

Računalniško podprto krmiljenje proizvodnje in procesov

UDK: 681.3.01 : 681.3.02 : 861.3.06

ASM/SLA: X14, X14k

Jože Šegel

Krmiljenje proizvodnje in procesov (KPP) se lahko obravnava iz različnih gledišč, med katerimi je aktualen in zanimiv računalniški vidik. Vendar so tudi pri tem možne različne obravnave, kot so:

- hierarhija krmiljenja proizvodnje in procesov
- razvoj in osvajanje novih izdelkov
- model uporabe in funkcionalnost vključitve računalnika

Za obravnavano KPP pride v poštev elektronska oprema, kot so mini in mikro računalniki (MR), programibilni krmilniki (PC), numerično krmiljeni stroji (NC) in razna druga specifična oprema. Oprema mora biti med sabo smiselno in funkcionalno povezana, kar pri velikih informacijskih in komunikacijskih zahtevah ni lahka naloga, in to še posebej v primerih, ko je treba povezovati opremo različnih proizvajalcev.

CILJI UPORABE RAČUNALNIKA

Ob opredeljevanju vzrokov uporabe računalnika pri KPP se srečamo z osnovnimi razvojnimi vprašanji, ki so splošna in veljajo tudi za računalniško področje. Na sliki 1 vidimo tri ključna vprašanja, na katera skušamo odgovoriti pred in med razvojem projekta v naslednjem vrstnem redu:

Zakaj? Kaj? Kako?

Ta vprašanja imajo drugačne razsežnosti pri raziskovalcih-znanstvenih delavcih kot pri uporabnikih v industriji.

V prispevku se bomo večkrat mudili ravno pri teh osnovnih vprašanjih.

Osnovni cilji (odgovor na vprašanje zakaj) so jasni, vendar jih razdelimo v neposredne in posredne. Prve lahko vrednotimo neposredno, druge pa ne.

Neposredni (merljivi):

- a) Znižanje specifične porabe energije in materiala
- b) Povečanje produktivnosti
- c) Povečanje proizvodnih kapacitet
- d) Znižanje zalog
- e) Znižanje stroškov vzdrževanja
- f) Znižanje stroškov dela

Posredni (težje merljivi):

- a) Hitrejšo vpeljevanje novih proizvodov in povečanje fleksibilnosti proizvodnje
- b) Povečanje enakomernosti in kakovosti proizvodov

c) Držanje terminov

V to skupino spadajo subjektivni cilji, kot so:

- a) Boljše informacije za vodenje proizvodnje in procesov

Jože Šegel, dipl. ing. met. je vodja službe za APP v Železarni Ravne



Slika 1

Zaporedje razvoja, osnovna vprašanja inovacijskega postopka

Fig. 1

Sequence of the development, basic questions of the innovation process

b) Izboljšanje kakovosti in obsega informacij za inženiring, razvoj novih izdelkov in tehnologije,

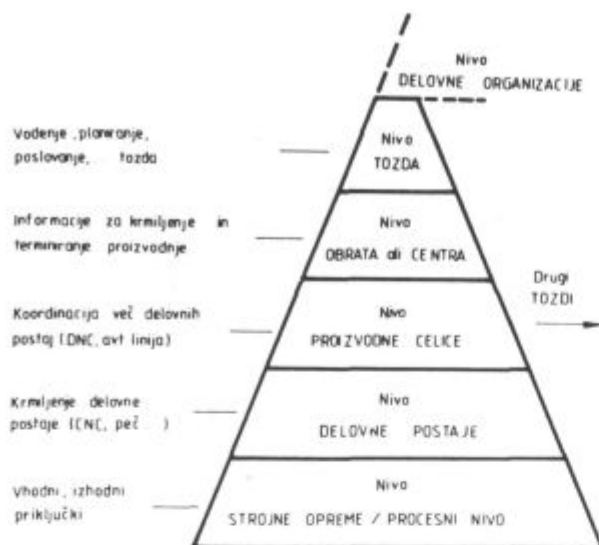
c) Izboljšanje informiranosti in vpliva samoupravljalcev pri odločanju

HIERARHIJA KRMILJENJA PROIZVODNJE IN PROCESOV (KPP)

Za jasnejšo sliko si KPP ponazorimo v obliki »krmilne piramide«. Slika 2 kaže eno od možnih prezentacij v obliki petih nivojev, med katerimi potujejo informacije gor in dol iz nivoja na nivo. KPP zahteva interakcije med veliko aktivnostmi, pri tem pa je treba upoštevati tudi zelo pomembne interakcije med tozdi in vključevanje tozda v delovno organizacijo.

Nivo strojne opreme — procesni nivo

Prvi nivo je neposredno povezan s fizično opremo delovnih postaj, ki bodo krmiljene. To je nivo, kjer so senzorji in krmilne enote fizično povezane z delovnimi postajami v proizvodnji. Uporabljajo se naslednji senzorji: končno stikalo, stikalo, merilec temperature, tahomer in podobno. Izhodne enote vključujejo starterje,



Slika 2
Petnivojska piramida krmiljenja temeljne organizacije

Fig. 2
Five-level pyramid of the control of the basic organization

alarmne signale, indikatorje, servomotorje in podobno. Procesi in strojna oprema je različna, vendar se vse na neki način povezuje s krmilno opremo.

Nivo delovne postaje

Drugi nivo se ukvarja z uporabo krmilnikov pri aktualni strojni opremi delovne postaje. Krmilna oprema na tem nivoju vključuje programabilne kontrolerje (PC), kartični nivo mikro računalnikov, distribuirane krmilne module, inteligentne vhode in izhode, računalniško krmiljene stroje (CNC) in podobno. Za uporabnika je vključen zaslonski terminal, tiskalnik in krmilne table.

Nivo proizvodne celice

Koordinacija pretoka materiala med operacijami na različnih delovnih postajah je funkcija tretjega nivoja. To je nivo, kjer se individualne operacije integrirajo v avtomatiziran sistem. Prične se oblikovati računalniško podprto KPP tozda.

Krmilna oprema na tem nivoju vključuje sodobne prog. kontrolerje (PC), porazdeljeno numerično kontrolo (DNC), avtomatske linije, samostojno delujoče industrijske mikroračunalnike, osebne računalnike in mini računalnike. Sodoben komunikacijski medij za uporabnika je barvni grafični terminal, medtem ko je za lokalno mrežo med krmilnimi enotami uporabljena podatkovna avtocesta z ustreznimi priključki na mini računalniku.

Nivo proizvodnega centra ali obrata

Četrti nivo skrbi za fino planiranje proizvodnje in pripravo informacij za vođenje.

Na tem nivoju se spremlja in nadzira proizvodnja centra oziroma obrata. Za to so potrebni mini računalniki s terminali, sistemski programi, aplikacijski programi, lokalna mreža, vhodni priključki na podatkovne avtoceste (kot so TDC2000, Allen Bradley, Modbus in podobno).

Nivo tozda

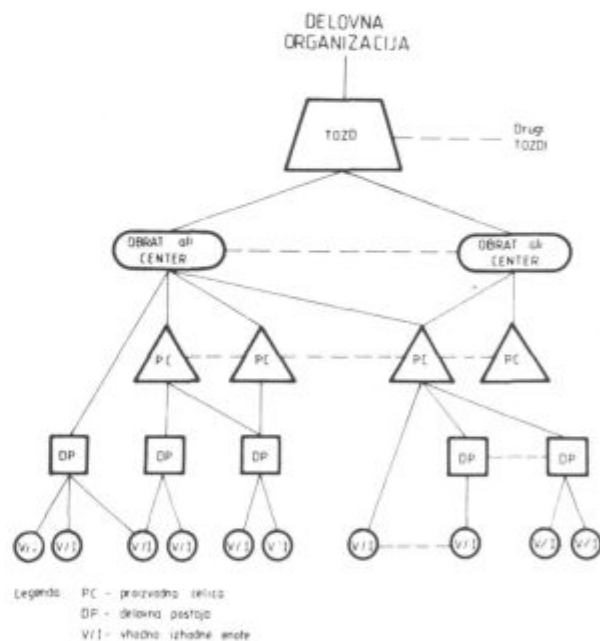
Računalnik daje informacije, ki so v pomoč vođenju tozda. Krmili se proizvodnja tozda kot celote v povezavi z delovno organizacijo.

Spremlja se proizvodnja z vso pripadajočo operativno. Uporablja se mini računalnik s terminali in primerne baze podatkov.

Pri tem nivoju se lahko razumejo tudi manjše delovne organizacije. V tem primeru se obseg aplikacij razširi tudi na finančne in druge ekonomske in administrativne aplikacije. Kadar spada tozda v večjo delovno organizacijo, v kateri je proizvodnja bolj ali manj povezana z drugimi tozdi, je treba upoštevati medsebojne poslovne in proizvodne odnose ter povezave z njimi.

PRISTOP K RAZVOJU HIERARHIČNEGA KRMILJENJA

Pristop k razvoju in realizaciji krmiljenja je zelo pomemben. Na sliki 3 vidimo, kako postajajo v krmilni piramidi krmilni centri vse manjši, dokler ne pridejo do vhodnih in izhodnih enot na stroju, peči in drugih delovnih postajah. Komunikacijska pot obstaja med različnimi nivoji in neposredni povezavi na istem nivoju. Nakazana je povezava z delovno organizacijo in drugimi tozdi.



Slika 3
Komunikacijske poti med različnimi krmilnimi centri in nivoji

Fig. 3
Communication paths between various control centres and levels

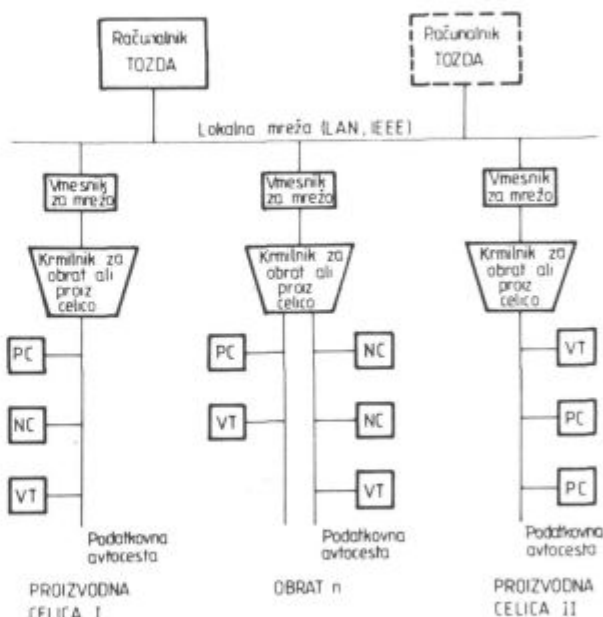
Na ta način je omogočeno strukturiranje in modularnost ter razvoj in načrtovanje po principu od zgoraj navzdol. Pri načrtovanju je treba vključiti ljudi iz vseh oddelkov in področij, ki se bodo vključila v računalniško podprto KPP. Pri tem je mišljeno proizvodno in tehnično področje. Kadar gre za vključevanje računalnika v vse nivoje KPP, je primerno, da se avtomatizacija prične na dnu in nadaljuje proti vrhu. To je primerno zaradi tega, ker je vsak od štirih nadnivojev grajen na tehnološki nivoju pod sabo.

Pri sistemski analizi proizvodnje in procesov se poslužujemo grafičnega prikaza pretoka materialov, dokumentacije, informacij in organizacije dela. Takšni prikazi pomagajo pokazati, kje se posamezne operacije opravljajo in kako jih je treba zastaviti na novo. V vseh fazah projektiranja se priporoča, da se vključujejo prodajalčevi specialisti. Pri vsaki delovni operaciji je treba določiti koordinacijo strojev in ostale proizvodne opreme. V to je treba vključiti analizo aktivnosti osebja na posameznem področju in nivoju. Ali oprema in delavci opravljajo planirano delo? Ali bi lahko bilo delo opravljeno bolj učinkovito? Ali bi lahko drugačna kombinacija organizacije dela, kadrov ali novejša tehnologija in opreme pomenila boljše opravljeno delo? Z odgovori na ta vprašanja se prične specifikacija potrebnih komponent za rokovanje z informacijami, komunikacijskimi uporabniškimi mediji in krmiljenje na posameznem nivoju.

Ni dovolj le specficirati programibilne krmilnike (PC), mikro računalnike in drugo krmilno opremo. KPP zahteva koordinacijo in usklajeno opremo na vseh nivojih sistema (slika 4). Ključ za integracijo različnih nivojev krmiljenja so komunikacije. Poleg komunikacij med nivoji je treba upoštevati še neposredne komunikacije med enotami na istem nivoju. Komunikacijske zveze se uporabljajo na vseh nivojih za potrebe različnih uporab, kot je porazdeljeno krmiljenje, zbiranje podatkov, nadzor, prikaz, programska podpora in vodstveni informacijski sistem.

V veljavo in uporabo so prišli komunikacijski standardi, ki omogočajo razvoj lokalnih mrež z možnostjo po-

vezave kontrolerjev na računalnik tozda, ki ima bazo podatkov. Kot je prikazano na sliki 5, bo bodoča komu-



Slika 5
Bodoča komunikacijska mreža

Fig. 5
Future communication network

	Nivoji krmilne piramide				
	Nivo STROJNE in PROCESNE opreme 	Nivo DELOVNE POSTAJE 	Nivo PROIZVODNE CELICE 	Nivo OBRATA ali proiz. CENTRA 	Nivo TOZDA
INFORMACIJE	· V/I parametri, · shranjevanje, · distribucija	· Status operacij, · komunikacije med postajami	· Trend kakovosti in količine delov ter proizvodov	· Podatkovna baza obrata, · ažuriranje distribucija	· Podatkovna baza tozda IS za vodenje tozda
KOMUNIKACIJE	· Oddaljeni V/I, · povezave, · direktni priključki	· Programski prist. · lokalne zanke · podatkovne avtoceste, · oddaljene V/I povezave	· Podatkovna avtocesta · podatkovni priključki	· Lokalna mreža · enote priključkov na mrežo	· Lokalna mreža
OPERATIVNI PRIKLJUČKI IN FUNKCIJE	· V/I moduli · diagnosticiranje · alarmne lučke · inteligentni panelni sistem	· Vnos parametrov, · uporaba programov na ind. terminalih ali panelnem sistemu	· Sistem (barvne) grafičnega nadzora · priprava poročil	· Programi za področno krmiljenje · vnos parametrov	· Programi na velikem računalniku · vnos parametrov
KRMILNE ENOTE	· Samostojni mikro PC · releji · shkala...	· Mali PC, srednji PC, specifične V/I enote NC/CNC mikro računalniki krmilniki	· Veliki PC · področni krmilniki · DNC sistem · mikro in mini računalniki	· Področni krmilnik · mini računalnik	· Veliki računalnik

Slika 4
Oprema za avtomatizacijo posameznih krmilnih nivojev

Fig. 4
Equipment for automation of single control levels



Slika 6
Lokalna računalniška mreža za jeklarstvo

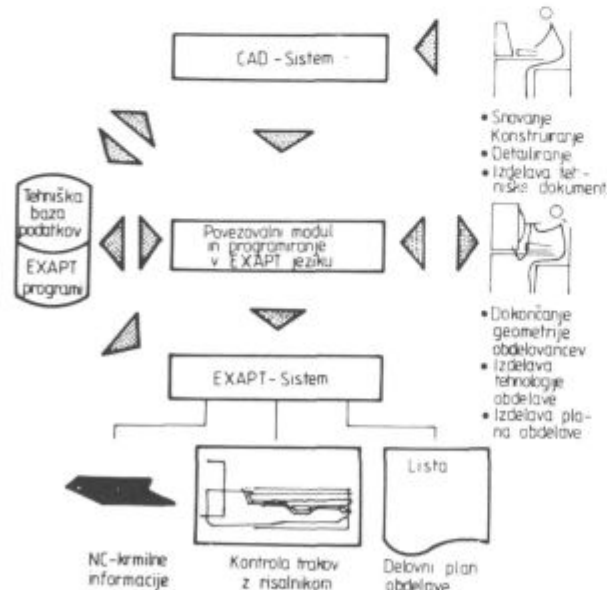
Fig. 6
Local computer network for the steelworks

nikacijska mreža osnovana na standardiziranih komunikacijah, kot je IEEE-802. S tem bodo poenostavljeni problemi povezave opreme različnih proizvajalcev. Za jeklarsko področje nudi zanimivo rešitev Process Corporation. Na sliki 6 je prikazana lokalna mreža za priključitev ene ali več jeklarskih peči, kontiliva, kemijskega laboratorija in drugih procesov.

RAZVOJ IN OSVAJANJE NOVIH IZDELKOV

Iz gledišča uporabe računalnika pri razvoju proizvodnje, osvajanju novih izdelkov, razvoju tehnologije, raziskav in kontrole kakovosti vidimo, da so razvojne tendence jasne na področju kovinske predelave in jih poznamo pod oznakami CAD, CAM, CAE, CAP in CIM.

Pri razvoju CAD-CAM sistema so prisotna prizadevanja za računalniško integracijo računalniškega konstruiranja (CAD) z NC proizvodnjo (CAM), kot je to prikazano na sliki 7 za EXAPT izvedbo. Za celovito re-



Slika 7
Povezava računalniško podprtega konstruiranja z EXAPT programiranjem NC strojev

Fig. 7
Connection of the computer supported designing with the EXAPT programming of NC machines

šitev tako zastavljenih ciljev so potrebna velika investicijska vlaganja in znanje. Lasten razvoj CAD aplikacijskega paketa v posamezni delovni organizaciji je neracionalen in daleč prepočasen, zato se je treba nasloniti na proizvajalca posameznega paketa, ki pa mora biti kompatibilen z ostalo programsko opremo CAD-CAM.

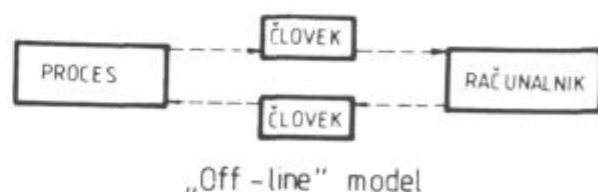
Na metalurškem področju razvoja in raziskav novih izdelkov in tehnologij se uporabljajo različni računalniški pripomočki kot:

- mrežno programiranje (n. pr. PCS)
- matematično modeliranje in simulacije s poudarkom na
- matematično statističnih analizah in
- operacijskih raziskavah

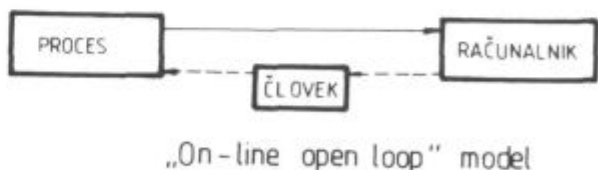
Z mrežnim programiranjem in spremljanjem razvojnih in raziskovalnih projektov dosežemo boljšo organizacijo in nadzor nad delom. Žal se pri nas takšni in podobni pripomočki vse premalo uporabljajo. Zato je vse preveč improvizacij in vodenja na osnovi presenečenj. V veliko pomoč pri razvoju in osvajanju nove tehnologije in izdelkov so velike možnosti matematičnega modeliranja in simulacij. Med njimi je tudi stohastično modeliranje. Zelo aktualni so priročni programski paketi, kot n. pr. programski paket železarne Ravne za matematično statistične analize, ki je izdelan za računalnike DELTA, IBM, DEC in Honeywell. V času velikih možnosti uporabe mikro računalnikov, osebnih računalnikov in terminalov se pričakuje, da bo uporaba računalnikov pri končnih uporabnikih neposredna in interaktivna.

MODELI UPORABE IN FUNKCIONALNOST VKLJUČITVE RAČUNALNIKA

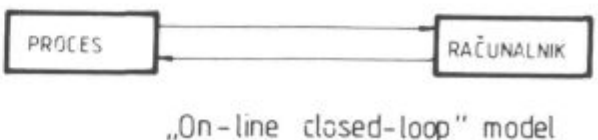
V praksi nastopa vrsta računalniških modelov povezave računalnika, človeka in procesa (slika 8). Pričelo se je z off-line modeli, ki so značilni za poslovno in administrativno področje.



„Off-line“ model



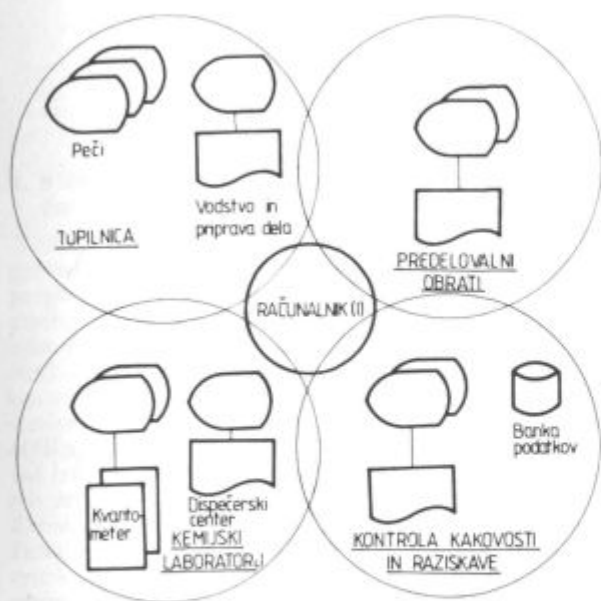
„On-line open loop“ model



„On-line closed-loop“ model

Slika 8
Modeli povezave računalnika s procesi

Fig. 8
Models for connecting the computer with the processes



Slika 9
Funkcionalna področja RPIS kemijske analitike

Fig. 9
Functional regions of the RPIS chemical analytics

Takšen model se še pojavlja tudi pri razvoju in krmljenju proizvodnje. Za procesni nivo pa sta značilna druga dva on-line modela, eden je zaprtizančen in drugi odprtozančen. On-line model pomeni neposredno vključitev računalnika v proizvodni proces. Značilnost današnje stopnje razvoja je v tem, da KPP razdelimo v podsisteme in vsakemu izberemo primeren model.

Pri nekaterih aplikacijah pa je težišče na funkcionalnosti rešitve. To je značilno za aplikacije, ki morajo biti prilagodljive različnim proizvodnim procesom in tudi večnamenskim aplikacijam. Takšen primer je vključitev računalniško podprtega informacijskega sistema kemijske analitike v jeklarske, livarske, kovaške in valjarske proizvodne procese, v povezavi s kontrolo kakovosti in potrebami razvoja raziskav in kemijskega laboratorija. Shematsko je to prikazano na sliki 9. Pri tem imamo lahko opravka z različno računalniško opremo, zelo različnimi zahtevami in potrebami.

Literatura:

1. J. Šegel: Approaches to Computer Control in Steelmaking Meltshop, Third International Iron and Steel Congress 1978, Chicago, ZDA.
2. R. Waite: »Planning for factory automation«, I&CS — The Industrial Process Control Magazine, oktober 1983.
3. D. L. Schroeder: Networking, Process Control System for Electric Furnace Steelmaking, Sixth Annual Symposium, Toronto, Canada, 1984.
4. J. Šegel, A. Rozman: Uporaba računalnika na EOP in VAD napravi, Železarski zbornik, 18-1984-2, str. 49—53.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Steuerung der Produktion und der Prozesse wird aus folgendem Standpunkt behandelt:

- Hierarchie der Steuerung
- Entwicklung neuer Erzeugnisse
- Anwendungsmodell und Wirksamkeit der Einschliessung vom Rechner.

Dabei ist es besonders wichtig die Verbindung der Rechnerischen Ausstattung verschiedener Hersteller und der Zutritt zu der Entwicklung der hierarchischen Steuerung. Dabei soll die Einschliessung und die Anwendung des Rechners bei der Entwicklung neuer Erzeugnisse nicht vergessen werden.

Vorteilhaft sind solche Funktionslösungen die sich in mehrere Produktionsprozesse einschliessen.

SUMMARY

Control of manufacturing cycles and of processes is treated from the viewpoint of:

- hierarchy of control
- development and mastering new products
- model of application and functional introduction of the computer.

There is important the compatibility of computer hardware of various producers and the access to the development of the hierarchy control. But the introduction and the application of the computer into development and mastering new products must not be neglected. Useful are also functional solutions enabling the inclusion into more manufacturing processes.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение управления производства и процессов рассмотрено на основании следующих точек зрения:

- иерархии управления;
- развития и овладения новых изделий;
- модели применения и функциональности включения вычислительной машины. При этом имеет роль оборудование счётчиков различных изготовителей и вступление к развитию иераргического управления.

Также нельзя забыть на включение и применения вычислительной машины при развитии и овладении новых изделий.

Полезно также употребить функциональные решения, которые включаются в несколько производственных процессов.