

INTEGRIRANI PROIZVODNI SISTEMI I ORGANIZACIJA RADA

BOŽO VRANJEŠ

Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Primjena modernih informacionih tehnologija i fleksibilne automatizacije donosi značajne promjene u svijet proizvodnog rada. Tradicionalna proizvodna koncepcija utemeljena na principima velike podjele rada, malog sadržaja rada, velike serije i minimalnog vremena operacije mijenja se primjenom modernih tehnologija u novu proizvodnu koncepciju koja se temelji na maloj podjeli rada, velikom sadržaju rada, maloj seriji i minimalnom vremenu realizacije cjelokupnog proizvodnog zadatka.

U radu je analiziran utjecaj primjene modernih tehnologija na proizvodno poduzeće i na obim i sadržaj rada zaposlenih u metaloprerađivačkoj industriji. Rezultat analize sažeto glasi:

1. Integrirani proizvodni sistem nužno je podijeliti u više, po mogućnosti nezavisnih, podsistema da bi se osigurala visoka raspoloživost sistema.
2. Integracija zadataka i funkcija potrebna je zbog smanjenja organizacijskog troška, povećanja kvalitete i skraćanja ciklusa izrade proizvoda.
3. Obim i složenost pripremnih djelatnosti u sistemu će rasti zbog dinamičkog utjecaja tržišta i potrebe detaljnog planiranja procesa.
4. Organizaciona struktura poduzeća bit će usklađena sa strukturom računala i organizacijom procesa i izgleda da će imati manji broj hijerarhijskih nivoa u odnosu na tradicionalnu organizaciju.
5. Broj radnih mjesta u proizvodnom procesu će se smanjiti, ali će se povećati sigurnost za preostala radna mjesta.
6. Čovjek i stroj prestaju biti relevantna jedinica kapaciteta, jer se čovjek oslobađa izvođenja procesa.
7. Garancija za veliku produktivnost i fleksibilnost sistema trebala bi biti visoka kvalifikacija zaposlenih, njihova polivalentnost i grupni rad.
8. Djelatnost zaposlenih ljudi i organizacija njihovog rada ovise o tehničkim mogućnostima sistema. One su kod integriranih sistema vrlo velike, te se pruža

mogućnost inženjerima, psiholozima i sociolozima da u okviru tehničkih datosti u interdisciplinarnom radu oblikuju takav sadržaj i obim rada koji će biti primjeren čovjeku.

Dakle, u odnosu na tradicionalnu proizvodnju dogodit će se velike promjene. No, na promjene se mora biti spreman u cilju općeg napretka društva.

Budućnost proizvodnog poduzeća ovisi o njegovoj kompetitivnoj sposobnosti na tržištu. Da bi se ona održala, i na taj način osigurala egzistencija i razvoj poduzeća, potrebno je stalno udovoljavati zahtjevima tržišta. A oni su se značajno promijenili u odnosu na sedamdesete godine. Masovna potrošnja unificiranih proizvoda, koja se nekad smatrala vrlinom otvorenog ekonomskog društva, poprimila je, prije nekoliko godina, karakter pojedinačne potrošnje koja je povezana sa specifičnim zahtjevima kupaca. Pored toga, tehničkim inovacijama stalno se poboljšavaju funkcionalne sposobnosti postojećih proizvoda. To utječe na skraćenje njihovog tržišnog vijeka. Zahtijeva se stalna i visoka kvaliteta proizvoda, efikasno održavanje, kratak i garantiran rok isporuke uz konkurentnu cijenu proizvoda. Ukratko, treba proizvoditi prema željama kupaca, visoko funkcionalne i kvalitetne proizvode, uz visoku produktivnost rada i niske troškove proizvodnje. To je strateški cilj svakog proizvodnog poduzeća. On se u ovim, opisanim uvjetima, može postići fleksibilnom automatizacijom i integracijom proizvodnog sistema.

Fleksibilnost je nužna radi zadovoljenja različitih želja kupaca, ali i radi postizanja visoke produktivnosti rada, a možemo je definirati kao sposobnost proizvodnog sistema da izvrši različite, unaprijed definirane proizvodne zadatke a da se sistem ne mijenja u njegovoj osnovnoj koncepciji. Koncepcija sistema je definirana vrstom, brojem i povezanošću komponenta sistema.

Za sistem se može definirati više vrsta fleksibilnosti. Pod **upotrebom** fleksibilnošću (programskom fleksibilnošću) podrazumijeva se mogućnost da se unaprijed definirani skup radnih komada može obraditi u proizvoljnom redosljedu. Fleksibilnost **prilagodavanja** je svojstvo sistema da se, uz male roškove pripreme, može prilagoditi na nove radne komade i proizvodne postupke. Fleksibilnost u odnosu na **broj komada**, odnosno na proizvodne količine, jest sposobnost ekonomične proizvodnje radnih komada u različitom broju komada, a fleksibilnost **integracije** ukazuje na mogućnost spajanja s drugim modulima ili sistemima. Općenito, povećana fleksibilnost sistema uzrokuje i veće investicione troškove, pa se iz ekonomskih razloga, a s obzirom na očekivane zadatke, definira potrebna fleksibilnost sistema.

Automatizacija proizvodnog procesa izvodi se s ciljem oslobođenja čovjeka od učestvovanja u procesu, a njome se označava da se pojedinačni postupci ili kompleksni procesi izvode djelomično ili potpuno automatski uz pomoć određenog programa. Izbor stupnja automatizacije sistema bitno ovisi o spektru i broju radnih komada koje treba u sistemu izraditi ili montirati. Pod stupnjem automatizacije proizvodnog sistema podrazumijeva se kvocijent automatski izvedenih operacija, i ukunpog broja operacija koje se izvršavaju u sistemu. Velika fleksibilnost sistema (npr. vrlo širok spektar radnih komada)

u pravilu ograničava stupanj automatizacije koji je potrebno pravilno definirati ako se želi ostvariti ekonomična proizvodnja. To znači da će usprkos tehničkim mogućnostima i u budućnosti biti proizvodnih sistema koje neće biti ekonomski opravdano potpuno automatizirati. Takvi sistemi će biti samo visoko automatizirani (1).

Integracija je usmjerena na optimalno informaciono-tehničko povezivanje i međusobno djelovanje svih funkcionalnih područja sistema. Dok se ranije težilo optimiranju pojedinačnih funkcija, danas se teži optimiranju cjelovite funkcije orijentirane na određeni zadatak. Integraciju pojedinačno automatiziranih sistema omogućava računalo. Integrirani sistemi uz pomoć računala označavaju se kao CIM (Computer Integrated Manufacturing). To je koncept koji omogućava tok informacija uz pomoć računala u svim područjima poduzeća koja su povezana s izradom i montažom proizvoda. Pojedinačni informacijski sistemi koji su sastavni dio CIM-a označuju se kraticama koje imaju osnovu u CA (Computer Aided), dok dodatne oznake pobliže označuju područje na koje se odnosi kratica. CIM još ne predstavlja realnost nego strategiju kod izbora i primjene računala, s obzirom na mogućnost njihove integracije. Međusobno povezivanje pojedinih sistema predstavlja vrlo složen zadatak, i to prvenstveno zbog nedovoljne standardizacije postojećeg hardvera i softvera. Zbog toga se informaciono-tehnička integracija cjelokupnih proizvodnih aktivnosti nalazi još u ranoj razvojnoj fazi. Pojedinačna rješenja integracije nekih sistema danas su već realizirana i u literaturi opisana (2, 3). Realizacijom koncepta CIM tek će se iskoristiti sve mogućnosti moderne informacione tehnologije.

Fleksibilna automatizacija proizvodnih uređaja i informaciono-tehnička integracija uz pomoć računala donosi slijedeće prednosti:

- značajno se skraćuje vrijeme razvoja proizvoda bržom i kvalitetnijom obradom informacija u pripremnim odjelima (CAD/CAP);

- stvara se humaniji svijet rada, jer se čovjek odvađa iz proizvodnog procesa i takta stroja;

- povećava se produktivnost rada zbog bržeg prilagođavanja na promjenjive proizvodne zadatke;

- povećava se kvaliteta proizvoda, jer se proces planira, upravlja, nadzire i kontrolira uz pomoć računala, koje nije podložno oscilacijama kao čovjek-poslužilac;

- povećava se vremensko iskorištenje sredstava za proizvodnju, jer se može uz ostalo raditi u trećoj smjeni i za vrijeme praznika;

- olakšava se kooperacija i koordinacija između stručnih odjela i u slučaju da je ostvarena samo djelomična integracija funkcija;

- tok informacija je protočan, pregledan i bez redundancije podataka.

Iz navedenog očigledno proizlazi da fleksibilno automatizirana i integrirana proizvodnja ispunjava ranije navedeni strateški cilj svakog proizvodnog poduzeća i da postaje ekonomska nužnost današnjice. Uz ovu konstataciju potrebno je naglasiti da stupanj automatizacije i integracije sistema prvenstveno ipak mora biti u funkciji ekonomične proizvodnje i postavljenih društvenih ciljeva.

Komponente za realizaciju koncepta amortizacije i integracije

Proces izrade nekog proizvoda počinje u pripremi proizvodnje u kojoj se pripremaju svi podaci i informacije koje su potrebne za proizvodno-tehničku realizaciju proizvoda.

Prolazna točka je priprema konstruktivnih podataka na CAD sistemu. Na njemu se izvode sve konstruktivne djelatnosti: definiranje, koncipiranje, projektiranje, razrada i proačun konstrukcije proizvoda. Rezultati rada se daju u obliku crteža, sastavnica i matičnih podataka na periferijskim uređajima (ploteru, printeru) CAD sistema ili se pohranjuju u bazi podataka u slučaju integriranog sistema. Na osnovi ovih podataka u tehnološkoj se pripremi proizvodnje postavljaju planovi izrade dijelova i montaže. Postavljeni planovi predstavljaju zamišljeni model odvijanja izradbenog ili montažnog procesa. Kod izrade ovih planova određuje se: oblik, dimenzije i težina priprema ili ugradbeni elementi ako se radi o montaži, odabiru se prikladni postupci izrade (montaže), određuju se redoslijed njihovog izvođenja i potrebni strojevi i radna mjesta. Za izvođenje svake operacije navode se potrebni alati i naprave, definiraju se režimi obrade i proračunavaju potrebna vremena.

Ako se operacije izrade i/ili montaže i/ili ispitivanja izvode na numerički upravljanim strojevima (NC — Numerical Control) potrebno je pripremiti upravljačke informacije u obliku NC-programa. Sve navedene djelatnosti realiziraju se u CAP informacijskom sistemu (3).

Sistem planiranja i upravljanja proizvodnjom PPC (Production Planning Control) inicira, kontrolira i osigurava izvođenje proizvodnih zadataka. Po funkcionalnom području taj sistem se može podijeliti na sistem **planiranja** i sistem **upravljanja**. Sistem planiranja obuhvaća planiranje proizvodnog programa, upravljanje matičnim podacima iz konstrukcije (CAD) i tehnološke pripreme (CAP), planiranje potrebnog materijala, planiranje procesa izrade i montaže. Sistem upravljanja treba osigurati ostvarenje svih planiranih aktivnosti u izradi dijelova i montaži proizvoda.

U izradi dijelova primjenjuju se različiti koncepti fleksibilne automatizacije. Oni se međusobno razlikuju prema funkcijama koje su u sistemu automatizirane. Iz jednog koncepta automatizacije može se preći u drugi dodavanjem ili udaljavanjem sistemskih komponenata. U redoslijedu rastuće kompleksnosti razlikujemo slijedeće automatizirane koncepte za izradu dijelova (4).

- NC, CNC-strojevi,
- obradni centri,
- fleksibilne izradbene ćelije,
- fleksibilne izradbene linije i
- fleksibilni izradbeni sistemi.

Kod NC i CNC strojeva uz pomoć upravljačkih informacija, koje se daju u obliku bušene trake, automatski se upravlja procesom obrade. Razlika između ovih strojeva ogleda se u tome što je kod starog NC-stroja logika upravljanja fiksno ožičena a kod CNC stroja, koji je opremljen računalom, logika

upravljanja se realizira programski. Rukovanje radnim komadima i alatom vrši poslužilac stroja ručno.

Obradni centar je numerički upravljani stroj s automatskom izmjenom alata i eventualno s automatskom promjenom radnih komada. Opremljen je tako da omogućava obradu s više osi kretanja i više obradnih postupaka, najčešće sa: bušenjem, glodanjem, istokarivanjem, rezanjem navoja i razvrtavanjem. Na taj se način omogućava potpuna obrada radnih komada sa složenom geometrijom i smanjuje se potreban broj naprava. Stezanje i otpuštanje radnih komada vrši se ručno za vrijeme glavnog vremena obrade stroja.

Fleksibilna izradbena ćelija ima jedan ili više istovrsnih CNC strojeva, većinom obradnih centara, sa spremnikom radnih komada koji omogućava rad u jednoj ili dvije smjene. Radni komadi, jedan za drugim, kompletno se obrađuju, a izmjenjuju automatski sve dok se svi ne obrade. Uz ovu funkciju automatizirane su funkcije pohranjivanja i rukovanja reznog, mjernog i steznog alata. Automatski se vrši nadzor pomoću kontrola dimenzija i oblika radnog komada i kontrole istrošenosti i vremena postojanosti alata. Upravljanje i koordiniranje svih automatiziranih komponenata sistema, vrši ćeljsko računalo. Ponekad se koristi CNC-upravljanje s internim spremnikom NC-programa za obradu svih predviđenih dijelova. Ova struktura omogućava ekonomičnu izradu u malim serijama uz istodobno odvajanje ljudi od procesa obrade, dakle, od takta stroja, radnog mjesta i radnog vremena. U praksi se razlikuju obradne ćelije za obradu rotaciono-simetričnih i prizmatičnih radnih komada (5).

Fleksibilne izradbene linije primjenjuju se za obradu radnih komada koji imaju visoki stupanj tehnološke sličnosti, a izrađuju se u velikom broju ko- (velike serijske proizvodnje). Prilagodba komponenata sistema kod prelaska na izradu drugog radnog komada uzrokuje zastoj čitave linije. Za obradu se koristi više NC-strojeva koji su međusobno povezani automatskim taktnim transportom prema linijskom principu, bez mogućnosti da se zaobiđu neke obradne stanice. Transportni uređaj u pravilu prolazi kroz radni prostor obradne stanice, i zato je potrebno ujednačavanje taktnih vremena na svim stanicama linije. Između stanica se postavljaju često spremnici da bi se osiguralo njihovo vremensko odvajanje i na taj način spriječio utjecaj smetnji jedne stanice na drugu. Upravljanje obradnim sistemima i sistemom toka materijala (pohranjivanje, transport i rukovanje radnim komadima) je decentralizirano, s integriranim funkcijama nadzora i kontrole procesa.

Fleksibilni izradbeni sistem sastoji se od niza izradbenih uređaja koji su međusobno povezani automatiziranim tokom materijala i tokom informacija. Obradni sistem omogućava automatsku obradu određenog spektra radnih komada u proizvoljnom slijedu. On se sastoji od CNC — alatnih strojeva, spremnika za alat, uređaja za izmjenu alata i steznih sredstava, uređaja za pranje, mjerenje i ispitivanje. NC — upravljačke informacije pohranjuju se ili u memoriji strojeva ili se automatski prenose iz centralne memorije sa DNC (Direct Numerical Control) sistemom na strojeve. Sistem toka materijala omogućava automatsko skladištenje, transport i rukovanje radnim komadima. Transport je slobodan, bez takta, i s mogućnošću povezivanja izradbenih uređaja. Informacioni sistem preuzima sve funkcije koje su potrebne za automatsko upravljanje i kontrolu procesa. Djelatnosti poslužioca sistema

ograničene su na pripremne radove: stezanje radnih komada i magaziniranje alata i na kontrolu i nadzor izradbenih procesa.

Koncept fleksibilne automatizacije u montaži razvijeni su tek prije nekoliko godina i mogu se svesti na:

- fleksibilne montažne ćelije i
- fleksibilne montažne sisteme.

Fleksibilna montažna ćelija ili montažna stanica je montažni uređaj koji automatski radi. On je u mogućnosti da izvede određeni broj operacija unutar predmontaže ili završne montaže proizvoda i može ga se u relativno kratkom vremenu (od nekoliko minuta do nekoliko sati) pripremiti za sklapanje nekog drugog proizvoda. Sastoji se iz jednog ili više industrijskih robota i/ili uređaja za sklapanje, uređaja za mjerenje i kontrolu, alata i hvataljki, montažnih naprava i drugih, za izvođenje zadataka potrebnih perifernih uređaja, kao npr. magazina, paleta, vibracionih dodavača itd.

Fleksibilni montažni sistem sastoji se od više automatiziranih montažnih stanica, fleksibilnih montažnih ćelija koje su međusobno povezane automatskim transportnim sistemom. Povezivanje montažnih stanica je potrebno:

- ako je kompleksnost montažnog zadatka takva da se zadatak ne može izvesti na jednoj montažnoj stanici, ili
- ako montažno-tehnički uvjeti zahtijevaju podjelu na više radnih stanica.

Za upravljanje fleksibilnim montažnim ćelijama i sistemima koristi se CNC — multiprocesorsko upravljanje. U potpuno automatiziranom sistemu, djelatnosti se ljudi svode na pripremu uređaja kod prelaska na novi proizvod/varijantu proizvoda, nadzor i kontrolu procesa i otklanjanju eventualnih poremećaja u radu sistema.

Primjena u praksi

Početak fleksibilne automatizacije i nezadrživi ulaz elektronike u proizvodnu tehniku otpočeo je šezdesetih godina primjenom NC — strojeva za obradu odvajanjem čestica. Trend rasta primjene ove tehnologije vidi se iz podataka o primjeni NC-strojeva u industriji SR Njemačke. U ovoj visoko razvijenoj zapadnoj zemlji 1975. godine udio NC-strojeva u odnosu na ukupan broj alatnih strojeva iznosio je oko 1% (6), u 1980. godini iznosio je 2,2%, a u 1985. taj se udio povećao na 5,7% (1). Iako se radi o prosječnim podacima koji, na primjer, ne vrijede za njemačku automobilsku industriju koja raspolaže stupnjem automatizacije u izradi dijelova s oko 90% (7), može se ipak zaključiti da će se u budućnosti sve više koristiti različiti uređaji s NC-upravljanjem, ali i da u postojećim proizvodnim pogonima za izradu dijelova u strojogradovnoj industriji ima 90% konvencionalnih strojeva.

Glavni razlog za relativno skroman udio NC-strojeva u industriji SR Njemačke je njihov mali broj u malim i srednjim pogonima. A tih pogona ima najviše.¹ Uzroci zbog kojih su ovi pogoni malo koristili NC-tehnologiju izgleda

¹ U SR Njemačkoj je 1986. godine bilo ukupno 5260 pogona, od toga 4114 malih pogona (20 do 199 zaposlenih), 713 srednjih pogona (200 do 499 zaposlenih) i 433 velika pogona (500 i više zaposlenih) (8).

da su uzrokovani nemogućnošću potpunog iskorištenja strojeva i nedostatkom potrebnih investicionih sredstava za njihovu nabavu. Pored toga, samo uvođenje pojedinačnih NC-strojeva, tzv. »otoka automatizacije«, ne daje očekivano povećanje produktivnosti, skraćenje ciklusa proizvodnje i smanjivanje zaliha.

Broj instaliranih fleksibilnih izradbenih sistema u svijetu iznosi nekoliko stotina.² Stupanj integracije svih sistema još je relativno nizak.

Stupanj automatizacije montažnih procesa u odnosu na proces izrade dijelova izrazito je manji, što se vidi iz slijedećih podataka: u završnoj montaži zapadnonjemačke automobilske industrije rad je automatiziran između 5 i 10%. Samo već legendarna montaža VW — Golfa, koja se širom svijeta uzima kao primjer, ima rad u montaži automatiziran od 25 do 30% (7).

Montažni procesi su manje automatizirani, jer za vrijeme procesa montaže treba izvoditi veliki broj složenih i različitih funkcija; proizvodi ne zadovoljavaju principe montažno-tehnološke konstrukcije, a montažu i najkompliciranijih proizvoda može obaviti čovjek relativno jednostavnim i jeftinim pomoćnim sredstvima.

CA-informacioni sistem u pripremnim odjelima koriste se s uspjehom. Međutim, njihovo međusobno povezivanje nije ni jednostavno ni lagano. Zbog toga je i realiziran vrlo mali broj integriranih sistema. Međusobno povezanih CAD/CAP sistema i CAD/PPC sistema ima oko 1% od ukupnog broja implementiranih CAD sistema (9).

Instalirani fleksibilni i integrirani izradbeni sistemi pokrivaju uglavnom postupke obrade odvajanjem čestica, postupke obrade lima i neke postupke obrade plastičnih masa. Problem integracije ostalih proizvodnih postupaka još je u fazi istraživanja.

Na osnovi ove analize može se zaključiti da, barem u bližnoj budućnosti, ne treba očekivati potpunu automatizaciju i integraciju svih proizvodnih postupaka i procesa. To znači da će uz fleksibilno automatizirane sisteme i uređaje morati postojati još neko vrijeme i klasični strojevi i uređaji koje će posluživati ljudi.

Očekivane promjene

Promjene koje će se dogoditi u proizvodnim poduzećima primjenom informacione tehnike i fleksibilne automatizacije u ovom trenutku ne mogu se detaljno i uopćeno opisati, već i zbog toga, jer će one — uz ostalo — ovisiti i o specifičnostima samog poduzeća. Ipak, na osnovi dosadašnjeg iskustva i provedenih istraživanja, moguće će izvesti naznake budućih promjena. One će biti značajne u odnosu na tradicionalnu proizvodnju.

Prva naznaka odnosi se na **tehničko i informaciono strukturiranje** proizvodnog sistema. Fleksibilno automatizirani i integrirani proizvodni uređaji vrlo su kompleksni i skupi. Da bi bili ekonomično primijenjeni, treba ih optimalno iskoristiti u sve tri smjene. Integracijom takvih proizvodnih uređaja raste kompleksnost sistema i javlja se opasnost zastoja sistema, što je suprotno naznačenom zahtjevu. Ovo se da vrlo jednostavno dokazati. Naime, ako se uzme

² Prema (5) u 1984. godini bila su instalirana u svijetu ukupno 162 fleksibilna izradbena sistema.

da pojedinačna komponenta sistema ima srednju tehničku raspoloživost³ 90% (npr. alatni stroj), i da je ona serijski povezana s još dvije komponente koje imaju istu srednju tehničku raspoloživost (npr. sistemi rukovanja alatom i sistemi rukovanja radnim komadima) smanjuje se ukupna srednja tehnička raspoloživost sistema na 73%. Ukupna raspoloživost dobiva se kod serijskog spajanja umnoškom pojedinačnih raspoloživosti.

Povećanje ukupne raspoloživosti sistema može se postići na različite načine: poboljšanjem pouzdanosti komponenata sistema, minimiranjem vremena trajanja zastoja efikasnom organizacijom održavanja, ili smanjenjem kompleksnosti sistema.

Posljednja mjera ukazuje da je integrirani sistem nužno podijeliti u više nezavisnih podsistema, da bi se osigurala veća pogonska sigurnost. Naime, kod zastoja jednog podsistema, ostali podsistemi mogu neometano nastaviti raditi. Osim toga, struktura sistema oblikovana po ovome principu pruža veću fleksibilnost i preglednost u odnosu na nepodijeljenu strukturu.

U prelaznom periodu, dok se potpuno ne automatizira proces, isti se princip može primijeniti i u sistemu koji raspolaže konvencionalnim i NC/CNC-strojevima. Takav primjer izložen je u (10). Oblikovana je autonomna radna grupa za izradu malih rotacionih dijelova i nazvana autonomnim izradbenim otokom (AUFERIN). Ona se sastojala od jedne CNC-tokarilice, CNC-bušilice/glodalice, konvencionalne tokarilice i jednog bravarskog radnog mjesta. Za obavljanje dispozitivnih djelatnosti radnoj grupi od dva radnika po smjeni stajalo je na raspolaganju radno mjesto s terminalom za planiranje/upravljanje proizvodnjom i radno mjesto sa sistemom za NC-programiranje. Za štampanje potrebnih dokumenata, programa i pregleda na raspolaganju je bio i matrični štampač. Radna grupa raspolagala je i sa svim potrebnim reznim, mjernim i steznim alatom. Svi poslovi koji su bili potrebni za realizaciju planirane proizvodnje delegirani su radnoj grupi. Za lakšu i bržu izradu NC-programa razvijen je sistem potprograma (makro) u koje je bilo potrebno samo uni- jeti parametre: dimenzije radnog komada i dimenzije priprema, da bi se računalom generirale NC-upravljačke informacije koje su se mogle preko DNC-sistema direktno dostaviti na CNC-stroj.

Druga naznaka odnosi se na **integraciju zadataka i funkcija**. Moderna informaciona tehnika ima integrirajuće djelovanje, a svojim tehničkim mogućnostima pruža mnogo veći izbor oblikovanja organizacije rada i djelatnosti zaposlenih ljudi, nego što je to do sada bilo moguće. To se jednostavno može objasniti na CAD sistemu sa integriranim NC-modulom koji pruža čitav niz mogućnosti za oblikovanje sadržaja rada zaposlenih, kao što je na primjer: kompletna izrada konstrukcije i postavljanje NC-programa ili samo izrada konstrukcije i definiranje puta alata dok ostale djelatnosti potrebne za izradu NC-programa može na istom sistemu napraviti netko drugi.

Koje poslove treba i u kojem obimu objediniti, danas je još teško definirati, ali se sa sigurnošću može prognozirati veća integracija konstrukcije i tehnološke pripreme proizvodnje kao i izrade dijelova i montaže proizvoda. U ovome smislu bit će potrebna multidisciplinarna istraživanja da bi se definirale djelatnosti, njihov obim i sadržaj koji će biti primjeren ljudima.

³ Odnos aritmetičke srednje vrijednosti vremena između dva zastoja uređaja i sume te vrijednosti s aritmetičkom srednjom vrijednosti trajanja zastoja.

U trećoj naznaci može se sa sigurnošću tvrditi da će rasti **obim i složenost pripremnih djelatnosti**. U konstrukciji proizvoda postavljat će se visoki zahtjevi na tehnologično oblikovanje dijelova i proizvoda.

Obim rada će porasti i zbog većeg broja varijanti proizvoda. U tehnološkoj pripremi uz vrlo detaljno planiranje izradbenih i montažnih procesa bit će potrebno detaljno planirati transport i rukovanje radnim komadima, alatima i napravama kao i postupke kontrole i ispitivanja radnih komada i alata.

Četvrta naznaka odnosi se na **organizacionu strukturu** poduzeća koja će morati biti definirana i usklađena s arhitekturom računala i organizacijom procesa. Automatizirana tvornica, prema literaturi (1, 2), imat će četiri do pet hijerarhijskih nivoa. Opće važeće tvrdnje u ovom smislu nije lako dati, jer će broj hijerarhijskih nivoa zavisiti prvenstveno od specifičnih zahtjeva i graničnih uvjeta dotičnog proizvodnog sistema. Ipak, sa sigurnošću se može tvrditi da će se broj organizacionih jedinica na jednom hijerarhijskom nivou smanjiti (naznaka 2), a izgleda da će i broj hijerarhijskih nivoa biti manji u odnosu na tradicionalnu organizacijsku strukturu (1, 2). Organizacijske jedinice i njihove kompetencije i odgovornosti trebat će oblikovati na principu cjelovitog zadatka i tehničkih datosti.

Peta naznaka odnosi se na **broj radnih mjesta**. Fleksibilna automatizacija — kako je već u uvodu rečeno — vrlo je produktivna i otuda sklonost da se govori o smanjenju broja radnih mjesta. Smanjenje broja radnih mjesta izgleda da je neizbježno, ako se to kratkoročno promatra. Dugoročno gledano, fleksibilna automatizacija i moderna informaciona tehnika, zbog osiguranja konkurentne sposobnosti poduzeća, pružaju sigurnost za preostala radna mjesta. Izvjesnu kompenzaciju u pogledu broja radnih mjesta uzrokovat će veći zahtjevi kupaca, veći obim i složenost pripremnih djelatnosti kao i izrada novih hardverskih i softverskih proizvoda za takve sisteme.

U šestoj naznaci potrebno je razmotriti kakve promjene će uzrokovati moderna informaciona i proizvodna tehnologija na **uvjete i sadržaj rada zaposlenih**. Neosporno se može ustvrditi da će čovjek biti odvojen od direktnog izvođenja proizvodnog procesa, što će bez sumnje smanjiti tjelesno opterećenje i broj nesreća na radu. Na tom operativnom nivou izvršenja proizvodnih zadataka, težište čovjekovih aktivnosti bit će na nadgledanju i kontroli rada sistema, njegovom prilagođavanju i podešavanju na nove proizvodne zadatke, preventivnom održavanju i njegovanju sistema i otklanjanju manjih poremećaja i zastoja.

Glavne radove održavanja i otklanjanja većih kvarova vjerojatno će se morati prepustiti specijalistima za izvršenje takovih poslova zbog velike kompleksnosti uređaja i potrebe poznavanja specifičnih stručnih znanja iz strojarstva, elektrotehnike i elektronike.

Na nivou planskih zadataka, obim poslova i njihova kompleksnost izgleda da će rasti. No, čini se, da će proći još mnogo vremena da se ti zadaci potpuno automatski rješavaju pritiskom na dugme. Za realizaciju ovih poslova, radnicima će biti na raspolaganju mnogo više informacija i znanja iz raspoloživih baza znanja i baza podataka preko izvedene računarske mreže.

Korištenje sredstva za proizvodnju, računarskog hardvera i softvera bit će sve jednostavnije i komfornije iz prostog razloga da bi se proširila mogućnost njihove primjene i smanjili troškovi.

Na prvi pogled izgleda da će to dovesti do dekvalifikacije zaposlenih. Međutim, ako se krene od teze da će se postojeći način podjele rada značajno promijeniti i da će umjesto funkcionalne podjele stručne funkcije biti integrirane u cilju rješavanja cjelovitih radnih zadataka, izgleda da će biti potrebna veća kvalifikacija zaposlenih, pogotovo ako se rješavanje proizvodnih zadataka prepusti određenom timu ljudi. Tim bi morao biti sastavljen od polivalentnih radnika koji mogu obavljati sve poslove, a imaju sposobnost i spremnost za međusobnu kooperaciju i komunikaciju. Skupina radnika trebala bi činiti jezgro nove organizacije rada. Na taj bi se način proširio prostor djelatnosti, povećalo područje samokontrole, odlučivanja i odgovornosti radnika, a osigurala velika fleksibilnost proizvodnog sistema.

Odgovornost skupine radnika odnosila bi se prvenstveno na osiguranje visoke raspoloživosti i iskorištenja automatiziranog sistema, jer se time odlučujuće utječe na ekonomičnost njegove upotrebe, odnosno na njegovu produktivnost. Da bi se to postiglo potrebno je znanje programiranja, efikasno preventivno održavanje sistema, pravovremenog prepoznavanja tehničkih poremećaja i njihovo brzo otklanjanje, brzo rješavanje svih zadataka i problema kod prilagodbi i promjena u sistemu. Većinu ovih zadataka nije moguće unaprijed predvidjeti i planirati. Zbog toga će biti potrebni kvalificirani radnici koje će trebati na odgovarajući način školovati. Raznolikost radnih zadataka trebala bi smanjiti monotoniju i ublažiti nemogućnost komuniciranja u smjenama s malim brojem ljudi. Pored toga, time bi se vjerojatno eliminirao osjećaj da je računalo »glavno«, a delegiranjem kompetencija i odgovornosti za izvršenje konkretnog cjelovitog zadatka očekivati je i povećanje motivacije zaposlenih.

Sve u svemu, sadržaj rada zaposlenih će se bitno promijeniti, a hoće li biti ili neće biti primjeren čovjeku, zavisit će manje o tehničkoj datosti a više o onima koji će ga definirati. Taj zadatak trebaju preuzeti inženjeri, psiholozi i sociolozi, koji samo zajedničkim radom mogu doći do primjerenih rješenja koja su dostojna čovjeka.

LITERATURA

- (1) Warnecke, H.J.: Fabrikautomatisierung zwischen technischen Zielvorstellung und wirtschaftlichsozialer Realität, Produktionstechnischer Kolloquim, Berlin, 1988, 34/47.
- (2) Sata, T.: Die Industrie Japans auf dem Weg zu CIM, Produktionstechnisches Kolloquium, Berlin, 1986, 2/6.
- (3) Vranješ, B.: Planiranje pomoću računala danas i sutra, 8. Dani društva plastičara i gumaraca, Zbornik radova, Zagreb, 1988, 10/01—08.
- (4) Eversheim, W.; Fromm, W.; Erkes, K.: Entwicklung der Werkzeugmaschinen im Rahmen flexibel automatisierter Fertigungskonzepte, ICMA, Hannover, 1985, 38/47.
- (5) Mertins, K.: Entwicklungsstand flexibler Fertigungssysteme, ZwF, 80(1985), 6,249/254.
- (6) Kunerth, W.; Lederer, K.G.; Lienert, J.: Rechneinsatz in der Produktion, Berlin, Köln, Beuth Verlag, 1976.
- (7) Warnecke, H.J.; Schraft, R.D.; Schweizer, M.: Stand der Technik in der Montageautomation, Referate zum Europa Seminar, EUROIFO, Wasserburg/Bodensee, 1987, 07/38.
- (8) Maske, F.: Mit PPS zur systematischen Organisation des Kleinbetriebs, VDI—Z, 130 (1988), 1, 10/16.
- (9) Schneider, R.: CIM: Stand der Entwicklungslinien, 18. IPA Tagung: CIM, Stuttgart, 1986, 9/20.
- (10) Anonimus: Autonome Fertigungsinsel, Flexible Fertigungsstrukturen für die Einzel — und Kleinserienfertigung, Industrie-Anzeiger, W. Girardet, Fachzeitschriften-Verlag GmbH, 1984.

INTEGRATED PRODUCTION SYSTEMS AND THE ORGANIZATION OF WORK

BOŽO VRANJEŠ

The University of Mechanical Engineering and Shipping, Zagreb

The application of modern information technologies and flexible automation brings important changes into the world of production. Traditional production conception based on the principles of big division of labour, small content of labour, big series and minimum time of operation changes with the application of modern technologies into new production conception based on small division of labour, big content of labour, small series and minimum time for the realisation of the whole production task.

The influence of the application of modern technologies on the company and on the range and content of labour of the workers employed in engineering industry has been analysed in practice.

The result of this analysis can be summarized as follows:

1) Integrated production system must necessarily be divided into more subsystems, independent if possible, in order to insure high availability of the system.

2) Integration of the tasks and functions is necessary in order to reduce the expanses of organization, to increase quality and to shorten the cycle of product manufacturing.

3) Range and complexity of preparatory activities in the system will increase because of the dynamic influence of the market and the need of detailed planning of the process.

4) Organizational structure of the company will be coordinated with the structure of the computer and with the organization of the process, and when compared to the traditional organization it will probably have smaller number of hierarchical levels.

5) The number of work posts in the process of production will be reduced but the security for those remaining will be increased.

6) The man and the machine are no more a relevant unit of the capacity because the man is freed from performing of the process.

7) High qualification of the employees, their universality and team work should be the guarantee for high productivity and flexibility of the system.

8) Activity of the employed and the organization of their work depend on technical possibilities of the system. With integrated systems they are very high and enable engineers, psychologists and sociologists to work out, within range of given technical conditions and through interdisciplinary work, such a content and scope of work that will be available to a man.

Finally, we can say that, with regard to the traditional production, great changes will take place. But we must be ready for them considering general progress of the society.

(prevela Vera Arbanas)