

Kibernetički oblici sistema upravljanja u proizvodnji namještaja uz podršku elektroničkog računala - II. oblik*

CYBERNETIC CONTROL SYSTEM METHODS IN COMPUTER AIDED MANUFACTURE OF FURNITURE — METHOD II.

Dr Zvonimir Ettinger, dipl. ing.
Tehnički centar za drvo, Zagreb

UDK 658.5

Prispjelo: 28. ožujka 1988.
Prihvaćeno: 13. travnja 1988.

Prethodno priopćenje

Sažetak

Ovaj rad je nastavak prikaza kibernetičkih oblika sistema upravljanja, a težište je dano na II. oblik kibernetičkog oblika, koji je obrađen i prikazan u dvije varijacije.

Iznesena koncepcija rezultat je uske suradnje sa sličnim institucijama u industrijski razvijenim zemljama kao i dugogodišnjeg vlastitog istraživanja na ovom području.

Projektiranje drugog kibernetičkog oblika (varijacija 1) izvršena je za jednu tvornicu kuhinjskog namještaja, ali poradi smanjenja investicija nije provedeno.

Primjena varijacije 2. drugog kibernetičkog oblika sistema upravljanja omogućila bi maksimalnu fleksibilnost i maksimalno uklapanje na međunarodnom tržištu finalnih proizvoda.

Ključne riječi: Kibernetički oblik sistema upravljanja, elektroničko računalo, ORGWARE, HARDWARE, LIFEWARE, SOFTWARE, elektronsko upravljanje procesom proizvodnje.

Summary

This study is a continuation of a previous review of cybernetic control systems with a focus on the method II of the cybernetic system, prepared and shown in two variations.

The conception presented is the result of a close collaboration with similar institutions in industrially developed countries and the researches in this field carried out for many years in this country.

The method II of the cybernetic system (variation 1) has been designed for a kitchen furniture factory, however because of cut down investments has not been carried out.

Application of variation 2 of the cybernetic control system would enable a maximum flexibility and maximum fitting into the international finished product market.

Key words: Cybernetic control system — computer — orgware — hardware — lifeware — software — electronic control of production process

PREDGOVOR

U broju 3—4/1988. »Drvne industrije« prikazani su oblici sistema upravljanja (nekibernetički i kibernetički) i detaljna obrada I. kibernetičkog oblika sistema upravljanja u dvije varijacije.

U ovom prikazu obradit će se II. oblik kibernetičkog sistema upravljanja sa završnim razmatranjem.

3.2.2. *Kibernetički oblik sistema upravljanja proizvodnjom kuhinjskog namještaja s vratima od masivnog drva uz podršku elektroničkog računala i elektroničko upravljanje dijelom procesa proizvodnje. Varijacija 1.*

Ovaj, u sistematizaciji IV. oblik, a od kibernetičkih oblika sistematiziran kao II. oblik, upravo postaje željeno stanje i u industrijski razvijenim zemljama. Nakon iznošenja oblika sistema upravljanja na Svjetskom kongresu šumarstva i drvne industrije IUFRO 1986. godine u Ljubljani, ovaj oblik sistema upravljanja izazvao je široku diskusiju, i to kod predstavnika industrijski razvijenih zemalja.

Dok je prvi kibernetički sistem uveden u proizvodnji u SRH, dotle za drugi možemo reći da je izvršeno samo projektiranje, ali nije i provedeno. Osnovne prednosti drugog kibernetičkog oblika ispred prvog sastoje se u sljedećem:

* Rad je izrađen u okviru projekta 4: »ISTRAŽIVANJE, OPTIMIZACIJA I RAZVOJ NOVIH METODA UPRAVLJANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI«, koji vodi Zavod za istraživanja u drvnoj industriji Šumarskog fakulteta u Zagrebu, a financiraju ga SIZ znanosti SR Hrvatske i P. Z. »Exportdrvo« — Zagreb

— u proizvodnji kuhinjskog namještaja moguće je postizanje oko 60 do 120 tipova vrata s 2—3 korpusa (razlika samo u površinskoj obradi);

— skladište sklopova postoji, a predmontaža je iza skladišta sklopova;

— smanjuje se broj sklopova u skladištu sklopova;

— pruža široke komparativne mogućnosti u proizvodnji sklopova, ali samo s partnerom koji je na istom ili sličnom organizacijskom nivou;

— neophodna je elektronička linija predmontaže-montaže, a u strojnoj obradi poželjno što više strojeva s elektroničkim upravljanjem;

— nema skladišta gotovih proizvoda, montira se samo dnevna otprema, a utovar u kamion vrši se prema redoslijedu izvršenja, tj. prema redoslijedu obilazaka kupaca;

— protočno vrijeme do skladišta sklopova je kraće, a strogo kontrolirano i minimalno od skladišta sklopova do utovara u kamion;

— kamate na obrtna sredstva, tj. ukupno angažirana obrtna sredstva su niža nego u prethodnom, tj. prvom obliku sistema upravljanja;

— strojna obrada masiva zahtijeva strojeve sa CNC uređajem;

— moguć vrlo širok asortiman vrata iz masivnog drva s dnevnom proizvodnjom ugovorenih i prodanih tipova;

— neophodno elektroničko računalo s većim brojem ekranskih terminala i nekoliko štampača;

— zahtijeva vrlo visok nivo tehničke kontrole i održavanja strojeva i uređaja.

Podjela na podsisteme ista je kao i u I. obliku, a kibernetički krugovi vidljivi su iz priloženog blok-dijagrama oblika sistema,

U proizvodnji vrata od masivnog drva tehnološki proces do skladišta iskrojenih i osušenih elemenata masiva je u potpunosti identičan. Na osnovi narudžbi kupaca, tipova vrata i termina otpreme, priprema proizvodnje izdaje »dnevni R.N. za proizvodnju vrata« za sve tipove koje je potrebno idući dan otpremiti, neovisno o broju komada.

Strojna obrada zahtijeva elektronički programirane strojeve. Završeni sklopovi vrata ili odmah prelaze u površinsku obradu ili se odlažu samo do slijedeće smjene.

Elektronički upravljana predmontaža tj. ugradnja okova i pakovanje garantiraju minimalno protočno vrijeme tj. otpremu u istom danu. Vrata od masivnog drva odlaze ili direktno na tržište ili u odjel montaže kuhinjskog namještaja.

U proizvodnji kuhinjskog namještaja tehnološki proces je gotovo isti do skladišta sklopova. Svedeno je da li sklop dolazi od kooperanta ili iz vlastite proizvodnje, bitno je da je na vrijeme stigao u skladište sklopova, koje se vodi po sistemu minimaks zaliha.

U skladištu sklopova su nebušeni sklopovi. Na osnovi narudžbe kupaca i termina otpreme, a što se očita na ekranskom terminalu, priprema proizvodnje izdaje dnevne radne naloge za sve artikle koje je potrebno u određenom danu montirati i otpremiti. Na štampaču elektroničkog računala izlistaju se podaci o artiklima i svim sklopovima kao i o šifriranju elektroničke linije predmontaže i montaže. Nije bitan broj komada. Moguće je montirati i samo jedan komad određenog proizvoda, tj. gornjeg ili donjeg ormarića.

Radni nalog koji će se idući dan montirati dan ranije dolazi u skladište sklopova. Radnici u skladištu kompletiraju sklopove prema radnom nalogu za beskonačnu traku koja ide do stroja sa elektroničkim programiranjem bušenja i ukopavanja okova, i to onim redoslijedom kako će ulaziti u kamion za otpremu.

Radnik (tehničar) na elektroničkoj liniji predmontaže također ima dokumentaciju, preuzima s trake sklopove i uključuje potreban program za bušenje rupa i ukopavanje okova, tj. moždanika. Ova operacija može se izvršiti za jedan ili veći broj komada istog artikla, tj. prema potrebi tržišta. Montirani i upakovani artikli odlaze u prostor gdje se slažu u kamion za otpremu.

Sve promjene stanja u skladištu sklopova unose se nekoliko puta dnevno u ekranski terminal kako bi upravljačko tijelo, priprema proizvodnje, bila informirana o stanju i potrebi izdavanja novih radnih naloga za proizvodnju sklopova.

Ovaj drugi oblik sistema upravljanja varijacije 1. zahtijeva dobru informiranost, koju nije moguće postići bez elektroničkog računala, sinhronizirani rad prodaje i nabave s proizvodnjom i mogućnost otpreme dnevne proizvodnje. U slučaju stagnacije na tržištu, ovaj poremećaj se može anulirati ili zastojem u proizvodnji ili rješavanjem prostora za uskladištenje gotovih proizvoda.

3.2.2.1. II. oblik — varijacija 2

U okviru prikazanog oblika sistema upravljanja moguća je varijacija 2. koja je dalji korak naprijed u organiziranosti procesa proizvodnje i poslovanja.

Koliko je varijacija 2. drugog oblika sistema upravljanja još »željeno stanje« i u industrijski razvijenim zemljama, pokazuje činjenica (prema posljednjim informacijama) da u Evropi postoje svega nekoliko tvornica namještaja koje se nalaze na tom nivou.

Razlika između varijacije 1. i varijacije 2. u drugom kibernetičkom obliku sistema upravljanja je velika. Osnovne karakteristike su:

— u pločastom dijelu nema skladišta sklopova kao međufaznog skladišta;

— radni nalog je od početka proizvodnje do montaže i pakovanja jedan;

- moguće su vrlo male serije koje se približavaju u maksimalnom obliku zahtjevima tržišta;
- smanjuje se zahtjev za standardiziranošću sklopova, te povećava proizvodni program;
- moguća je proizvodnja samo artikala koji su uključeni u proizvodni program;
- zahtijeva veću angažiranost i sinhroniziranost upravljačkih funkcija prodaje, pripreme i nabave;
- zahtijeva maksimalnu elektroniku na strojevima, tj. minimalno vrijeme za podešavanje strojeva;
- zahtijeva maksimalnu, tj. u momentu izvršenja povratnu informaciju o radu i proizvodnji pojedinih dijelova proizvodnje;
- zahtijeva veći broj ekranskih terminala, tj. po jedan u svakoj proizvodnoj jedinici;
- zahtijeva maksimalnu sinhroniziranost prodaje, nabave i pripreme proizvodnje;
- prodaja imade zadatak da organizira dnevnu otpremu za poznatog kupca;
- priprema proizvodnje ima zadatak da osigura podatke za sve datoteke u pogledu novih dijelova proizvodnog programa, kao i nadopunu programa sa strojevima s elektroničkim upravljanjem.

Sistem upravljanja dijeli se na podsisteme kao i u varijaciji 1. S obzirom da su bitne samo razlike između varijacije 1. i 2. ovog, tj. drugog kibernetičkog oblika sistema upravljanja, nije potrebno analizirati svaki podsistem za sebe, tj. ponavljati poznate postavke, nego izvršiti samo komparativni prikaz, a što je uočljivo iz prikazanog blok dijagrama oblika sistema (II. oblik — varijacija 2).

Najveća prednost ove varijacije je konstatacija da u pločastom dijelu nema skladišta sklopova, tj. proizvodnja nije podijeljena međufaznim skladištem sklopova na dva dijela. Ovakvom organizacijskom postavkom smanjuju se troškovi obrtnog kapitala za vrijednost konstantno potrebnih sklopova na skladištu.

Druga prednost je proširenje proizvodnog programa (u odnosu na varijaciju 1) i približavanje proizvodnje po nalogu, ali u okviru proizvodnog programa. A to je moguće samo u 2. varijaciji II. oblika sistema upravljanja.

Osnovni zadatak je smanjenje protočnog vremena kroz proizvodnju T_d , tj. vremena od početka proizvodnje (krojenje ploča) do završetka proizvodnje (pakovanja).

Vrijeme otpreme T_0 je vrijeme između narudžbe i otpreme. Relacija između T_0 i T_d je važno pitanje. Ako je vrijeme otpreme kraće od vremena ciklusa, tj. protočnog vremena, kroz proizvodnju nije moguće proizvesti robu prema zahtjevu naručioca. Da bi se moglo udovoljiti zahtjevima naručioca, proizvodnja se mora započeti unaprijed i sklopove uskladištiti u skladište sklopova na pogodnom mjestu u procesu proizvodnje. U tom je slučaju protočno vrijeme interesantno za otpremu samo nekoliko sati do jedan dan, a vri-

jeme otpreme je uvijek dulje. Ovo je princip prvog oblika sistema upravljanja varijacije 1 i 2 i drugog oblika varijacije 1.

Da bi se zadovoljile želje naručioca, i to gotovo u komadnoj isporuci u pogledu roka otpreme, a bez skladišta sklopova, utrošeno vrijeme za proizvodnju (T_d) mora biti kraće od željenog vremena za otpremu.

$$T_d < T_0$$

Postizanje ovakvog željenog stanja zahtijeva racionalizaciju tehnološkog procesa, visoki stupanj pripreme elektronike na strojevima u proizvodnji, te lansiranjem kapaciteta i sinhronizacije smanjiti vrijeme ciklusa na jednu ili dvije petine.

Vrijeme operacije, tj. protočno vrijeme, povećava se skladištenjem elemenata-sklopova na radnom mjestu kod svake operacije. Radnik smije na radnom mjestu imati samo dvije palete; onu s koje ulaže i na koju odlaže (ako nije elektroničko), druge palete moraju biti na drugim mjestima. Primjenom elektroničkih linija s elektroničkim programiranjem, više se operacija spaja u jednu.

Maksimalna organizacija radnog mjesta s primjenom elektronike može protočno vrijeme skratiti na 1/150 do 1/50 u odnosu na prvotno.

Nije slučajno da se na sajmu opreme u Hannoveru sve više uočavaju inovirane tehnološke linije s primjenom elektronike.

Svakako da je ovaj oblik, tj. varijacija 2, najviši oblik sistema upravljanja koji može biti željeno stanje, ali zahtijeva velike predradnje na organizacionom nivou kao i velika investicijska ulaganja. I u ovoj varijaciji drugog oblika sistema upravljanja moguća je primjena visoke kooperacije, ali koperant mora biti na istom ili na višem organizacijskom nivou.

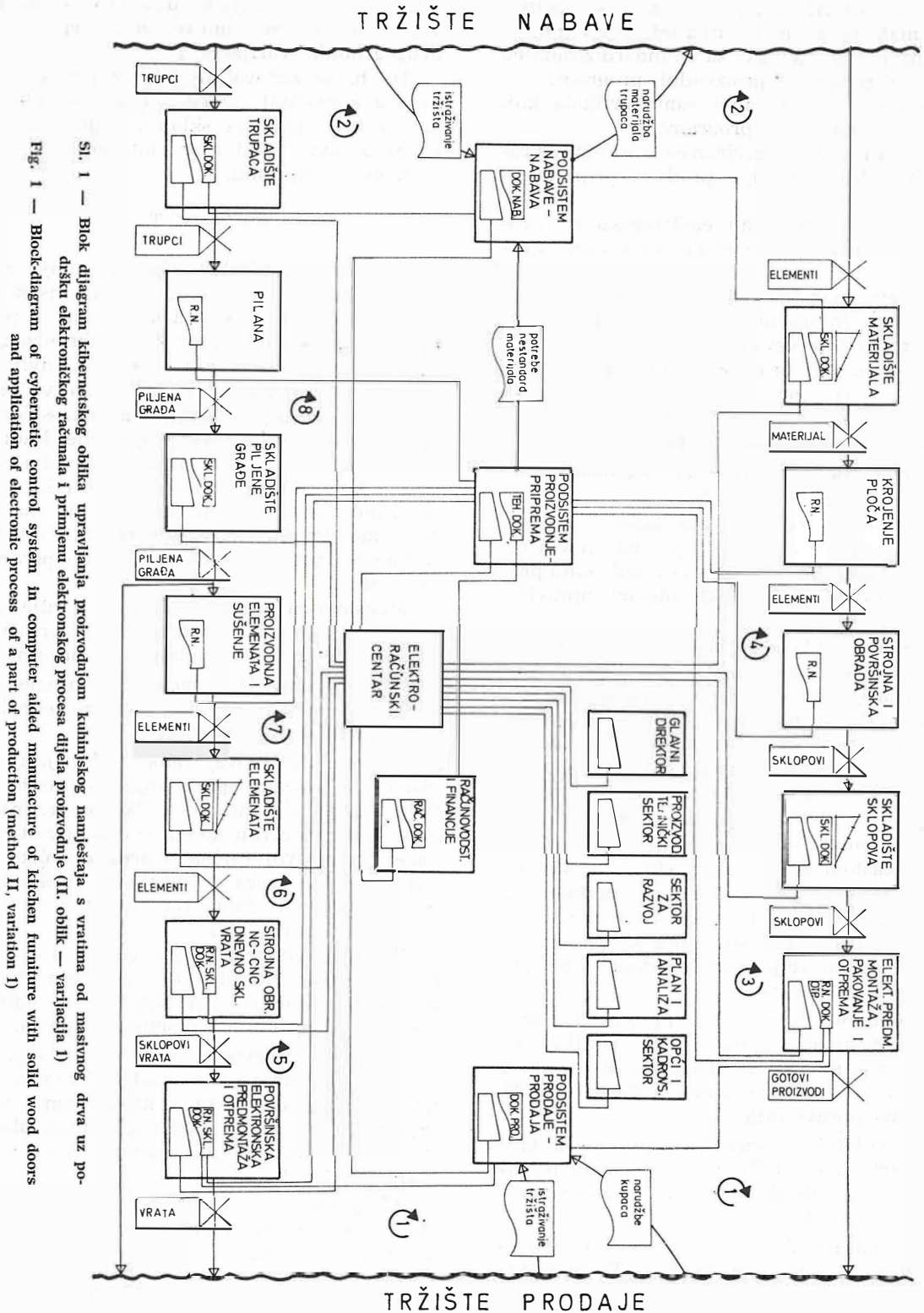
Primjena elektroničkog računala u ovoj varijaciji mora biti maksimalna. Operativno terminiranje preko računala, a ne upravljačke odluke, donose se na osnovu informacije s računala.

Priprema proizvodnje mora posjedovati više ekranskih terminala (oko 5—10). Prodaja mora imati terminalsku vezu s naručiocima, tako da, primitkom narudžbe, podatak odmah ulazi u sistem računala, te da je dostupan i ostalim upravljačkim funkcijama.

Za vjerovati je da će druga varijacija drugog oblika sistema upravljanja još dugo ostati za naše tvornice namještaja samo kao »poželjno stanje«.

4. DISKUSIJA

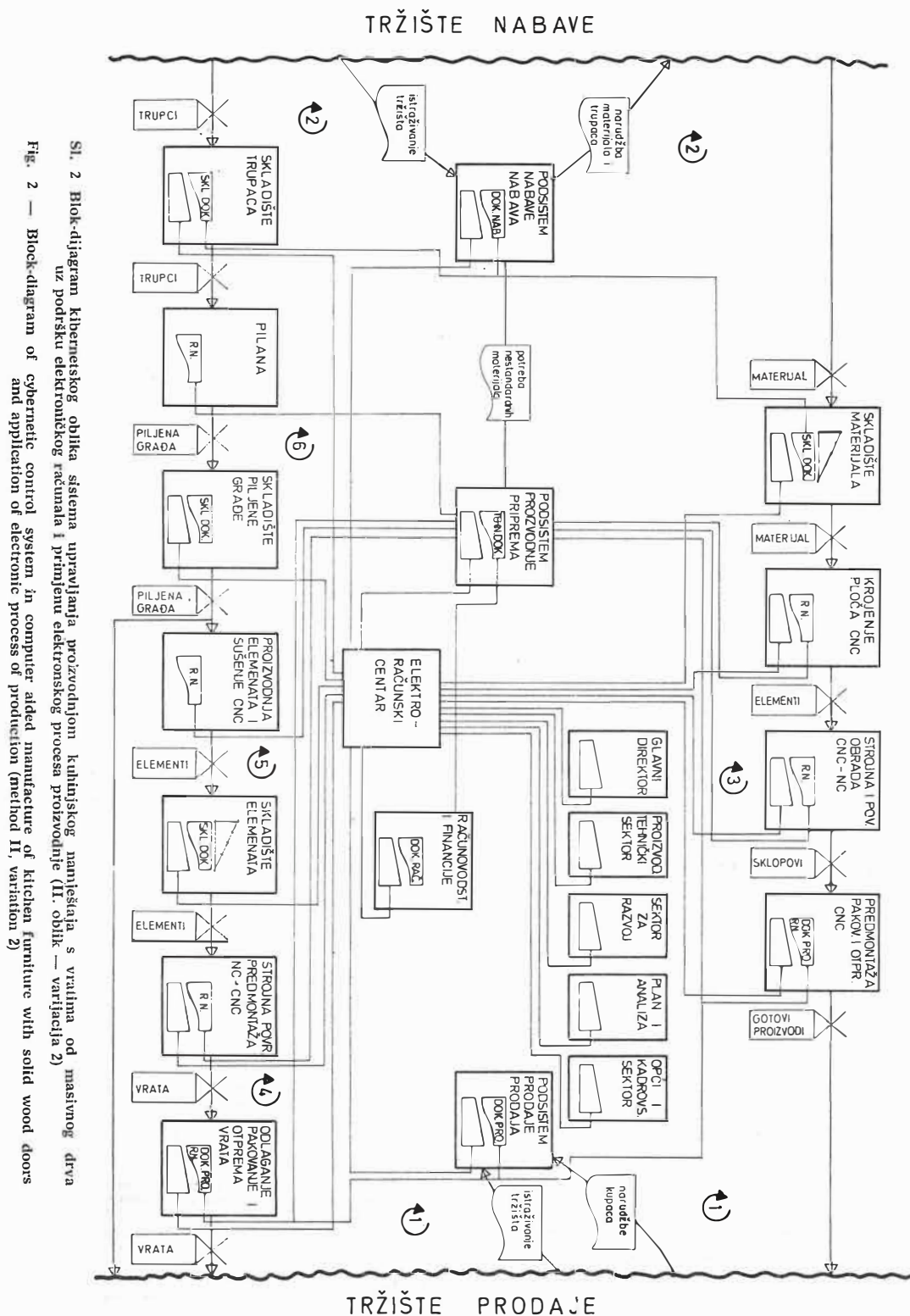
Bitan element u sistemu upravljanja je operativno terminiranje. Istraživanje je pokazalo, što je viši oblik sistema upravljanja, operativno terminiranje je jednostavnije. Primjena gantogramskih prikaza terminiranja radnih operacija u po-



Sl. 1 — Blok diagram kibernetičkog oblika upravljanja proizvodnjom kuhinjskog namještaja s vratima od masivnog drva uz potražuju elektroničkog računala i primjenu elektroničkog procesa dijela proizvodnje (II. oblik — varijacija 1) and application of electronic process of a part of production (method II, variation 1)

jedinim odjelima može još doći do izražaja u I. kibernetičkom obliku sistema upravljanja, naročito u varijaciji 2. Ovo terminiranje, tabelarno i grafički, vrši se uz pomoć elektroničkog računala. Kako se govori o operativnom terminiranju, onda je problem samo od početka proizvodnje do skladišta sklopova. Od skladišta sklopova do go-

tovog proizvoda protočno vrijeme je tako malo, odnosno radni nalog traje kraće od jednog dana, odnosno jedne smjene, tako da ne dolazi u obzir nikakvo operativno terminiranje. Količina artikala u radnom nalogu za svaki dan usklađena je s mogućnostima proizvodnje. Normalno je da je kod uvođenja višeg oblika sistema upravljanja zaga-



Sl. 2 Blok-diagram kibernetičkog oblika sistema upravljanja proizvodnjom kuhinjskog namještaja s vratima od masivnog drva uz podršku elektroničkog računala i primjenu elektroničkog procesa proizvodnje (II. oblik - varijacija 2)

Fig. 2 — Block-diagram of cybernetic control system in computer aided manufacture of kitchen furniture with solid wood doors and application of electronic in process of production (method II, variation 2)

rantiran konstantan rast neutralnih pokazatelja proizvodnje.

U primjeni II. kibernetičkog oblika sistema upravljanja, a posebno u varijaciji 2, protočno vrijeme kroz proizvodnju je tako maleno, a broj komada je također malen, da nije moguće nikakvo grafičko terminiranje proizvodnje. Šef pripreme,

tj. terminer, kod izdavanja radnih naloga vodi brigu o potrebnom dnevnom kapacitetu koji konstantno dobiva s elektroničkog terminala računala. Prema tome, opterećenje proizvodnje nije nepoznanica i odvija se najnormalnije. Primjena varijacije 2. omogućava maksimalno korištenje proizvodnim kapacitetima uz minimalne napore ope-

rativnog terminiranja. Osnovno pomagalo u operativnom terminiranju, i u ovim višim oblicima sistema upravljanja, je »plan tabla« za razvrstavanje »radnih lista«, i to prema najsitnijim dijelovima proizvodnje, tj. prema radnim skupinama.

Tehnološka dokumentacija je normalna kao i u užim oblicima sistema upravljanja, samo što se štampa na štampaču elektroničkog računala. Što je viši oblik sistema upravljanja, tj. što je kraće protočno vrijeme kroz proizvodnju, sve više dolazi do objedinjavanja radnih operacija u programiranju i praćenju. Pojedine radne skupine imaju točno određene zadatke kao i redosljed izvršenja. Protočno vrijeme kroz proizvodnju kao i vrijeme izvršenja pojedine radne operacije je tako kratko da ga nije potrebno niti moguće registrirati posebnim dokumentima.

Danas, u eri najviših i nenormalnih kamata na obrtni kapital, radne organizacije koje su primijenile barem djelomično viši oblik sistema upravljanja imaju velike koristi. Uštede na kamata su jako velike. Nažalost, nikakvom racionalizacijom rada u proizvodnji ne može se uštediti toliko kapitala koliko se može uštediti na kamata, ako:

— se zaliham materijala upravlja po određenom sistemu i svodi ih se na minimum;

— je protočno vrijeme kroz proizvodnju minimalno, a to znači i nedovršena proizvodnja minimalna;

— skladištem sklopova upravlja se prema sistemu minimaks zaliha, a još racionalnije ako uopće ne postoji;

— ne postoji skladište gotovih proizvoda.

Što je viši željeni oblik sistema upravljanja, potrebne su i sve veće investicije. Osnovna investicija, pa čak i na osnovi zatečenog tehnološkog procesa, je nabavka elektroničkog računala. Razvoj elektronike nalazi se u konstantnom rastu, a cijene u opadanju. Pred više godina preferirali su se veliki sistemi, tj. udruživanje u veće sisteme. Razvoj elektronike pokazuje da su uglavnom prevladali manji sistemi elektroničkih računala s velikim brojem ekranskih terminala, pisača i mogućnosti grafičke obrade.

Približavanjem CAD (Computer Aided Design) i CAM (Computer Aided Manufacturing), tj. postupku projektiranja i proizvodnje podržane računalom (PPPR) približavamo se minimalnim oblicima sistema upravljanja proizvodnje i poslovanja. CAD i CAM tehnologija osnovana je na najsvremenijim spoznajama i dostignućima iz informatike, računarske tehnike, elektronike i elektrotehnike, automatike, robotike, mehanike i ekonomskih znanosti. To je tehnologija koja je utemeljena na znanstvenoj organizaciji rada (na višim oblicima sistema upravljanja), a objedinjuje u jedan kompaktni visokointegralni sistem poslovne funkcije, razvojnu funkciju i proizvodnu funkciju. Glavni cilj koji se postiže uvođenjem ove tehnologije je bitno povećanje produktivnosti rada uz konstantno povećanje kvalitete proizvoda.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad je rezultat dugogodišnjih istraživanja na području upravljanja proizvodnjom i poslovanjem. Konstantna težnja k višem obliku sistema upravljanja potiče na sagledavanja rješavanja ove problematike u industrijski razvijenim zemljama kao i studije pristupa pojedinim elemenata organizacijskih i informacijskih sistema.

Zatečeno stanje oblika sistema upravljanja u drvnoj industriji SRH ne zadovoljava. Nemoguće je postići konkurentnost na inozemnom tržištu zatečenim nivoom organiziranosti. Istraživanje je pokazalo da je neminovan pristup kibernetičkom obliku sistema upravljanja uz podršku elektroničkih računala. Ustanovljeno je da su istražena i za preporučiti su dva oblika sistema upravljanja proizvodnjom i poslovanjem i to:

— I. kibernetički oblik: Kibernetički oblik sistema upravljanja proizvodnjom kuhinjskog namještaja i vrata iz masivnog drva uz podršku elektroničkog računala u dvije varijacije, i

— II. kibernetički oblik: Kibernetički oblik sistema upravljanja proizvodnjom kuhinjskog namještaja i vrata iz masivnog drva uz podršku kibernetičkog računala i primjene elektronički upravljano procesa proizvodnje. Ovaj oblik prikazan je u dvije varijacije, tj. s manjim ili većim zahtjevima za primjenom elektronike u procesu proizvodnje.

Istraženi i ustanovljeni oblici sistema upravljanja samo su podloga, tj. poticaj za daljnji rad na istraživanju funkcionalnih oblika sistema upravljanja u svim dijelovima tehnološkog procesa drvne industrije.

6. LITERATURA

- [1] Benić, R.: Organizacija rada u drvnoj industriji. ZNANJE, Zagreb, 1971.
- [2] Ettinger, Z.: Pristup razvoju proizvoda u proizvodnji namještaja. Drvna industrija, Vol. 33, broj 8—9/1980.
- [3] Ettinger, Z.: Prikaz projektiranih in izvedenih oblika sistema upravljanja u finalni proizvodnji lesne industrije. DIT, Ljubljana, 1984. god.
- [4] Ettinger, Z.: Produktionssteuerungssystem als Orgware im Informationssystem. IUFRO — Ljubljana, 1986. DIVISION 5, str. 407—413. Oxf.: 80—01.
- [5] Ettinger, Z.: Orgware u informacijskom sistemu upravljanja proizvodnjom. 7. međunarodni simpozij CAD—CAM, Zagreb, 1985.
- [6] Fučkar, Z.: Neki elementi teorije sistema koji se koriste prilikom projektiranja optimalnih sistema upravljanja. BILTEN ZIDI, broj 8, 1983. str. 32—53.
- [7] Fučkar, Z.: Jedan od mogućih kibernetičkih sistema upravljanja zaliham u međufaznom skladištu dijelova. »Drvna industrija« broj 11—12, 1987.
- [8] Kovač, J. i Bizjak, F.: Model organizacijskega in ekonomskega projektiranja tehnoloških sistemov. DIT, Ljubljana, 1984. god.
- [9] Rajkov, M.: Elementi teorije sistema. FON, Beograd, 1975. god.
- [10] Schimpfle, V.: Individuelle Fensterfertigung mit industriellen Methoden. Holz-Zentralblatt, Nr. 68, 1986.
- [11] Schimpfle, V.: Die Organisation von gestern für die Fertigung von heute? Holz und Kunststoffverarbeitung, Nr. 2, 1979.
- [12] Chigeo, S.: Nova Japanska proizvodna filozofija. PIS, Beograd, 1985.

Recenzent: prof. dr Mladen Figurić