 77 000 kosov na leto.

Izdelovalni čas okrova je bil

pri običajni obdelavi	61 min
pri NC obdelavi	31 min

Pri obeh načinih obdelave smo vzeli enak čisti strojni čas rezanja, ker namenoma nismo hoteli spreminjati režimov, čeprav bi jih lahko na NC stroju močno skrajšali. Primerjava je bolj natančna. Ta čas znaša za obe obdelavi 25 min.

Časovna izkoriščenost stroja je bila

pri običajni obdelavi	41 %
pri NC obdelavi	81 %

Obe izkoriščenosti sta normalni, tj. v mejah, ki jih navajajo tudi v tujini.

Izdelovalni stroški so znašali

pri običajni obdelavi	82,22 din/kos
pri NC obdelavi	66,53 din/kos

K temu bi morali dodati še materialne stroške. Ker pa so v obeh primerih enaki, jih ne navajamo.

Prihranek pri enem okrovu je bil 15,69 din/kos. Pri 11 000 kosih na leto znaša prihranek torej **172.590,00 din.**

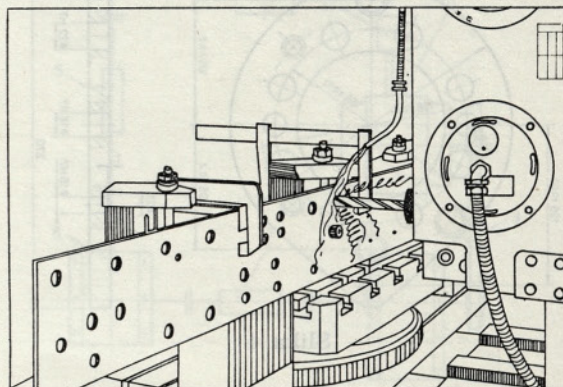
Rezultat upravičuje nabavo NC stroja, ki bi bil zasaden dve izmeni. S tem prihrankom so kriti vsi

organizacijski in uvajalni stroški kakor tudi stroški za pouk kadra.

b) Orodjarna

Primerjalno raziskavo je izvedel decembra 1976 Jože Balič, dipl. inž., kot raziskovalni stažist v TAM — skupnost tirnih vozil.

Izdelati je bilo treba 6 vrtilnih plošč (slika 3), ki so si med seboj oblikovno in tehnološko zelo podobne. Glavna razlika je v številu in razporeditvi lukenj.



Slika 3

Za primerjavo smo morali obravnavati vseh 6 plošč kot celoto, ker nam za običajno obdelavo niso bili znani časi za posamezno ploščo in tudi cene ne. Orodjarna TAM — skupnost tirnih vozil takšnih plošč ne more obdelovati in je iskala zunanjo pomoč. V ponudbi pa sta navedena le skupni čas in skupna cena.

Obdelovalni čas je bil

pri običajni obdelavi	138 ur
pri NC obdelavi	33 ur

Izkoristek čistega strojnega časa rezanja je znašal

pri običajni obdelavi	16,6 %
pri NC obdelavi	70,0 %

Stroški obdelave so bili:

pri običajni obdelavi	17 085 din
pri NC obdelavi	13 217 din
Prihranek	3 868 din

je zelo previdno kalkuliran. Pri utečeni NC obdelavi bi verjetno dosegli dvojno vrednost.

6.2. Uvajanje NC tehnologije v TAM — skupnost cestnih vozil

a) Orodjarna

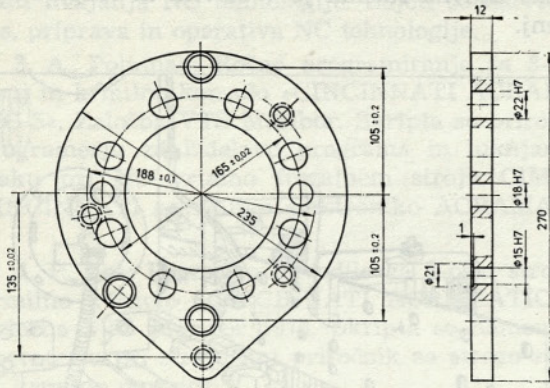
Primerjalno in uvajalno raziskavo je izvedel Josp Vincekovič, dipl. inž. (za diplomsko delo oktobra 1976).

V orodjarnah izdelujejo v glavnem unikate posebnih orodij, ki jih lahko ponovijo dva- do trikrat na leto. Zato se v orodjarnah lahko NC tehnologija

uveljavi kvečjemu tam, kjer je zapletenost obdelovanca velika.

Za našo primerjavo pri NC frezanju in vrtnanju smo pregledali izdelke na koordinatnih in vodoravno vrtnih strojih: okrove, vrtnalne plošče, rezilne in vodilne plošče pri štancah in dele vpenjalnih naprav.

Za primerjalno raziskavo smo izbrali vrtnalno ploščo z 10 vodilnimi luknjami in 6 funkcijskimi luknjami (slika 4).



Slika 4

Izdelovalni čas vrtnalne plošče je bil

pri običajni obdelavi	10 ur
pri NC obdelavi	2,37 ure

Pri obeh obdelavah smo zopet vzeli enak čisti strojni čas, ki je znašal 1,35 ure

Casovna izkoriščenost stroja je bila:

pri običajni obdelavi	13,5 %
pri NC obdelavi	57 %

To je za orodjarne kar normalno.

Cena običajne izdelave je znašala

za frezanje	237,00 din
za vrtnanje	2 372,32 din

skupaj: 2 609,32 din

Cena izdelave na NC stroju pa je bila 1 330,95 din

Prihranek je bil torej 1 278,37 din

Za ta izdelek je torej NC obdelava ugodnejša. Ker pa en obdelovanec ne bi upravičil nabave NC stroja, smo napravili pregled tehnološko podobnih obdelovancev, ki pridejo med letom na koordinatne vrtnalne stroje.

Sedanjih 5 koordinatnih vrtnalnih strojev pomeni ozko grlo. Z nakupom enega NC vrtnalno frezalnega stroja in z dvema koordinatnima vrtnalnima strojema bi zmogli opraviti vso proizvodnjo brez ozkega grla in za 30 % ceneje.

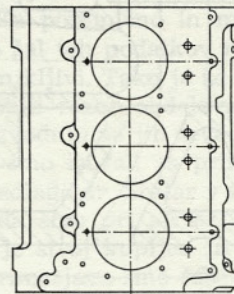
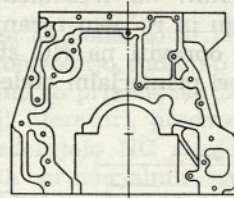
b) Prototipna delavnica

Primerjalno raziskavo je izvedel Aleksander Mohor, dipl. inž., kot raziskovalni stažist.

Proizvodnja v prototipni delavnici obstaja v glavnem le iz zelo majhnih serij (3 do 6 kosov) ali

iz dodelave obdelovancev, ki so sicer v redni serijski proizvodnji.

Za našo primerjavo pri NC frezanju in vrtnanju smo vzeli blok trivaljnega zračno hlajenega dieselskega motorja (slika 5). Blok je precej zahteven, saj je bilo treba programirati okoli 1400 NC stavkov. Običajno obdelujejo ta blok na vodoravnem vrtnem stroju.



Slika 5

Izdelovalni čas bloka je bil

pri običajni obdelavi	150 ur
pri NC obdelavi	55,3 ure

Pri obeh obdelavah smo vzeli enak čisti strojni čas rezanja, ki je znašal 37,5 ure

Casovna izkoriščenost stroja je bila

pri običajni obdelavi	25 %
pri NC obdelavi	68 %

Ker primerjava še ni povsem končana, še nimamo podrobnih finančnih podatkov. Če vzamemo za grobo primerjavo cene iz primerjave pod a), dobimo prihranek za kos okoli 5000 din.

7.0. SKLEP

Opravili smo razmeroma malo primerjalnih raziskav, in to samo v dveh OZD. Zato teh rezultatov še ne moremo posploševati v splošno veljavno pravilo. Treba bo nadaljevati z raziskavami.

Kljub temu pa teh nekaj primerjav mnogo pove. Opravljene so namreč pri taki proizvodnji in na takih obdelovancih, za katere tuja literatura pravi, da so zanimivi za NC obdelavo. Primerjave so dale podobne rezultate kakor v tujini. To se pravi, da je tveganje majhno, če uvajamo NC tehnologijo tam, kjer to delajo v tujini in da je naša industrija že tehnološko in finančno zrela za uvajanje NC tehnologije. Torej nimamo več časa za čakanje.

Avtorjev naslov: prof. dr. Pavel SMARCAN, dipl. ing.
Visoka tehniška šola Maribor,
VTOZD strojništvo