

MAŠINSKI FAKULTET - UNIVERZITET CRNE GORE

**PRILOG ISTRAŽIVANJU DECENTRALIZOVANOG
SISTEMA UPRAVLJANJA KOD FLEKSIBILNIH
PROIZVODNIH SISTEMA**

-DISERTACIJA-

K a n d i d a t: **Mr. Marina B.Mijanović**

ID=813069

652.51.016.3.019.12 (0/12.3)

MU IV 496

10146

Predgovor

Priloženi rad je nastao za vrijeme rada na Mašinskom fakultetu u Podgorici i na Institutu za mašine alatke i pogonsku tehniku Univerziteta u Karlsruheu u BRD.

Gospodinu Dr. Radomiru Vukasojeviću, redovnom profesoru na Mašinskom fakultetu u Podgorici i mentoru, sam posebno zahvalna na velikoj podršci i podsticaju u radu.

Gospodinu Dr. Vladimiru Šolaji, redovnom profesoru na Mašinskom fakultetu u Beogradu i direktoru Instituta za alate i alatne mašine u penziji, se zahvaljujem na stalnom interesovanju za moj rad i moralnoj podršci u istraivanju u radu.

Gospodinu Dr. Svetislavu Zariću, redovnom profesoru Mašinskog fakulteta u Beogradu u penziji, koji je bio mentor mog magistarskog rada, se zahvaljujem na jakom podsticaju tokom mog rada.

Gospodinu o.Prof. Dr.-Ing. Hartmutu Weuleu, rukovodiocu Instituta za mašine alatke i pogonsku tehniku u Karlsruheu, se posebno zahvaljujem što mi je omogućio rad na svom institutu i svu pomoć u opremljenosti i knjigama, i na konstantnom interesovanju i podršci u radu. Svoju zahvalnost dugujem i gospodi Dipl.-Ing. Ralfu Lenschow i Dipl.-Ing. Volkeru Freyu, koji su bili zaduženi da prate i tehnički mi omoguće rad na institutu.

Posebnu zahvalnost dugujem kolegi dipl.ing. Ranku Batljanu, koji je za ovaj rad izradio sve slike i koji je zaslužan za njegov konačni izgled.

Svim profesorima i kolegama sa Katedre za proizvodno mašinstvo na Mašinskom fakultetu u Podgorici se zahvaljujem na velikoj pomoći koju su mi pružili preuzimajući dio mojih obaveza u nastavi, omogućivši mi tako da završim svoj rad.

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	KARAKTERISTIKE I RAZVOJ FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA	3
2.1	DEFINICIJA FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA	3
2.2	KARAKTERISTIKE FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA	7
2.3	RAZVOJ FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA	8
2.4	UPOREĐENJE FLEKSIBILNE AUTOMATIZACIJE U JAPANU, USA I EVROPI	11
2.5	ZNAČAJ FPS-A U REALIZACIJI FABRIKE BUDUĆNOSTI	12
2.5.1	Fabrika budućnosti	12
2.5.2	FPS i fabrika budućnosti	31
3	ZADATAK RADA, CILJ I POLAZNE OSNOVE	33
4	SISTEMI UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA	35
4.1	FUNKCIJE SISTEMA UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA	35
4.2	RAZVIJENI SISTEMI UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA	39
4.2.1	Konfigurativni software	39
4.2.2	Parametrizacija software-a	41
4.2.3	Programski paket "LOLA-CELLCON" za upravljanje fleksibilnom proizvodnom ćelijom	43
5	ANALIZA FPS-a I UPRAVLJAČKIH ZAHTJEVA	45
5.1	UVOD	45
5.2	ANALIZA KOMPONENTI FPS-A	45
5.2.1	Radne stanice	49
5.2.2	Transportni sistem	51
5.2.3	Skladišni sistem	54
5.3	ZAHTJEVI NADGLEDANJU PROCESA	56
5.3.1	Nadgledanje u toku procesa	56
5.3.2	Nadgledanje i praćenje radnih naloga	57
5.3.3	Obezbjeđenje kvaliteta preko integracije uređaja za mjerenje radnih komada	58

5.4	KOMUNIKACIJA SA PODREĐENOM RAVNI UPRAVLJANJA	59
5.4.1	Zahtjevi upravljanju uređajima	59
5.4.2	Uticaj različitih karakteristika upravljanja i sistema za prenos podataka	60
5.5	KOMUNIKACIJA SA OPSLUŽNIM OSOBLJEM	62
5.5.1	Zadaci opslužne komunikacije	62
5.5.2	Zahtjevi opslužnom sistemu	64
5.5.3	Uticajni faktori na razvijanje opslužnog sistema.....	64
6	NOVORAZVIJENI SISTEM UPRAVLJANJA FPS-OM	65
6.1	DECENTRALIZACIJA I HIJERARHIJA U SISTEMU UPRAVLJANJA FPS-OM.....	65
6.2	ZADACI UPRAVLJANJA FPS-OM.....	68
6.2.1	Upravljanje proizvodnim radnim nalogima.....	69
6.2.2	Upravljanje tokom materijala.....	70
6.2.3	Opslužna komunikacija.....	71
6.2.4	Vodenje slike proizvodnje	72
6.2.5	Komunikacija sa upravljanjima na uređajima u podređenoj ravni.....	72
6.3	ANALIZA STANJA SISTEMSKIH KOMPONENTI	72
6.4	INFORMACIONO - TEHNIČKI KONCEPT	73
6.5	ISPITIVANJE TOKOVA INFORMACIJA	76
6.5.1	Tok informacija po objavi završetka radne operacije	77
6.5.2	Tok informacija kod slobodne obradne mašine.....	79
6.5.3	Aktualizacija posle završenog transporta	79
6.5.4	Granični uslovi za transport.....	80
6.6	STRUKTURA I ORGANIZACIJA PODATAKA	81
6.6.1	Struktura podataka.....	81
6.6.1.1	Struktura podataka o skladišnim mjestima.....	81
6.6.1.2	Struktura podataka o paletama.....	83
6.6.1.3	Struktura podataka o mašinama	84
6.6.1.4	Struktura podataka za vozila.....	85
6.6.1.5	Struktura podataka radnih naloga.....	86
6.6.2	Organizacija podataka	88
6.6.2.1	Organizacija podataka o skladišnim mjestima	88
6.6.2.2	Organizacija podataka o mašinama	88
6.6.2.3	Organizacija podataka o vozilima	89
6.6.2.4	Organizacija podataka o paletama.....	89
6.6.2.5	Organizacija podataka radnih naloga i podataka radnih operacija.....	89
6.6.3	Stanja sistemskih komponenti	89
6.6.3.1	Stanja mašina	89
6.6.3.2	Stanja vozila	90
6.7	KONCEPCIJA UPRAVLJAČKOG PROGRAMA OPTIMA.....	91
6.7.1	Opslužna komunikacija.....	92
6.7.2	Opsluživanje i praćenje FPS-a.....	102
6.7.3	Upravljanje radnim nalogima	102
6.7.4	Upravljanje tokom materijala.....	103

6.7.4.1 Strategija sprovođenja radnih naloga.....	104
6.7.4.2 Ispitivanje transportnih uslova	105
6.7.4.3 Privremeno skladištenje paleta i radnih komada	106
6.7.5 Komunikacija sa podređenim i nadređenim sistemima.....	106
6.7.5.1 Organizacija telegrama.....	106
7 PRIMJENA RAZRAĐENOG SISTEMA UPRAVLJANJA NA MODELU FLEKSIBILNOG PROIZVODNOG SISTEMA.....	110
7.1 LAYOUT MODELA FLEKSIBILNOG PROIZVODNOG SISTEMA.....	110
7.2 REALIZACIJA SISTEMA UPRAVLJANJA FPS-OM	118
ZAKLJUČAK	121
LITERATURA	124

Skraćenice

BDE	- Betriebsdatenerfassung
CAD	- Computer Aided Design
CAE	- Computer Aided Engineering
CAM	- Computer Aided Manufacturing
CAP	- Computer Aided Planing
CAQ	- Computer Aided Quality Ensurance
CIM	- Computer Integrated Manufacturing
CIM-OSA	- Computer Integrated Manufacturing - Open System Architecture
CIRP	- College International pour l'Etude Scientifique des Techniques de Production Mecanique
CNC	- Computerized Numerical Control
DNC	- Direct Numerical Control (ili: Distributed Numerical Control)
EOP	- elektronska obrada podataka
FFS	- Flexible Fertigungssystem
FPS	- fleksibilni proizvodni sistem
FTS	- Fahrerlosestransportsystem
JIT	- Just-in-Time
KOSMOS	- <u>K</u> onfigurative <u>S</u> oftware fuer <u>M</u> aterialfluss in FFS
LAN	- Local Area Network
MAP	- Manufacturing Automation Protocol
MDE	- Maschinendatenerfassung
NC	- Numerical Control
OP	- obrada podataka
OPTIMA	- <u>O</u> perativni software za <u>t</u> ok informacija i <u>m</u> aterijala u FPS-u
PA	- programabilni automat
PC	- Personal Computer
PPS	- Produktionsplanung und Steuerungssystem
PPU	- planiranje proizvodnje i upravljanje
PP	- prenos podataka
PR	- priprema rada
PTL	- proizvodno-tehnička laboratorija
RAM	- Random Access Memory
RBG	- Regalbediengerat
TQC	- Total Quality Control
U/I	- ulaz/izlaz
WSST	- Werkstattsteuerung

1 UVOD

Rastući pritisak konkurencije na svjetskom tržištu postavlja sve veće zahtjeve preduzećima u smislu minimizacije troškova proizvodnje, većeg kvaliteta proizvoda i kraćeg vremena isporuke. Istovremeno se preduzeća kroz ubrzane inovacije konfrontiraju sa manjim serijama i češćim promjenama proizvoda [HOL-85, SCG-89, TAL-88, WAR-85, WES-89].

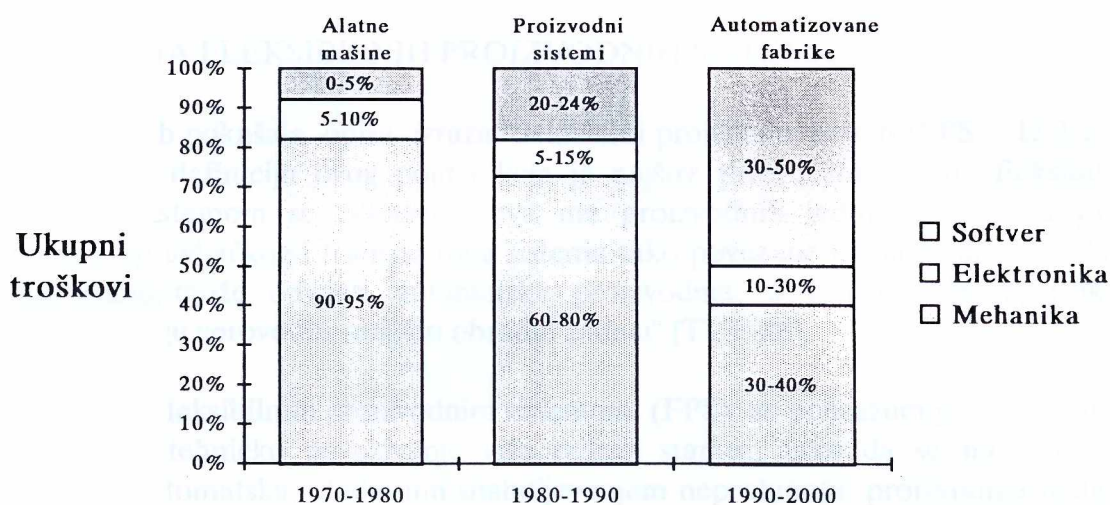
Kao reakcija na ove zahtjeve javlja se svjetski trend da se u proizvodnju uvede fleksibilna, računarom podržana automatizacija. Spektar automatizovanih proizvodnih uređaja se danas proteže od pojedinačnih mašina sa odgovarajućom periferijom [GRA-88, TAL-88] za proizvodnju sa malo osoblja, do fleksibilnih transfer linija [GRA-88, HED-83, TAL-88] koje omogućavaju obradu familije proizvoda sa najvećom produktivnošću. Poseban značaj pri tom imaju fleksibilni proizvodni sistemi. Oni omogućavaju automatizovanu višestepenu proizvodnju više različitih proizvoda i tako čine dio računarom podržane, automatizovane, integrisane fabrike budućnosti [EVE-89, FRE-89, GOT-89, KNA-86, KOW-87, LIN-89, MOY-87, REM-85, SCE-88, SPU-88].

Prvi fleksibilni proizvodni sistemi su pušteni u rad 1967.god. u Velikoj Britaniji i u USA [SCH-91, SCW-89, STE-84, TUF-88]. Početkom 70-tih su takva postrojenja dalje razvijana u DDR, Japanu i USA, a u BRD se počelo sa gradnjom pilotskih projekata. Već 1968.god. je u CIRP (*College International pour l'Etude Scientifique des Techniques de Production Mecanique* = Internacionalno istraživačko društvo za mašinsku proizvodnu tehniku) osnovan potkomitet "Manufacturing Systems" i 1970.god. pokrenut časopis istog naziva. Do rasprostiranja ovih sistema, očekivanog početkom sedamdesetih, ipak nije došlo [STE-84, SCW-89, TUF-88]. Preduzeća su prema ovoj novoj i složenoj tehnologiji bila uzdržana zbog visokih investicija za postrojenja, početnog velikog razvojnog rizika, ekonomičnosti koja se teško mogla izračunati pomoću uobičajenih postupaka i zbog nedostatka kvalifikovanog stručnog osoblja.

Tek sa sistemsko-tehničkim prodorom alatnih mašina [BYR-88, FRI-87, HED-83, MUL-82, NIP-88, SCH-84, STE-84, TUF-88], inteligentnijih upravljačkih sistema [BAU-86, BEI-89, HEU-89, KIE-88, SCG-89, WIE-87, WES-89] i razvojem u oblasti senzorike za nadgledanje procesa [BRA-85], počelo je 80-tih godina uvođenje fleksibilnih proizvodnih sistema. Usko grlo čini - kao uostalom i u industrijskoj EOP - software.

Sa uvođenjem mikroprocesora u oblast proizvodne automatizacije rastu troškovi software-a koji čine sve veći dio investicija (sl.1.1) [ALD-85, KOH-88, PRI-89, RIW-89, SCH-91, WAR-85]. Razlog za ovakav razvoj troškova leži, osim u rastućoj složenosti

zadataka, najvećim dijelom u sadašnjem načinu razvoja software-a u upravljanju procesima.



Sl.1.1 Upoređenje razvoja troškova software-a i hardware-a (prema [KOH-88])

Nedostatak znanja o problemu kod ponuđača i korisnika sa jedne strane vodi ka nepotpunoj ili pogrešnoj postavci problema. Naknadna mala izmjena zahtjeva može kod software-a prilagođenog problemu da ima za posledicu velike strukturne promjene i skupo prilagođavanje software-a.

S druge strane, u oblasti upravljačkog software-a za fleksibilne proizvodne sisteme su tek u razvoju standardni paketi, koji bi se mogli sa malim troškovima prilagođavanja koristiti za različite primjene.

Poslednjih godina su razvijani brojni alati [BEJ-88, HOM-83, KAU-88, KIL-89, LIN-88, MAU-74, SCU-88, WIR-85, WIR-75], koji podržavaju software-inženjera u pojedinim stadijumima razvoja projekta i tako pomažu redukciju vremena i troškova razvoja. Najbolja mogućnost pravljenja software-a sa povoljnom cijenom je da se software unifikuje za određenu oblast primjene i da se pojedini moduli istestiraju i primijene [KOH-88, RIW-89, SCH-91, WAR-85, WEC-90].

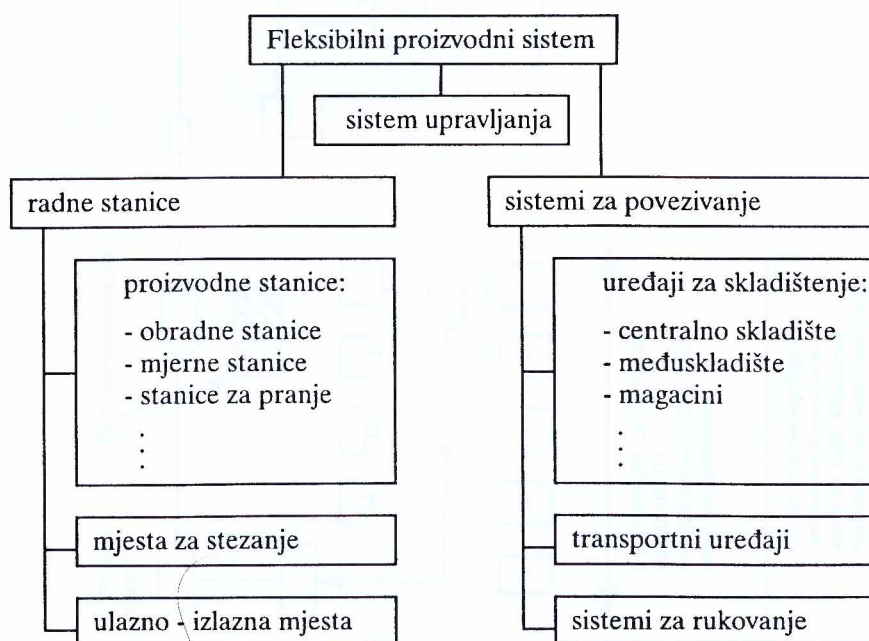
2 KARAKTERISTIKE I RAZVOJ FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA

2.1 DEFINICIJA FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA

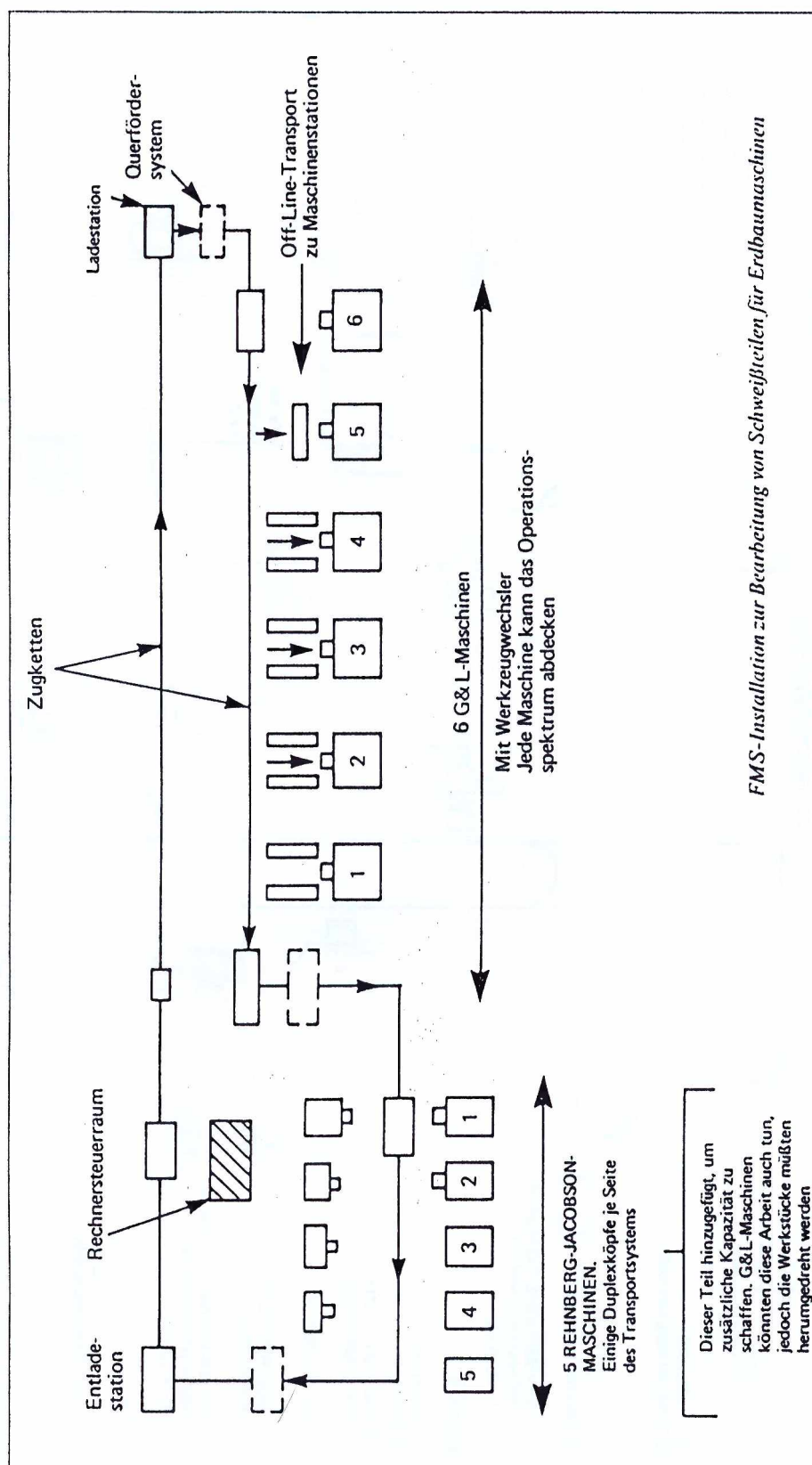
Posle više drugih pokušaja opisa izraza "fleksibilni proizvodni sistem (FPS)", Dolezalek je dao sledeću definiciju ovog pojma koja je najšire prihvaćena: "Pod fleksibilnim proizvodnim sistemom se podrazumijeva niz proizvodnih jedinica, koje su preko zajedničkog upravljačkog i transportnog sistema tako povezane jedna sa drugom da se, sa jedne strane, može odvijati automatska proizvodnja, a sa druge strane, u okviru date oblasti mogu sprovoditi različiti obradni zadaci" [TUF-88].

Uopšteno, pod fleksibilnim proizvodnim sistemom (FPS) se podrazumijeva materijalno i informaciono-tehničko povezivanje više radnih stanica, tako da se može odvijati istovremena, automatska i dodatnim snabdijevanjem neprekinuta proizvodnja različitih radnih komada jednog ograničenog spektra djelova. Radni komadi treba da imaju mogućnost prolaza kroz sistem u različitim pravcima [HED-83, KOH-88, REM-85, TUF-88, WAR-85, WEC-90].

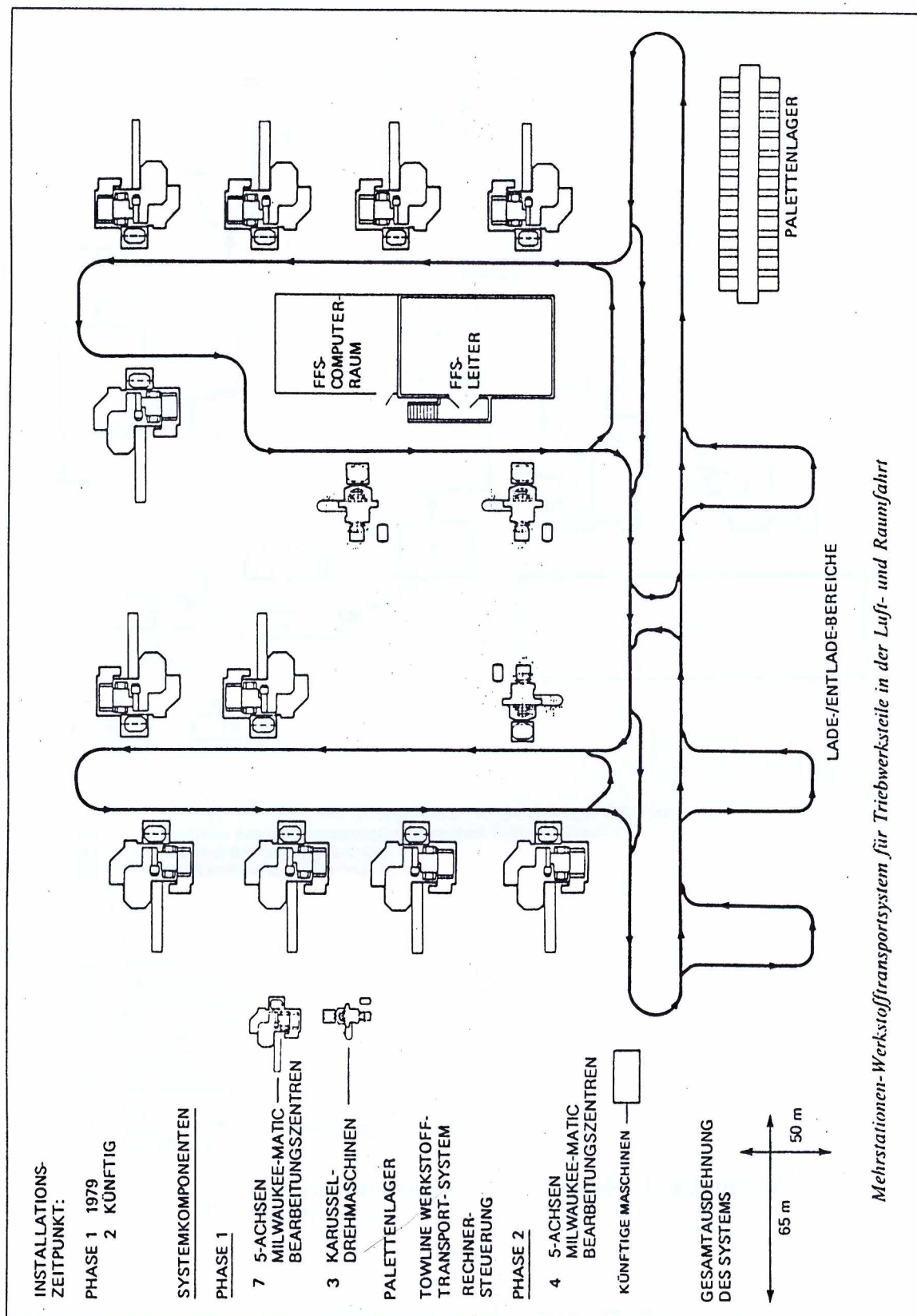
Pod pojmom "radna stanica" su obuhvaćene kako pojedine obradne mašine (strugovi, obradni centri, itd.), tako i kompletne proizvodne ćelije, kao i uređaji za mjerenje, pranje, stezanje, signiranje (označavanje) itd (sl.2.1).



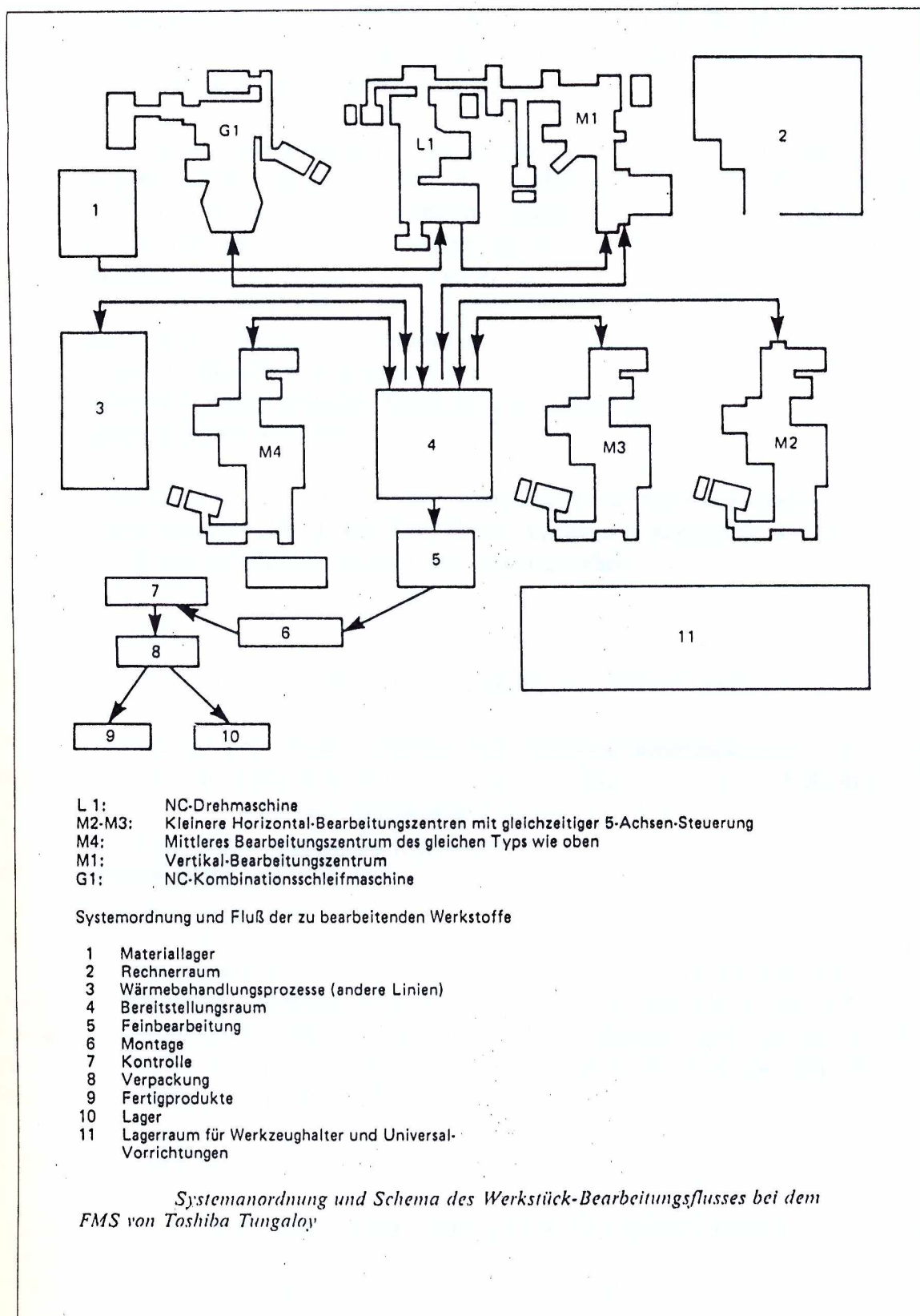
Sl.2.1 Komponente fleksibilnih proizvodnih sistema (prema [HER-82])



Sl.2.2 Fleksibilni proizvodni sistem (prema [HOL-85])



Sl.2.3 Fleksibilni proizvodni sistem (prema [HOL-85])



Preduzeće sa redukovanim personalom zahtijeva što je moguće više automatizovanu pripremu radnih komada i sredstava rada (alata, uređaja za stezanje, NC-programa, itd.) na radnoj stanici. To isto važi i za odvođenje otpada sa obradne mašine. S toga je sa pojmom "fleksibilni proizvodni sistem" čvrsto povezan pojam "tok materijala". On obuhvata tokove radnih komada, alata i uređaja.

Kod obrade sa skidanjem strugotine su se do sada fleksibilni proizvodni sistemi pretežno koristili za obradu prizmatičnih djelova [REM-85, WAR-84]. Radni komadi se pri tom najčešće transportuju na mašinskim paletama. Stezanje, oslobađanje stezanja i ponovno stezanje se odvija na mjestima za manuelno snabdijevanje. Primjeri za potpuno automatizovane sisteme su dati na sl.2.2.-2.4.

Za obradu rotaciono-simetričnih djelova na strugovima koriste se gotovo isključivo fleksibilne proizvodne ćelije, koje rade ili kao proizvodna ostrva ili su više njih povezane u složen sistem [HOL-85, TAL-88, WAR-85]. U okviru ćelija izmjene radnih komada preuzimaju uređaji za rukovanje.

Informaciono-tehničko povezivanje svih komponenti se sprovodi preko zajedničkog sistema upravljanja (sl.2.1). On koordinira, upravlja i nadgleda sve procese toka materijala i obrade za vrijeme automatizovane proizvodnje.

2.2 KARAKTERISTIKE FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA

Primjena fleksibilnih proizvodnih sistema ima, nasuprot konvencionalnoj proizvodnji, mnogo prednosti za jedno preduzeće. Počevši od redukovanja cijene koštanja [EVB-89, MIN-87, SPU-89], kroz veće mogućnosti reakcije na zahtjeve tržišta [EVE-86, SPU-89, STA-88, WIE-89], pa do povećanja pouzdanosti i transparentnosti proizvodnje [ZIE-89], povećava se konkurentnost maloserijskih i srednjeserijskih proizvođača u odnosu na velikoserijske proizvođače [BEN-84, DOL-87, KIL-88, WAS-87]. Nezaobilazna pretpostavka je sveobuhvatno i pažljivo planiranje, koje ne pripada ili vrlo rijetko pripada proizvođaču alatnih mašina, kao što je kod investiranja u alatne mašine i dalje uobičajeno [KOH-88, RIW-89, SCH-91, WEC-90]. Pažljivo planiranje FPS-a znači mnogo više nego dobro tehničko planiranje, jer FPS tangira cijelo preduzeće [ERK-88, GRI-86, HAU-89, HEI-89, LUC-88, PRI-89, RIW-89, SCH-84, SPU-89, UMB-84, WAN-86, WIL-84, WIS-89, ZEE-84].

Ciljevi uvođenja FPS-a su:

- povećanje fleksibilnosti preko raznovrsnosti proizvoda i njihovih varijanti,
- obezbjeđenje kvaliteta,
- redukcija skladištenja (i radnih komada i sredstava rada),
- redukcija vremena prolaza,
- smanjenje troškova proizvodnje,
- redukcija veličine serije,
- povećanje pridržavanja termina i

- poboljšanje radnih uslova za radnu snagu.

"Fleksibilnost" označava sposobnost izvršavanja različitih proizvodnih zadataka sa minimalnim izdacima za preorjentisanje. Dok se kod konvencionalne proizvodnje misli na što je moguće veću seriju sa optimiziranjem vremena pripreme, međuskladištenja i opterećenja mašina, prioritet kod FPS-a leži u tzv. "vremenu prolaza", tj. vremenu od kad sirovina uđe u FPS pa do kad gotov komad izađe iz FPS-a. Kratkoročni cilj FPS-a je redukcija rezervi u skladištu i istovremeno povećanje fleksibilnosti tj. mješovitosti proizvoda, a kroz to srednjoročni cilj postaje povećanje fleksibilnosti konstrukcije proizvoda.

Postoje veoma važni razlozi koji govore protiv fleksibilnih proizvodnih sistema: veliki investicioni troškovi, tehnologija koja se brzo razvija, duge i teške faze puštanja u rad, prema postojećim metodama proračunavanja nesigurna ekonomičnost (job killer), neophodnost korjenitih organizacionih promjena kroz cijelo preduzeće [HOL-85, KOK-93, REM-85, WAZ-87, WRS-87].

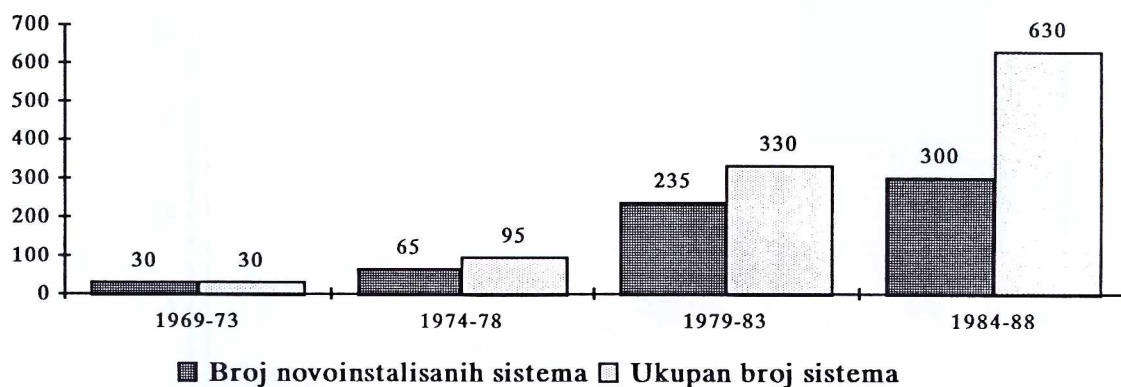
Ipak, zainteresovanost za FPS, pa i broj planiranih i realizovanih sistema stalno raste. Danas je sve traženija sposobnost da se na što širem tržištu isporučuje što veći broj proizvoda - prema želji kupca. Ova sposobnost se može zadržati i izgrađivati sa takvim personalnim i proizvodnim kapacitetima koji stalno brže, bolje i jeftinije rade nego konkurencija. Kod pojedinačne, maloserijske i srednjeserijske proizvodnje je u velikom broju slučajeva FPS pravo sredstvo za ostvarenje ovog cilja.

2.3 RAZVOJ FLEKSIBILNIH PROIZVODNIH SISTEMA

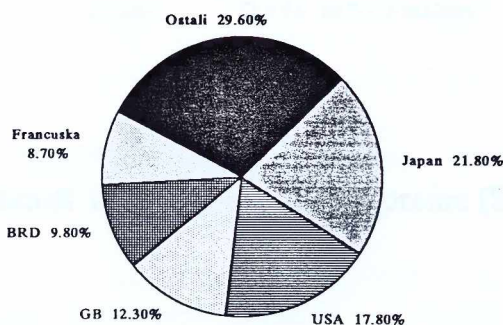
Primjena fleksibilnih proizvodnih sistema pokazuje eksplozivan porast. Analiza koju je sproveo jedan američki stručni časopis 1989.godine [TCH-89] o broju instalisanih fleksibilnih proizvodnih sistema, pokazala je da je u periodu od 1984.-1988.godine instalisano preko 300 sistema. Tako se ukupan broj instalacija popeo na preko 630 sistema. Očekuje se da će se broj instalacija duplirati svake druge godine narednih nekoliko godina [HOL-85, YAM-87]. Ograničenje ovog porasta u bližoj budućnosti ne može biti duže uslovljeno kolebanjem kupaca, već vjerovatno ograničenim kapacitetom proizvođača FPS-a.

Analiza velikog broja primijenjenih fleksibilnih proizvodnih sistema, koju je izvela radna grupa laboratorije za alatne mašine u Aachen-u (WZL - RWTH, BRD) [SCW-89], je pokazala da se ovoj novoj proizvodnoj tehnologiji priklanjaju takode mala i srednja preduzeća. Udio malih sistema sa dvije do četiri mašine u ukupnom broju instalisanih fleksibilnih proizvodnih sistema je čak veći od 80%, sl.2.6.a) i 2.6.b).

Broj instalisanih FPS u svijetu

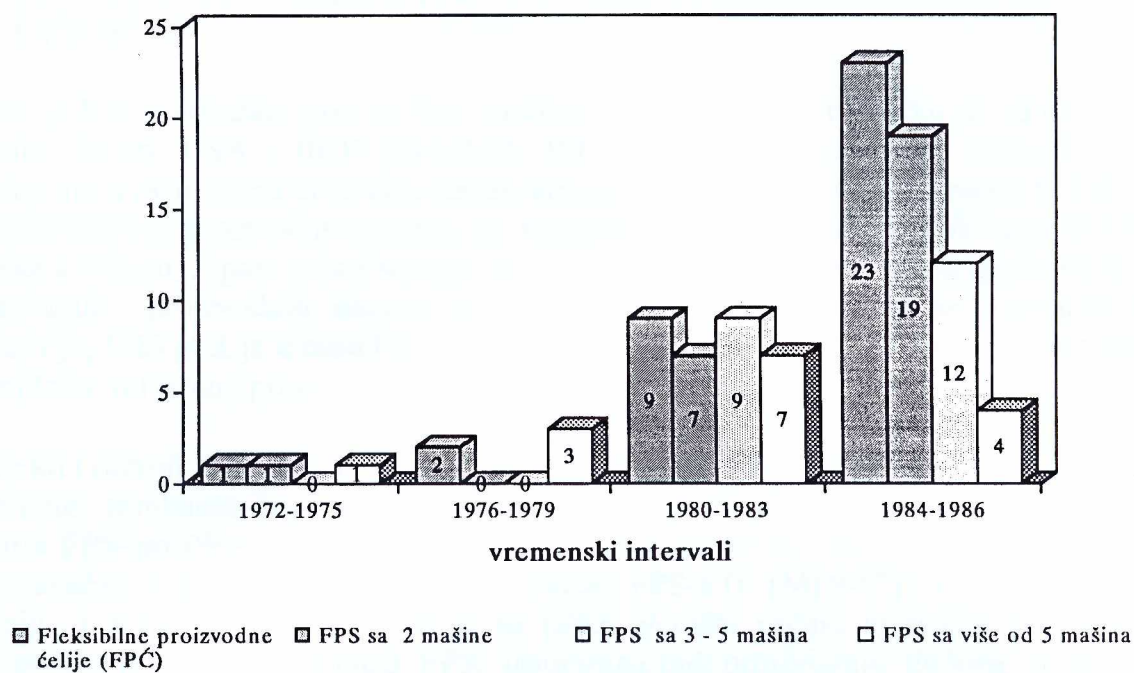


Raspodjela FPS (Stanje: jul '89)



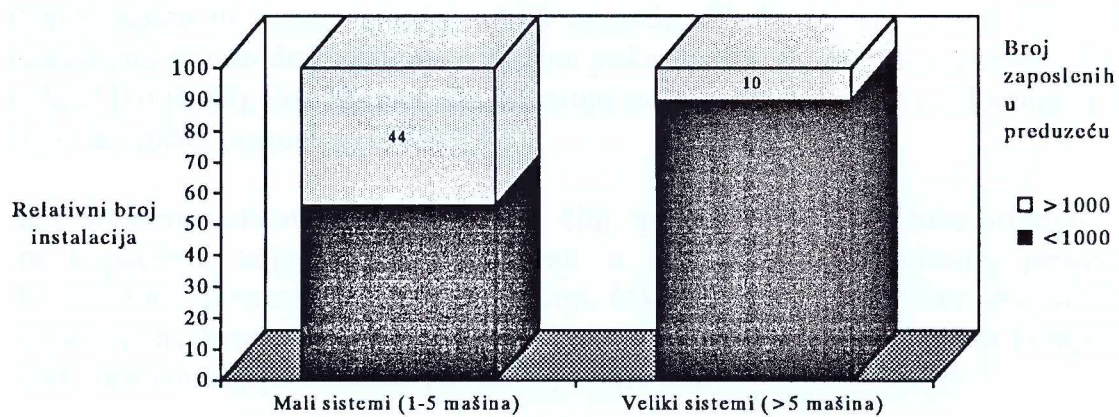
Sl.2.5 Rasprostranjenost fleksibilnih proizvodnih sistema u svijetu (prema [WEC-90]).

Jedno drugo ispitivanje fleksibilnih proizvodnih sistema [WAZ-87] je pokazalo da 40% sistema služi za obradu prizmatičnih, 40% rotaciono-simetričnih i 20% mješovitih djelova.



Sl.2.6.a) Rastući broj malih sistema (prema [SCW-89])

Pojačana primjena u srednjim preduzećima



Sl.2.6.b) Povećana primjena u srednjim preduzećima (prema [SCW-89])

2.4 UPOREĐENJE FLEKSIBILNE AUTOMATIZACIJE U JAPANU, USA I EVROPI

Skoro polovina svjetske proizvodnje mašina alatki u ovom trenutku se odnosi na tri zemlje: Japan, USA i BRD [WAR-85, WEC-90]. Ipak, upoređenje state-of-the-art postignuto u ovim trima državama danas, koje se odnosi na razvoj i primjenu fleksibilne automatizovane proizvodne opreme, je nesumnjivo vrijedno pažnje. Čak i ako se uzme greška u računu, Japan je bez sumnje sadašnji svjetski voda što se tiče broja instalisanih fleksibilnih proizvodnih sistema koji rade; prema tvrđenju japanskih udruženja i industrije, 1989.god. je u radu bilo preko 130 sistema [WEC-90], bilo da su proizvedeni kompletno od strane proizvođača ili su iskombinovani od strane korisnika.

Projekti i razvoji fleksibilnih proizvodnih sistema kod važnih proizvođača i korisnika u drugim zemljama često suštinski odstupaju s obzirom na proizvodnu opremu koja se smatra FPS-om [WAR-85]. Za to postoje dva razloga. Prvo, čak ni danas ne postoji jednoznačna i generalno prihvaćena definicija FPS-a (v. [MIN-87]). Drugi i naravno važniji i razumljiv razlog je, da je sa tačke gledišta većine korisnika FPS-a nova proizvodna oprema, uključujući FPS, instalisana radi proizvodnje djelova, a ne radi promocije poslednje tehnologije ili čak radi prikupljanja iskustva.

Uporedna karakterizacija state-of-the-art fleksibilne automatizacije u Japanu, USA i evropskim zemljama daje sledeće rezultate:

- Japanci, u svojoj težnji ka najvećoj produktivnosti, u oblasti maloserijske i sredneserijske proizvodnje daju naročit značaj "specijalizaciji", "standardizaciji" i "serijskoj proizvodnji" i zato rade visoko-automatizovane fleksibilne proizvodne sisteme uglavnom sa ciljem visoke produktivnosti, ali u isto vrijeme sa značajnom fleksibilnošću ili raznovrsnošću radnih komada. Međutim, visok broj realizovanih fleksibilnih proizvodnih sistema u Japanu pokazuje da su Japanci spremni da "uče radeći" [HOL-84], dok Njemci npr. smatraju za sebe da često novu tehnologiju suviše dugo skeptično posmatraju [WAR-85].
- U USA sama veličina domaćeg tržišta čini mogućim pouzdan nivo primjene, čak i za kapacitete koje je teško planirati u redosledno orijentisanoj proizvodnji. Međusobno povezani proizvodni sistemi, čak i sa velikim alatnim mašinama za velike radne komade, su dakle postali the state-of-the-art u nekoliko kompanija u toku posmatranog vremena [DOL-87, WAR-85].
- U evropskim zemljama na postojeći razvoj i širenje fleksibilnih proizvodnih sistema bitno utiču dva faktora. Prvo, svjetski poznata podjela rada, često citirana danas - čak i u mašinskom inženjerstvu - sve više dijeli na evropske kompanije polje tehnološki i kvalitativno iskustvenih proizvoda koji treba da se proizvode u relativno malim serijama [SPU-88]. Da bi se sačuvala visoka fleksibilnost i kod uvođenja automatizovane proizvodnje, neke investicije su neophodne (npr. za fleksibilne proizvodne sisteme) [MAR-87]. Drugo, napor u know-how i investicije za planiranje i razvoj i za instalaciju fleksibilnih proizvodnih sistema mogu, pod

određenim okolnostima, prevazići mogućnosti nekih preduzeća, koja u evropskoj industriji mašina alatki imaju najčešće karakter srednje velikih preduzeća [KRA-89]. U BRD je npr. više od jedne trećine fleksibilnih proizvodnih sistema realizovano u srednje velikim preduzećima. Glavna razlika u odnosu na Japan i USA je u velikoj raznovrsnosti djelova za čiju su proizvodnju ovi sistemi izvedeni [WRS-87].

I pored toga, čak i ovdje, vrhunska tehnologija koja se odnosi na proizvod treba da ide ruku pod ruku sa vrhunskom tehnologijom koja se odnosi na proizvodnju. Da bi se uspješnije udovoljilo zahtjevima i mogućnosti ma posebno srednje velikih korisnika, razvoj alatnih mašina, proizvodnih ćelija i komponenti za fleksibilne proizvodne sisteme mora biti orijentisan više na mogućnosti uvođenja korak po korak i na proširivost modula uzimajući u obzir kapacitet i stepen automatizacije [GOT-89, KRI-89, SCT-84, WAS-87], kao i na standardizaciju interface-nih tačaka toka informacija i toka materijala [BAH-86, BRA-89, BRI-88, CZA-89, DIE-89, FRI-85, GRA-89, HEG-86, LIN-89, NIE-89, REI-88, SCH-88, SCH-91, STE-84, SUP-89, WES-89, WAL-88, WAL-89]. To olakšava početak i pristup višoj automatizaciji u svakoj željenoj tački i na partikularan način prilagođava (čak i mala i srednja) preduzeća za svaki zadatak, a isto tako omogućava bezšavnu integraciju nove proizvodne opreme u sadašnje i buduće proizvodne strukture.

2.5 ZNAČAJ FPS-A U REALIZACIJI FABRIKE BUDUĆNOSTI

2.5.1 *Fabrika budućnosti*

Fabrika budućnosti je više ideal nego realnost. Promjenljivo težište je uvijek bazirano na trenutnom stanju razvoja tehnologije. S obzirom da se tehnologija stalno mijenja, ni razvijenije fabrike ne mogu dostići status "fabrike budućnosti".

Danas fabrika budućnosti predstavlja tijesno integrisanu i visoko automatizovanu opremu. Tri bitne potpore fabrike budućnosti su CIM (Computer Integrated Manufacturing), TQC (Total Quality Control) i JIT (Just-in-Time) [BRA-89].

CIM komponente su osnovni alat od kog počinje gradnja fabrike budućnosti. Međutim, potrebne su i dodatne management i administrativne komponente. Te komponente su uključene kroz TQC i JIT.

CIM

Computer Integrated Manufacturing (CIM) označava integrisanu obradu informacija za organizaciono-ekonomske i tehničke zadatke nekog industrijskog preduzeća. Integracija donosi više koristi nego pojedinačne akcije. Relativno je malo korisno da se tok robe u djelimičnim oblastima automatizuje, ako tako ukupan lanac nije poboljšan. Ne radi se više samo o tome da se broj osoblja racionalizuje, već da se poboljša ukupan lanac od sirovog proizvoda do kupca. Sa sadašnjim trendom just-in-time, tj. redukcije

rezervi prema kraju lanca dobijanja vrijednosti (kupcu), ipak se povećavaju rezerve najčešće kod proizvođača ili u distributivnom kanalu. Značajnija poboljšanja u tom smislu su jedva moguća. Ona se postižu samo kroz cjelokupna i sveobuhvatna pravila. Ciljevi kojima se teži se mogu kratko obuhvatiti sa [KRI-89]:

- just-in-time isporuka i time manja zadržavanja u skladištu na svim nivoima;
- veća spremnost za isporuku garantovana brzim procesom proizvodnje i isporuke, tj. fleksibilnošću u svakoj ravni;
- kvalitet isporuke, količine, vremena;
- redukcija troškova ukupnog sistema kako u proizvodnji tako i u logistici.

Prije svega se radi o tome da se spremnost na isporuku ne obezbjeđuje visokim zadržavanjem u skladištu, već da se realizuje preko dinamičkog i potpuno integrisanog informacionog sistema. U budućnosti će se ekspertni sistemi brinuti za to da roba ide, a ne da se skladišti. Uspješna rješenja se danas mogu naći u automobilske industriji koja je pritiskana japanskom konkurencijom prisiljena da iskoristi rezerve racionalizacije i da se prilagodi prilikama na tržištu.

Ovi trendovi koji se danas uočavaju se razvijaju u dva različita pravca. Sa jedne strane traže se novi putevi u tehnici integracije sistema i pripadajućeg software-a [EVE-89, GOT-89, LEC-86], a sa druge strane uobičajeni logistički sistemi moraju pretrpjeti dalji razvoj [BOR-89, FIN-89, HAN-87, KRI-89, WHI-89].

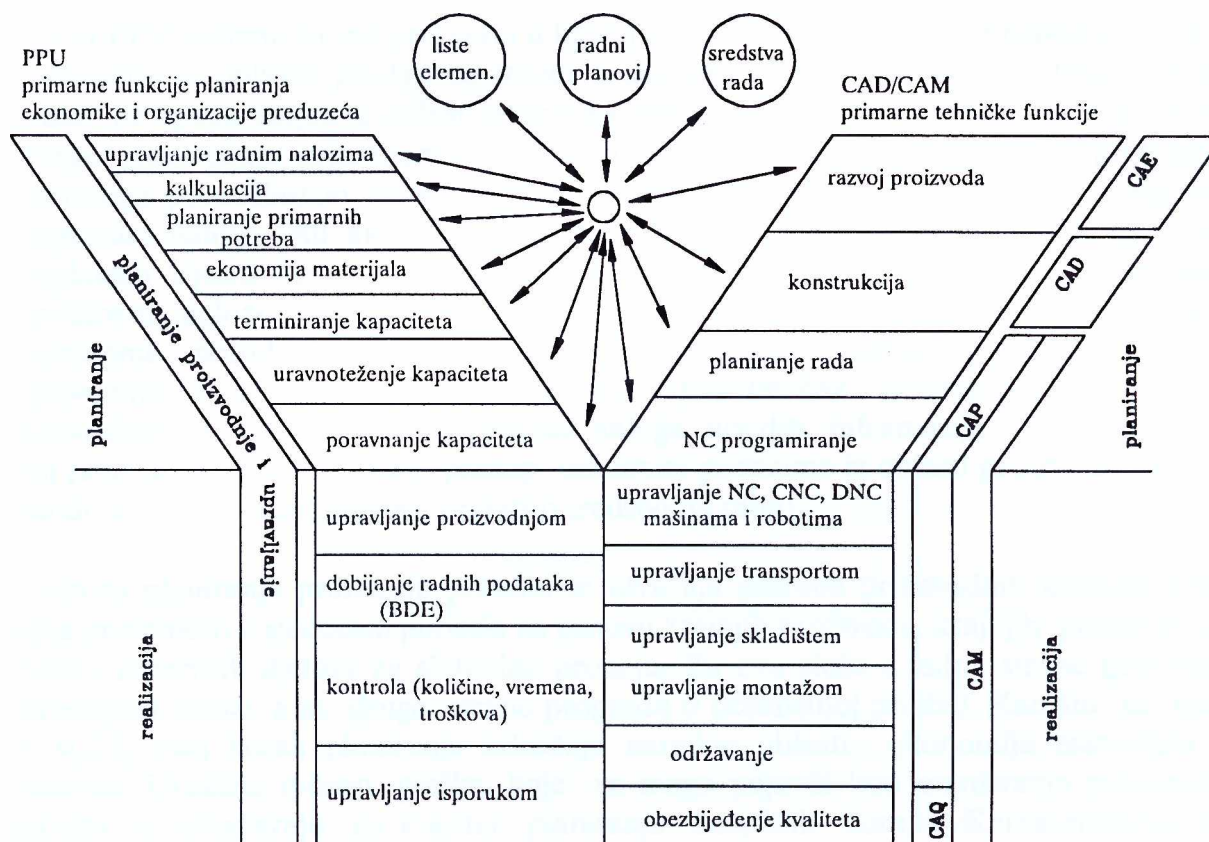
Ovu tendenciju jako podržavaju fleksibilni proizvodni sistemi. Kod njih se ne redukuje samo skupo skladištenje robe, već se odlučujuće povećava produktivnost kao i fleksibilnost i tako smanjuje rizik preduzeća.

Tako u centru procesa proizvodnje stoji sistem, a ne pojedinačne monoproduktne mašine. Pri tom je sve važnija nova komponenta sistema - proizvodna logistika. Djelovi sistema, kao što su skladište i transport, omogućavaju automatski tok materijala u proizvodnom procesu od sirovine do krajnjeg korisnika. Pri tom skladište postaje visokodinamička mašina za pretovar, gdje se sirovinama i gotovim proizvodima može brzo pristupiti.

U osnovi koncepta računarski integrisane proizvodnje leži osnovni princip proizvodnog koncepta koji je razvio Harrington [SCH-88]. Proizvodni ciklus počinje sa razvojem proizvoda, ide preko proizvodnje i isporuke do potrošača i završava se sa služenjem potrošaču i upotrebom. Ove funkcije su procesno-organizaciono tako povezane jedna sa drugom da nije cjelishodno pojedine funkcije izolovano posmatrati. Proizvodni ciklus se konačno prema Harringtonu može predstaviti kao niz operacija obrade podataka.

Organizaciono-ekonomski zadaci CIM-a, označeni preko sistema za planiranje i upravljanje proizvodnjom (PPU ili PPS - Produktionsplanung und Steuerungssystem), su prikazani na lijevom kraku Y-na na sl.2.7, a više tehnički orijentisani zadaci na desnom kraku Y-na sa odgovarajućim CA-pojmovima. Realizacija ove integracije

predstavlja visoke zahtjeve pred spremnost preduzeća da se takode i organizaciono prilagode zahtjevima integracije. Zatim, integracija je izazov za proizvođače hardware-a i software-a da svoje, do sada bitno razdvojene razvijene sisteme za prodajne i tehničke primjene poveže jedne sa drugima.



Sl.2.7 Informacioni sistemi u proizvodnoj oblasti (prema [SCE-88])

PPU

Planiranje proizvodnje i upravljanje (PPU) je klasična oblast primjene elektronske obrade podataka. Iako su za njihovo uvođenje u velikom broju industrijskih preduzeća poslednjih dvadesetak godina izdvojena znatna sredstva, nivo primjene još nije sasvim zadovoljavajući. Uzrok za to je da su mnoga preduzeća prilikom implementacije jednog tako složenog sistema preforsirana i tako "zaustavljena" na pola puta. Složenost potiče otuda što planiranje proizvodnje i upravljanje prate cjelokupan proces proizvodnje (v. lijevu granu Y-na na sl.2.7).

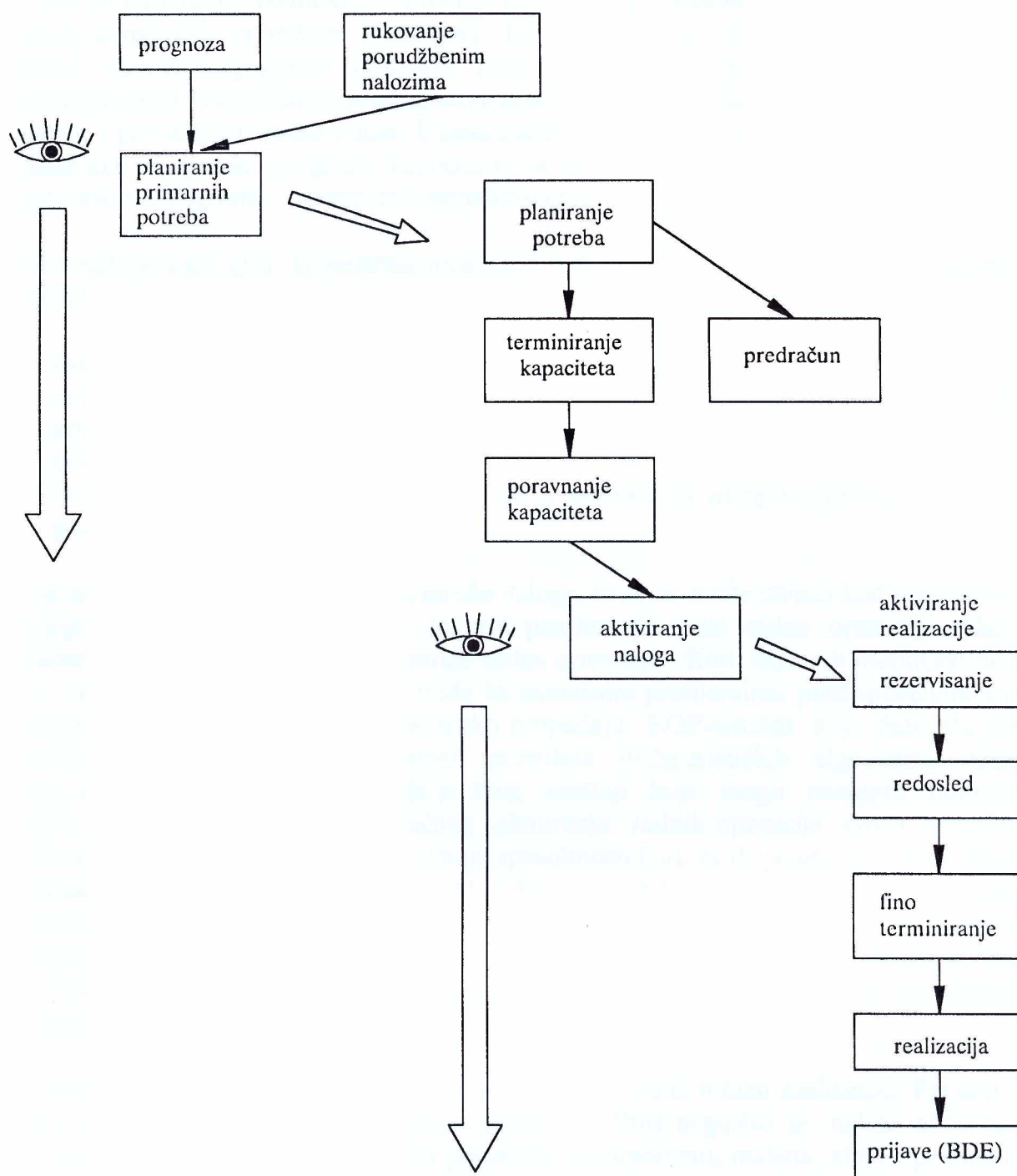
Istovremeno, brz razvoj hardware-a i software-a dovodi do brzog zastarijevanja implementiranih sistema i s toga do visokih troškova reorganizacije i modernizacije software-a.

Kako od strane ponuđača PPU-sistema, tako i od strane poznatih sopstvenih razvoja velikih industrijskih preduzeća, izgrađen je jedan jednoobrazan koncept planiranja. On prati zamisao sukcesivnog planiranja, tj. pojedini koraci planiranja, koji se oslanjaju jedan na drugog, se sprovode u vremenski i logički praćenom nizu. Ove korake planiranja prati jednoobrazno upravljanje osnovnim podacima.

Djelovi PPU-sistema su već prikazani u lijevoj grani Y-na na sl.2.7. Povezivanje oblasti proizvodnje sa oblašću prodaje se izvodi preko sistema upravljanja nalogima. Ovaj sistem ne spada uvijek u oblast planiranja proizvodnje i upravljanja, jer npr. kod serijske proizvodnje orjentisane na skladištenje mogu biti razdvojeni problemi upravljanja porudžbenim nalogima od planiranja i upravljanja orjentisanog na proizvodne naloge. Ali ako zahtjevi kupaca više utiču na proizvodnju, onda je neophodna tijesna veza ovih sistema. U okviru **upravljanja nalogima** se primaju porudžbeni nalozi, određuju termini, utvrđuju rezervacije i određuju u oblasti proizvodnje potrebni ulazni podaci za postavljanje proizvodnog programa. Kod proizvodnje orjentisane na želje kupaca (pojedinačna proizvodnja, varijantna proizvodnja) moraju se u okviru prijema naloga utvrditi informacije o cijenama. Za ovaj **predračun** je neophodan pristup osnovnim podacima iz oblasti proizvodnje (liste radnih komada, radni planovi, podaci o sredstvima rada).

U okviru **planiranja primarnih potreba** se utvrđuju potrebe proizvodnih količina koje treba proizvoditi u sledećem periodu na osnovu krajnjih proizvoda, krajnjih proizvodnih grupa i rezervnih djelova za slobodnu prodaju. Za ovo služe s jedne strane postojeći porudžbeni nalozi, a sa druge strane prognoze o očekivanoj prodaji. Kao što se vidi na sl.2.8, ovaj korak planiranja određuje naredne oblasti ekonomije materijala i vremena. Drukčije rečeno: greške, koje se mogu pojaviti kod utvrđivanja primarnih potreba, se odražavaju na kvalitet planiranja narednih koraka. Karakteristično za savremene implementirane PPU-sisteme je da je utvrđivanju primarnih potreba posvećeno premalo pažnje. Tako u mnogim sistemima nedostaju pogodne podrške prognozama, simulacioni modeli za blagovremeno uočavanje uskih grla materijala i kapaciteta, i optimizacioni modeli za utvrđivanje troškova i dobiti alternativnih proizvodnih programa. Razlog za ovu nedovoljnu podršku planiranju može biti taj da je u mnogim preduzećima utvrđivanje primarnih potreba prepušteno prodaji, koja utvrđuje vrijednosti prognoza, o kojima ona nema zadovoljavajuća znanja. Posledica je da se unosi osjetan nemir u oblast planiranja i upravljanja proizvodnjom, u kojoj hitni nalozi i izmjene u prognozama zahtijevaju često predisponiranje.

U okviru **ekonomije materijala** se podaci o primarnim potrebama, koji se odnose na krajnje proizvode, razdjeljuju na sklopove, elemente i materijale. Za to se kao struktura podataka koristi lista elemenata, koja opisuje sklapanje krajnjeg proizvoda iz komponenti. Rješenje liste elemenata je kod jako stupnjevite proizvodne strukture glavna oblast primjene EOP-sistema u oblasti proizvodnje. Postupkom posle koraka dispozicioniranja se utvrđuje da će svaki element samo jednom biti obrađen prema potrebama koje rezultiraju iz različitih nadređenih komponenti.



Sl.2.8 Primjer koncepta za obradu naloga (prema [SCE-88])

Uvođenjem skladišnih rezervi sprovodi se **bruto-neto-proračun**, a na kraju se utvrđuju, dodavanjem formula za veličinu serije, proizvodni nalozi za elemente u sopstvenoj proizvodnji, kao i potrebe za elementima iz tuđe proizvodnje. Potrebe za elementima koje treba nabaviti se tada predaju oblasti nabavke, dok se proizvodni nalozi predaju ekonomiji vremena.

U okviru **ekonomije vremena** se sprovodi **terminiranje kapaciteta**, u kom se proizvodni nalozi kombinuju sa radnim planovima. Tako se određuje pridodjeljivanje pojedinih radnih operacija grupama sredstava rada, i na osnovu grubog terminiranja već sprovedenog u okviru ekonomije materijala se takode mogu radne operacije vremenski urediti i pridodijeliti proizvodnim kapacitetima. Rezultat ovog radnog koraka su tada takozvani dijagrami pregleda kapaciteta, u kojima se npr. mogu uočiti u vidu štapićastih dijagrama opterećenja pojedinih grupa sredstava rada.

Ako nastupe uska grla kapacitetu, mogu se u okviru **poravnanja kapaciteta** primijeniti različite mjere izravnjanja. Ovdje spadaju:

- uvođenje prekovremenih časova rada odnosno dodatnih smjena,
- prebacivanje radnih operacija sa kritičnih grupa sredstava rada na funkcijski slične grupe sredstava rada sa slobodnim kapacitetom,
- povećanje intenziteta proizvodnje,
- vremensko pomjeranje radnih operacija u periode sa manjim opterećenjem istih grupa sredstava rada.

Dok se kod prvih mjera ne utiče na mrežu naloga, to se ne može izbjeći kod vremenskog pomjeranja. Naime, to znači da se kod pomjeranja neke radne operacije takode vremenski utiče na prethodne i naredne radne operacije. Kod složenih međuzavisnosti ovi vremenski obostrani uticaji vode ka zamašnim problemima predispozicioniranja (preraspodjele). Iz tih razloga višestruko propadaju EOP-sistemi koji žele da ovaj problem riješe uz pomoć jednostavnih prioriteta ili heurističkih algoritama. Osim toga, stabilnost rezultata planiranja je zbog smetnji koje mogu nastupiti relativno slaba, i stoga je kod vremenski tačnog planiranja radnih operacija često potrebno novo planiranje. To vodi ka favorizovanju sposobnosti ljudi za dispozicioniranje u okviru dijaloškog rješenja čovjek-mašina [ALD-85, GRU-87, SCH-89], naspram rješenja orjentisanih na batch-rad ili algoritme. Svakako treba primijetiti da principijelno složenost planiranja takode prevazilazi sposobnost čovjeka za dispozicioniranje, tako da kombinacija oba subjekta, naime uvođenje algoritama planiranja u dispozicioni dijalog, npr. primjenom ekspertnih sistema, obećava uspješno rješenje.

U okviru **aktiviranja naloga** se nalozi iz planiranja prevode u fazu realizacije. Pri tom se istražuje samo jedan isječak horizonta planiranja. Prije nego što se nalozi aktiviraju, sprovodi se ispitivanje raspoloživosti potrebnih komponenti, mašina, alata i personala. Kod automatske proizvodnje se mora takode ispitati postojanje NC-programa. Pošto je raspoloživost utvrđena, ispitani nalozi, čiji planirani termini starta su dati u utvrđenom periodnom rasteru, se dalje vode u proizvodnju.

U okviru **upravljanja proizvodnjom** se aktivirane radne operacije uređuju prema novim kriterijumima optimizacije saglasno grupama sredstava rada. Kao kriterijumi optimizacije se pri tom mogu primijeniti:

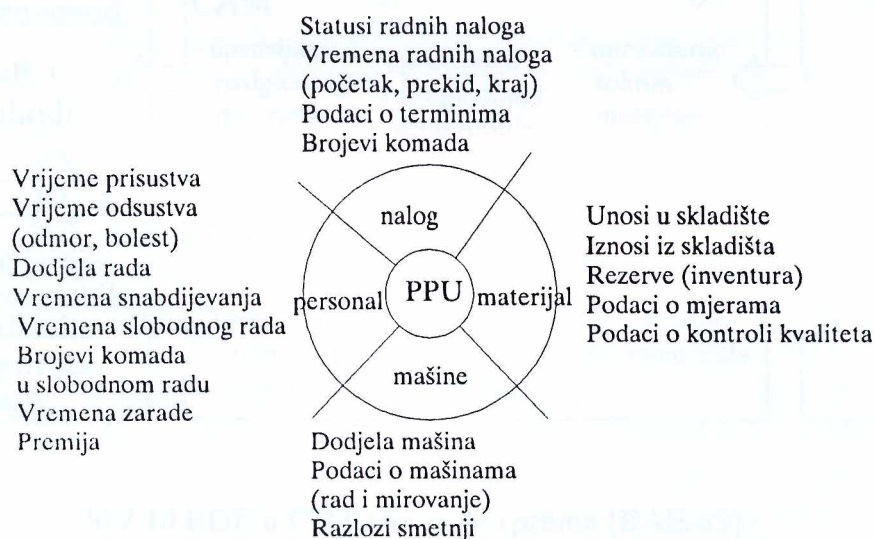
- smanjenje otpada kod optimizacije rezanja,
- izbjegavanje troškova ponovne pripreme,

- proizvodno-tehnički uslovi, kao ravnomjerno opterećenje određenih uređaja.

Zbog različitih zahtjeva sa gledišta rada ovdje mogu takode biti potrebne nove EOP-arhitekture. U okviru planiranja se po pravilu primjenjuju EOP-sistemi prilagođeni eksploataciono-ekonomskim kriterijumima. Istovremeno se rad EOP-sistema prilagođava radnom vremenu u "oblasti biroa", tj. sprovodi se jednosmjenski ili dvosmjenski rad za dijaloški saobraćaj. U okviru upravljanja proizvodnjom je ipak data tijesna veza za samom proizvodnjom, koja često radi u dvije, tri, četiri ili čak u pet smjena. Istovremeno je neophodna visoka fleksibilnost EOP-sistema u odnosu na priključke različitih perifernih uređaja. Ovi argumenti vode ka tome da se za upravljanje proizvodnjom često preduzima izmjena na više hardware-a orjentisanih na procesne računare.

Na priključku na upravljanje proizvodnjom se prijavljuju stvarni podaci preko rezultata u okviru dobijanja radnih podataka (BDE - Betriebsdatenerfassung). Ovdje se ističu:

- podaci koji se odnose na naloge (proizvodna vremena, proizvodne količine, kvaliteti),
- podaci koji se odnose na mašine (smetnje, vremena rada, prekidi, mjere održavanja),
- podaci koji se odnose na osoblje (vremena odsustava, dolasci/odlasci) i
- podaci koji se odnose na materijal (dolazak/napuštanje).



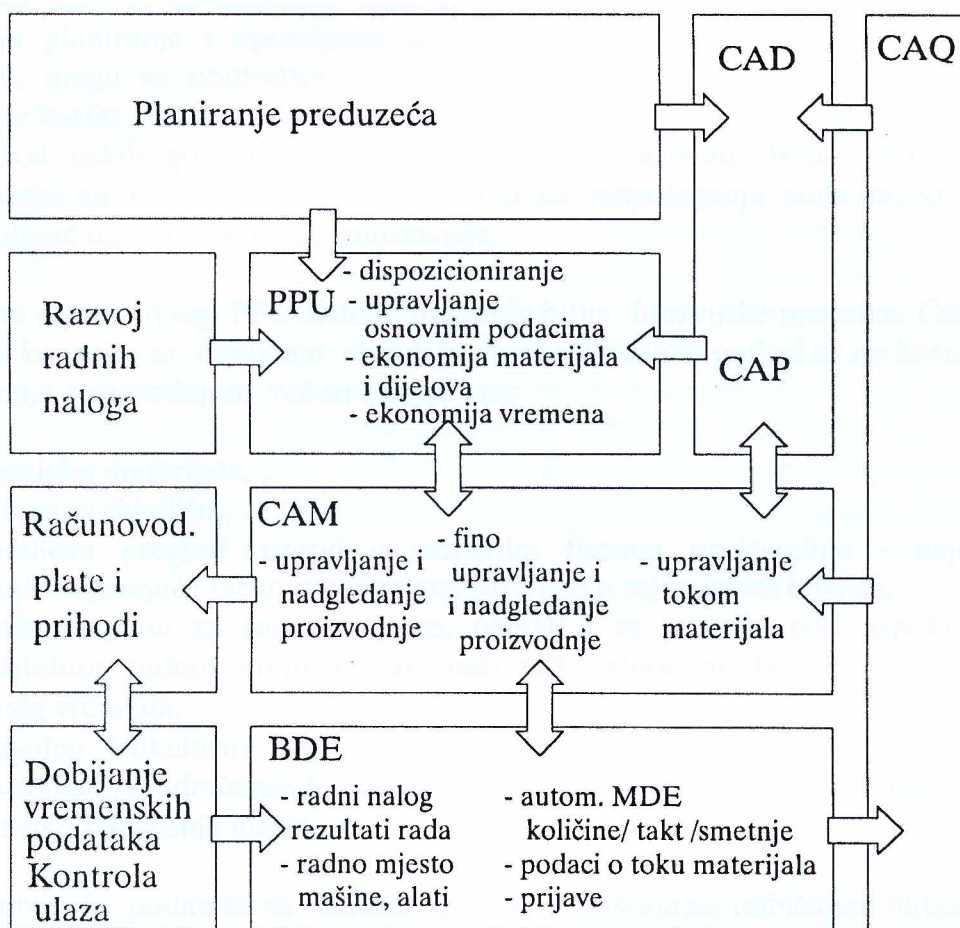
PPU - sistem planiranja proizvodnje i upravljanja

Sl.2.9 Šema BDE-funkcija za PPU-sisteme (prema [BAE-89]).

Dobijanje radnih podataka nije samo pretpostavka za aktuelno vremensko upravljanje proizvodnjom, već i infrastruktura za različite oblasti primjene. Tako se podaci koji se odnose na osoblje koriste za proračun bruto plata, a vremenski podaci koji se odnose na naloge za kalkulaciju koja se uporedo radi. Iz tih razloga se u okviru uporedne

analize traženih i stvarnih podataka mogu aktuelno kontrolisati ne samo količine, već i troškovi, da bi se pravovremeno radi korekcije djelovalo u proces proizvodnje.

Široke diskusije o načinu uvođenja CIM-a su dovele do nesigurnosti proizvođača i korisnika i prilično smanjile spremnost investiranja u oblast BDE/MDE (MDE - Maschinendatenerfassung - dobijanje podataka sa mašina). Ovakvo nepovjerenje je uticalo na proizvođače računara i software-a da se jače angažuju na proizvodnji kvalitetnijih software-skih paketa za oblast ekonomije vremena i dobijanja radnih podataka.



Sl.2.10 BDE u CIM-konceptu (prema [BAE-89]).

Takođe su proizvođači, koji za primjenu u industrijskom radnom okruženju imaju pogodne periferne terminalske sisteme, prihvatili izazov i razvili potpuno nova rješenja problema, koja omogućavaju uvođenje komponente BDE/MDE u CIM-koncept.

Fleksibilnost ovih stanica za davanje podataka i informacionih stanica "sa mjesta" omogućava prilagodavanje specifičnim slučajevima rada. Zahvaljujući u međuvremenu stvorenoj širokoj ponudi računarskih programa za dobijanje vremenskih

i radnih podataka, je bez daljnog moguće povezivanje BDE-sistema na postojeće komponente CIM-a - po pravilu na PPU-sistem.

Uvođenje CIM-komponente BDE/MDE (sl.2.10) je veoma važno za obezbjeđenje buduće konkurentnosti srednje velikih preduzeća na tržištu.

Potreba za kraćim vremenima isporuke robe kupcima vodi ka novim proizvodnim koncepcijama (npr. proizvodna ostrva), ka optimiziranim koncepcijama ekonomije materijala (*just-in-time*) i ka iskorišćenju svih organizacionih rezervi da bi se postigla minimalna vremena prolaza. Ove mjere su uspješne samo sa uvođenjem kvalitetnog i aktuelnog sistema za dobijanje podataka i informacionog sistema. Sve funkcije koje određuju planiranje i upravljanje događajima u preduzeću i time bitno utiču na troškove, mogu se obuhvatiti skupom pravila. Proces regulisanja je uvijek zavisen od najslabije karike. BDE ovdje ima funkciju sistema za blagovremeno upozorenje, da bi se kod uskih grla moglo hitno upravljački reagovati. Brze odluke su osnova preimućstva na tržištu. One su moguće ako na raspolaganju stoje tačno dobijene i pripremljene osnovne aktuelne informacije.

Na ovom mjestu mnogi PPU-sistemi pokazuju bitne funkcijske praznine. Ovdje pomažu pogodni koncepti za dobijanje radnih podataka. Dobijeni podaci se ne koriste samo za upravljanje proizvodnjom, već su osnova i za:

- dispoziciju materijala,
- ekonomiju skladišta,
- periodičan pregled rezervi u različitim fazama proizvodnje - najčešće zbog nezadovoljavajuće tačno procijenjene isporuke u mjesečnom bilansu,
- obračun isplata za radno vrijeme, učinak i za premije pod aspektom modela fleksibilnog radnog vremena, smjenski rad i slobodni dani na osnovu skraćanja radnog vremena,
- naknadna kalkulacija koja se odnosi na proizvod i tzv. uporedna kalkulacija (upoređenje predračunskih vrijednosti sa stvarnim vrijednostima), kao i
- statistike korišćenja mašina.

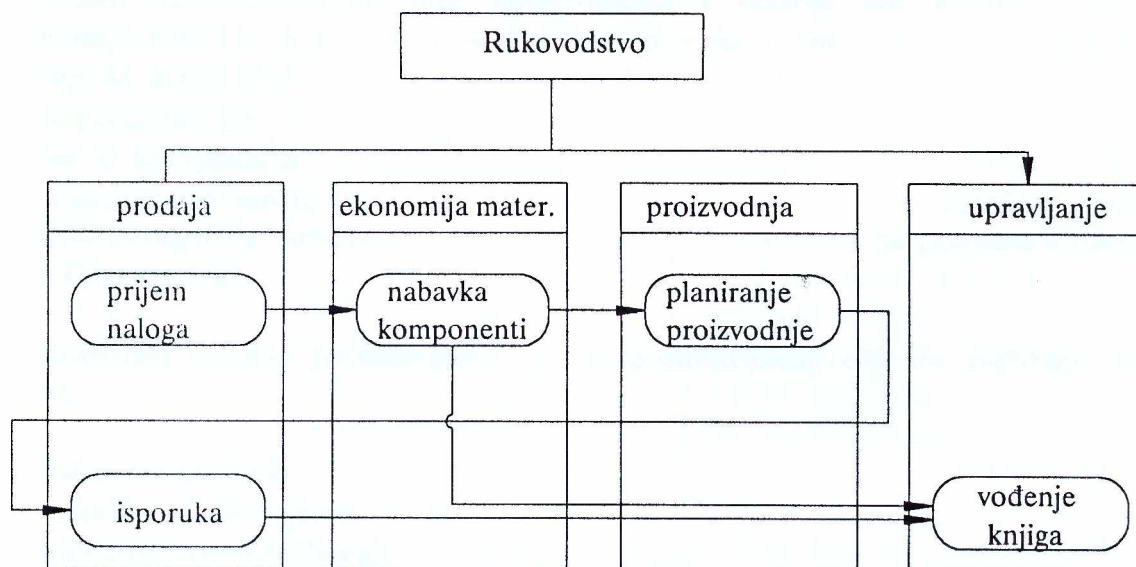
Kod dobijanja podataka sa mašina (dio BDE-sistema) se uobičajeni oblasni terminali za manuelni unos podataka kod BDE-sistema pomjera direktno na mašinu. Uz pomoć davača (npr. kontakata) ugrađenih u mašinu, terminal na mašini može automatski dobiti vremena rada mašina, vremena pripreme i vremena stajanja sa uzrocima smetnji. Pored njih treba dobiti automatski ili manuelnim unosom (tastatura, čitač bar-koda) i predati računaru podatke o završenim količinama u proizvodnji ili posebno pri snabdijevanju, kao i podatke o osoblju, radnim nalogima i druge podatke o procesu. Poslužitelj na mašini dobija na displeju informacije o proizvodnim količinama, razlozima smetnji, vijesti od PPU-računara i mnoge druge. Terminali se zbog različitih radnih uslova mogu parametrizirati s obzirom na funkcijske tastere, displejne tekstove i priključke čitača bar-koda. Kod modernih sistema se na nadređenom računaru vrši individualna parametrizacija terminala na mašinama.

Uvođenjem terminala na mašinama se mogu dobijanjem i vrednovanjem vremena korišćenja mašine, odnosno alata na mašini, dobiti podaci za preventivno staranje. Uz pomoć dobijenih podataka PPU-sistem može generisati stvarni pregled stanja mašina, tekućih radnih naloga, djelova, radnih operacija, broja komada itd. Dobijeni podaci su takode osnova za periodične preglede sa kumulativnim stepenom iskorišćenja, vremenima prekida, glavnim i pomoćnim vremenima koji se odnose kako na mašine tako i na troškove.

Ova statistika je mjera efikasnosti upravljanja proizvodnjom, kvaliteta mašina, ciklusa održavanja i iskorišćenja kapaciteta. Ona je takode kriterijum za odluke o investicijama za rezerve i proširenja.

Podaci o količinama gotovih proizvoda se predaju **upravljanju prodajom**, koje, pored ostalog, optimalno planira ture i jedinice za pakovanje.

Opisani proces jednog sistema za planiranje proizvodnje i upravljanje prati, dakle, od prijema naloga cjelokupan logistički lanac od ekonomije materijala, kupovine i proizvodnje sve do prodaje. Istovremeno se proizvode podaci koji su potrebni za prateće proizvodno-ekonomske sisteme vođenja finansijskih knjiga, proračuna troškova i obračuna plata. Na sl.2.11 je prikazan logistički lanac kod jedne tipično funkcijski orjentisane organizacije preduzeća, sa koje je jasno da lanac vodi poprečno ka funkcijski orjentisanom povezivanju preduzeća. Trenutno na PPU-sisteme kod tipičnih industrijskih preduzeća otpada 60% transakcija ukupne obrade informacija. Odatle je jasno koliko veliki uticaj imaju PPU-sistemi na oblikovanje organizacije procesa.



Sl.2.11 Logistički lanac (prema [SCE-88])

CAD

Zadatak konstrukcije (CAD) je razvoj proizvoda. Ovdje treba razlikovati novo konstruisanje, prilagodavanje u konstruisanju, varijantno konstruisanje i konstruisanje. Proces konstruisanja može se podijeliti u sledeće faze:

1. koncipiranje (analiza zahtjeva, razrada varijantnih rešenja, ocjena rešenja),
2. oblikovanje (konkretizacija koncepta rešenja, razvoj mjera, predstavljanje modela, ocjena rešenja),
3. detaljizacija (predstavljanje delova, ocjena rešenja).

Pri tom su ova tri koraka povezana jedan sa drugim na osnovu pojedinih rezultata ocjena i mogu se ciklički ponavljati. Treći korak predstavlja sa pripremom proizvodne osnove prelaz u planiranje rada. Bitne djelatnosti u okviru konstrukcije su:

- informisanje iz kartoteka i postojećih baza podataka,
- proračun opterećenja koja se mogu garantovati i tolerancija kojih se treba pridržavati,
- izrada crteža i
- sprovođenje tehničke i ekonomske ocjene razvoja.

Tipičan način rada konstruktora je pri tom funkcijski orjentisan, tj. polazeći od postavke zadatka biraju se funkcijski elementi i sklapaju da bi se razradilo rešenje. U fazi koncipiranja, u kojoj se razrađuju funkcijski plan i principska skica, oko 71% materijala je predstavljeno u grafičkoj formi, u fazi razvoja 95%, a u fazi razrade 65%. Odatle se vidi značaj kompjuterski podržane grafičke razrade. Sa saznanjem da su sa naprednom automatizacijom faze konstruisanja i razvoja sve važnije, kako za proizvodnju, tako i za organizaciono-ekonomske procese, a time i za troškove proizvoda, proširuje se oblast zadataka. To preuzima CIM-koncept. CAD se smatra funkcijom za obradu podataka koja se tijesno oslanja na grafički orijentisane funkcije konstruisanja. Pri tom je kompjuterska podrška najveća u fazama oblikovanja i detaljizacije, dok je kod koncipiranja novog proizvoda još uvijek nedovoljna. Obimni proračuni (metoda konačnih elemenata, simulacije opterećenja itd.) su povezani sa pojmom Computer Aided Engineering.

Za računarski interno predstavljanje nekog geometrijskog objekta razlikuju se tri modela:

- ivično predstavljanje
- površinsko predstavljanje
- zapreminsko predstavljanje.

Kod ivično orijentisanog modela se objekti predstavljaju preko ivica i tačaka. Ovakvo predstavljanje je pogodno za dvodimenzionalnu geometriju. Uz pomoć ivičnih modela se takode mogu napraviti i prostorne predstave objekata, ali one u opštem slučaju nisu jasne. Takode se ne mogu automatski izvesti presjeci i šrafure. Kod ravninski orijentisanog modela se "koža" nekog tijela odslikava geometrijski preko površina. Pri

tom su površine ograničene konturama, koje su rezultat dvije susjedne površine koje se dodiruju ili presjecaju. Tačke nastaju presjecanjem tri površine ili su karakteristična mjesta pri utvrđivanju elemenata konture. Zapreminski orijentisani model se dobija uz pomoć većeg broja teorijskih povezivanja različitih zapreminski orijentisanih osnovnih tijela. Od tako definisanog računarski internog prostornog modela mogu se projektovanjem dobiti različiti pogledi. Pošto su svi izvedeni od istog objekta, pogledi su logički povezani jedan sa drugim - za razliku od zasebno formiranih pogleda kod 2-D-modela - čime je njihov integritet obezbijeden. Zbog ograničenih mogućnosti ravanski orijentisanog modela postoji tendencija ka primjeni zapreminski orijentisanih predstavljanja.

Grafičke predstave objekata su takode polazište za proračun simulacionih ispitivanja. Ako su neophodne dvodimenzionalne predstave (npr. pri predstavljanju sistema vodenja), onda su dobri i ivični i ravanski model. Pored 2-D i 3-D sistema postoje i tzv. 2 1/2-D sistemi. Ovdje je opisan i memorisan jedan 2-D-pogled, od koga se uz pomoć neke matematičke operacije (rotacija i translacija) može napraviti trodimenzionalni model.

Kompjuterski podržani proces konstruisanja je od samog početka usmjeren na interaktivnu obradu. U prvom planu je kod svih koraka konstruisanja promjena rješenja preko interaktivnog procesa odlučivanja. Pri tom se uvode ekonomska pitanja i ocjenjuju tehničke alternative da bi se postiglo optimalno rješenje. Velika vremena računanja za izvođenje matematičkih operacija ili za izgradnju komplikovanih trodimenzionalnih slika mogu zahtijevati batch-obradu. Ona se tada startuje u dijalogu i odvija se kao pozadinski proces CAD-računara.

Na korisničkom interface-u između konstruktora i EOP-sistema koriste se pogodni instrumenti kao što su grafičke table, licht-pen ili maus-tehnika.

Za primjenu računara na radnom mjestu (radne stanice) je CAD oblast veoma pogodna. Ovdje se iz tehničkih razloga primjene grafičkih ekrana rano uveo sopstveni računar na radnom mjestu. Treba primijetiti da računar na radnom mjestu preuzima sve više funkcija obrade. Jedan put su to funkcije pripreme slike, drugi put sama podrška procesu konstruisanja. Tendencija je da se u jednom velikom računarstvu vrši upravljanje geometrijskim informacijama i informacijama o listama elemenata, a da se - sve do izuzetno obimnih računskih funkcija - sve CAD-funkcije obavljaju u računarima na radnom mjestu. Računar na radnom mjestu (engineering workstation) je po pravilu razvijeni mikrokompjuter.

Bitni razlozi za prepuštanje funkcija obrade radnim stanicama su, pored iskorišćenja tamo postavljenog grafičkog terminala, rasterećenje velikog računara, veća blizina korisniku i podrška decentralnim organizacionim mjerama. U odnosu na karakteristike hardware-a treba prije svega istaći mogućnost priključivanja različitih plotera i medijuma za unos (light-pen, maus, grafički meni, tableti itd.).

Pored tendencije da se funkcije iz velikih CAD-sistema prebace u radne stanice, raste i ponuda takozvanih low-cost-CAD-sistema, koji se od samog početka razvijaju za mikrokompjutere (npr. Auto CAD, CADdy, MiniCADD) i koji se sa host-računarom mogu povezati samo preko standardnih interface-a (filetransfer, terminalemulation).

CAP

U radnom planu se opisuje preobražaj nekog radnog komada od sirovine u gotov radni komad. Pri tom polazište može biti pojedinačni materijal, ili, kod djelatnosti orjentisanih na montažu, gotovi sklopovi ili elementi. Radni plan sadrži redosled postupaka za izradu nekog dijela, pridodjeljuje sredstva rada pojedinim postupcima i navodi propisana vremena i platne grupe. Polazna osnova za postavljanje radnog plana su geometrijski i tehnološki podaci. Geometrijski podaci se uzimaju iz crteža formiranih u konstrukciji. Istovremeno oni mogu sadržati i tehnološke podatke, npr. o osobinama materijala, tolerancijama, osobinama površina radnog komada itd. Dijelom je određivanje tehnoloških informacija predmet samog planiranja rada. Pri tom liste elemenata čine važnu podlogu za rad. Kod kompjuterski podržanog planiranja rada treba razlikovati da li se radni plan pravi za konvencionalnu proizvodnju ili za kompjuterski podržana proizvodna postrojenja (NC-mašine). U drugom slučaju radni plan se daje, odnosno dopunjuje NC-programima.

Pod kompjuterski podržanim proizvodnim postrojenjima se podrazumijevaju alatne mašine i mašine za rukovanje kod kojih informacije o putu i uključivanju prenosi kompjuter i u formi naredbi aktivira odgovarajuće funkcije kretanja i aktiviranja. Upravljanje putanjom znači da proračun putanje alata duž neke zadate konture radnog komada (geometrijski podaci) preuzima računar. Kao primjere za to ovdje treba navesti, pored klasičnih NC (Numerical Control)-mašina, i sa kompjuterom proširene CNC (Computerized NC), DNC (Direct NC) i robotske sisteme. O njihovim definicijama će nadalje biti riječi.

Dok kod konvencionalnih proizvodnih postrojenja upravljanje mašinom preuzima čovjek na osnovu informacija iz proizvodne dokumentacije (radni planovi i crteži), kod kompjuterski upravljanih proizvodnih postrojenja ove funkcije su sadržane u upravljačkim programima. Tako programi preuzimaju funkcije nosača informacija "radni plan" i "crtež", kao upravljača mašinom koji ove informacije prevodi u konkretne upravljačke mjere. NC-program se tako može smatrati i detaljnim radnim planom koji preko informacionih funkcija ispunjava i naredbene funkcije. Za NC-programiranje neophodna baza podataka je slična kao za manuelno planiranje rada. Polazne informacije su geometrijski podaci za utvrđivanje putanje rezanja alata, tehnološki podaci za vrijednosti koraka ili stezanja, podaci o alatima, sredstvima rada i materijalu.

CAM

Pojam CAM se ne primjenjuje jednoobrazno. Nekad se on odnosi jedino na upravljanje kompjuterski podržanih transportnih, skladišnih i proizvodnih mašina, a nekad obuhvata veoma široko područje i čine ga funkcije upravljanja proizvodnjom, kao što je to ovdje prikazano, koje su podređene pojmu planiranje proizvodnje i upravljanje. Nadalje navedene definicije pojmova slijede više prvu varijantu. Pojam kompjuterski podržanog planiranja rada (CAP) posjeduje pri tom čvrstu vezu kako sa Computer Aided Design (CAD), tako i sa upravljanjima obližnjih primjena CAM-a.

Automatizacija proizvodnje

Alatne mašine

Polazna tačka kompjuterski podržane proizvodnje su bile NC-mašine. Za njih je program bio zadavan preko bušene trake. Samo upravljanje je bilo čvrsto ožičeno. To znači da su izmjene samog upravljanja bile teško moguće. Takođe se izmjena NC-programa mogla sprovesti samo postavljanjem nove bušene trake. Da bi se omogućilo fleksibilnije rukovanje u tom smislu, razvijene su CNC-mašine (CNC=Computerized Numerical Control). Kod CNC-mašina je na alatnoj mašini postavljen mali računar, najčešće mikroprocesor, koji je preuzimao zadatke numeričkog upravljanja. Pri tom se direktno na mašini može izvoditi unos programa, a tako i lakše vršiti izmjene. Programi se mogu, kao i kod NC-mašina, zadavati i preko bušenih traka, ali tada stoje na raspolaganju za obradu u memoriji.

Kod DNC (Direct Numerical Control, ili negdje Distributed Numerical Control) sistema je više NC odnosno CNC-mašina povezano sa jednim računarom koji upravlja upravljačkim informacijama, dakle NC-programima (NC-programaska biblioteka) i blagovremeno ih raspoređuje na pojedine mašine. Takođe se na ovom centralnom računarima može izvoditi programiranje i izmjena NC-programa. DNC-računar se može preko upravljanja proizvodnim postrojenjima uvesti i za funkcije vrednovanja (ocjene) i funkcije dobijanja podataka (npr. za statistiku mašine).

Roboti

Kod automatskog upravljanja uređajima za rukovanje i robotima se javljaju slični problemi kao kod upravljanja alatnim mašinama. Osobenost ipak čini programiranje kod koga je, osim pomoću programskih jezika, moguće i programiranje u tzv. play-back i teach-in-režimu. Kod play-back postupka se robot kreće manuelnim vodenjem njegovog nosača alata ili hvataljke. Izvedeno kretanje se memoriše i prevodi u korisnički program za upravljanje robotom koji se može po želji pozivati. Kod teach-in programiranja se kretanje izvodi pomoću niza prekidača i tastera, a zatim se memoriše i stoji na raspolaganju za poziv po potrebi.

Nasuprot uobičajenom programiranju osobenost čini prije svega integracija prijava senzora i zahtjeva senzorskim podacima. Roboti mogu preko karakteristika senzora da dobijaju karakteristike radnih komada i alata i da na njih reaguju. Za to se kod robota može implementirati logika, sve do primjene tehnika vještačke inteligencije (ekspertni sistemi). Što se tiče programiranja robota važe isti iskazi o vezi geometrijskih i tehnoloških informacija, kao što je već prethodno generalno izvedeno.

Skladišni sistemi

Automatizovani proizvodni procesi zahtijevaju takode automatizaciju pripreme alata, radnih komada i materijala. Za to sve više koriste automatizovani skladišni sistemi. Njihov zadatak se sastoji u tome da upravlja skladištima i unosom i iznosom iz skladišta. Ovdje se takode sprovode optimizacije, pomoću kojih se npr. unos i iznos iz skladišta izvodi sa što je moguće manje kretanja. Ovi zadaci se mogu prebaciti u dedikirane (za to određene) upravljačke sisteme. Iz nadređenog sistema za upravljanje proizvodnjom se dedikiranom sistemu prenose samo odgovarajući podaci u vidu potrebnih količina u skladištu i vremena za pripremu. Ovaj sistem upravlja nalogima i prevodi ih prema kriterijumima optimizacije u upravljačke naredbe. Primjena dedikiranih sistema ima smisla, jer upravljanja moraju biti izvedena vremenski tačno, a za to se primjenjuju real-time operativni sistemi, tako da je potreban specijalan računar (procesni računar). Dedikirani podsistem komprimovane podatke o rezervama djelova u skladištu itd. predaje nadređenom PPU-sistemu.

Transportni sistemi

Za upravljanje transportnim sistemima se koriste podaci o položaju vozila, mjestima polaska i cilja kao i o robi koja se prenosi. Stanice su pridodijeljene grupama sredstava rada i skladištima. Ako transporti treba da se izvode odmah posle završetka neke radne operacije, transportni sistem se može koristiti kao automatski davač informacija za BDE-sistem, koji će informaciju statusa "radna operacija završena" dalje predati.

Kombinacija automatizovanih skladišnih i transportnih sistema otvara nove mogućnosti za upravljanje proizvodnjom. Poznato je da značajan dio vremena prolaza radnih naloga kroz sistem otpada na vrijeme transporta i ležanja; jačanjem logistike unutar preduzeća vrijeme prolaza se može bitno skratiti. Ako je stalno poznato u kojoj fazi izvršenja se neki nalog (radna operacija) nalazi, a automatizovani skladišni i transportni sistem se brine za to da se određeni nalog u okviru skladišnog sistema može odmah identifikovati, potražiti, iznijeti ili unijeti u skladište i transportovati, mogu se primijeniti fleksibilni postupci upravljanja koji reaguju na kratkoročne događaje.

O radnim stanicama, transportnim i skladišnim sistemima u okviru FPS-a će biti više rečeno u odjeljku 5.

Kompjuterom podržane organizacione forme za fleksibilizaciju proizvodnje

Kombinacijom različitih kompjuterom podržanih sistema u proizvodnji izgradile su se nove organizacione forme. One potvrđuju da primjena EOP-sistema može duboko prodrijeti u strukturu organizacije, a sa druge strane korišćenje EOP-a tek sa kreativnim prihvatanjem njenih mogućnosti dovodi do prelaska na nove organizacione strukture. Svim sistemima je zajedničko da se u njima teži jačoj integraciji funkcija. Pojedine organizacione forme predstavljaju korake razvoja sve veće integracije automatizovanih proizvodnih uređaja, a djelimično su paralelni razvoji koji se mogu međusobno ograničavati. Nadalje će biti predstavljene neke tipične organizacione forme.

Obradni centri

Obradni centar je mašina koja raspolaže NC-upravljanjem i automatskom izmjenom alata i koja omogućava izvođenje više operacija u jednom stezanju. Klasični obradni centar je npr. centar za glodanje i bušenje. Obradni centri se koriste u maloserijskoj i srednjeserijskoj proizvodnji i ekonomični su i za radne komade sa veoma visokim stepenom složenosti i za male brojeve komada. Objedinjavanjem više radnih operacija se vrijeme prolaza značajno smanjuje nasuprot organizacije sa podijeljenim operacijama.

Fleksibilne proizvodne ćelije

Jedna fleksibilna proizvodna ćelija se sastoji, pored automatizovanih mašina, od privremenog skladišnog sistema za radne komade i od automatske stanice za stezanje i utovar. Dodatne kompjuterom podržane funkcije mogu biti kontrola loma alata, mjerenje istrošenosti alata, varijabilno kodiranje mjesta za alate i automatsko nadgledanje vremena rada alata. Tako je fleksibilna proizvodna ćelija cjelina sklopljena od više numerički upravljanih alatnih mašina, koje automatski obrađuju slične radne komade tokom dužeg vremenskog perioda. Ako se snabdijevanje radnim komadima i njihovo odnošenje takođe automatizuje, fleksibilne proizvodne ćelije mogu samostalno raditi.

Fleksibilni proizvodni sistemi

Fleksibilni proizvodni sistemi su definisani u tački 2.1.

Proizvodna i montažna ostrva

Ove organizacione forme su manje vezane za primjenu kompjutera, već je kriterijum taj da se u jednom proizvodnom ili montažnom ostrvu od datog polaznog materijala gotovo samostalno proizvode ili montiraju sklopovi ili krajnji proizvodi. Za to potrebna sredstva rada su sastavljena prema toku proizvodnje. Iako se proizvodna ili montažna

ostrva mogu opremiti i za manuelne oblike obrade (razlog za to je veća integracija tokova i time skraćenje vremena prolaza, uz istovremeno povećanje motivacije radnika), postoji tijesna veza sa prije pomenutim kompjuterski podržanim organizacionim formama. Tako se proizvodno ostrvo može organizovati u vidu jednog fleksibilnog proizvodnog sistema, u kom upravljački računar sprovodi za istraženi spektar djelova funkcije planiranja ili konkretne upravljačke funkcije za mašine uključujući transport i skladište. Važan kriterijum za proizvodno ostrvo je da su svi resursi potrebni za proizvodnju u ostrvu u njemu uređeni i da su mu pridodijeljene autonomne funkcije planiranja i upravljanja. Izbor djelova pogodnih za ćelijsku proizvodnju ili montažu se može izvršiti statističkim ispitivanjem sličnosti. Iako bi ostrvo trebalo da bude autonomno, ne treba ispustiti iz vida činjenicu da se pojavljuju veze između različitih ostrva, u kojima se proizvode različiti spektri djelova. Do njih dolazi kada se posle reorganizacije naoko pogodnih djelova u ostrvu trebaju proizvoditi takode slični djelovi koji ne zadovoljavaju sasvim idealne zahtjeve. Tada djelovi za neke radne operacije napuštaju ostrvo i u nekom momentu se ponovo uključuju u ostrvo. U tom slučaju upravljački sistem mora biti u stanju da prati ovo kretanje radnih naloga. Time se pred fleksibilnost upravljačkog sistema ostrva postavljaju značajni zahtjevi. Takve funkcije su sadržane u komformnom PPU-sistemu, tako da ponovo nastupa čvrsta veza između tehnički motivisanih organizacionih formi i funkcija planiranja proizvodnje i upravljanja.

Fleksibilne transfer linije

Prikazane organizacione forme za manje proizvodne količine utiču i na proizvodnu tehniku za masovnu proizvodnju, što se u opštem slučaju može vidjeti kod transfer-linija. Kod fleksibilnih transfer-linija se teži mogućnosti brzog ponovnog snabdijevanja sistema i time brzog prilagođavanja novim radnim nalogima. Istovremeno su zadržane generalne karakteristike jedne transfer-linije (usmjereni tok materijala i taktna dalja predaja radnih komada kod optimiziranog layout-a obradnih stanica). Fleksibilnost transfer-linije se odnosi na sve njene komponente, dakle na upravljanje transportom, tok materijala i pojedinačne obradne stanice.

CAQ (Computer Aided Quality Ensurance)

Pitanja obezbjeđenja i ispitivanja kvaliteta prate čitav tok materijala, počevši od ulaznog ispitivanja materijala, ispitivanja kvaliteta samog proizvodnog procesa, pa do krajnje kontrole gotovih proizvoda. Ona su sve značajnija, jer kasno otkrivanje greške vodi ka povećanim troškovima. U nekim preduzećima troškovi obezbjeđenja kvaliteta čine čak 50% troškova proizvodnje. Podrška primjenom kompjutera se odvija u dvije ravni. S jedne strane se ispitivanja sve više izvode pomoću automatizovanih uređaja (instrumenata za analizu, senzora, brojača itd.), a sa druge se planiranje operacija ispitivanja sprovodi analogno kompjuterski podržanom planiranju proizvodnje. Za planiranje ispitivanja kvaliteta su u oblasti statistike i operacionih istraživanja razvijeni brojni postupci. Generalno treba primijetiti da postoji tendencija ka integraciji

ispitivanja kvaliteta u sami proizvodni proces. Kompjuterom podržano planiranje kontrole kvaliteta se odnosi na podršku administrativnom postupku. Plan ispitivanja kvaliteta za neki dio čini neku vrstu radnog plana u smislu PPU-a. Za memorisanje planova ispitivanja se mogu postaviti sopstveni sistemi, ili oni čine zasebne radne operacije u okviru proizvodnog radnog plana.

Sve je važnije sprovođenje ispitivanja na licu mjesta, pri čemu ispitivanje varijabli zbog visokog sadržaja informacija dobija sve veći značaj [WIT-89]. Ovi zahtjevi se mogu savladati samo sa automatskim dobijanjem podataka i većom primjenom sistema za ispitivanje i testiranje. Važan zahtjev CAQ-sistemu je integracija takvih ostrva za ispitivanje. Pri tom je od velikog značaja da se ti sistemi ne izoluju, već da se uključe u cjelokupan organizacioni proces. Poseban značaj ima računar predviđen za podršku obezbjeđenju kvaliteta koji integriše različite sisteme za ispitivanje u jedno jednoobrazno CAQ-rješenje. Ovi sistemi moraju biti integrisani ukoliko je u njihovom obimu funkcija predviđena razmjena podataka.

CAQ-BDE integracija

U mnogim slučajevim se više ne može tačno razlikovati da li se radi o podacima iz tekuće proizvodnje (npr. mjerni podaci, vremenski podaci, podaci o personalu, podaci o količinama, podaci o mašinama), o radnim podacima, podacima kvaliteta i sl. U modernom konceptu se takvi podaci moraju iznova strukturisati i obraditi. Pri tom je sa tačke gledišta kvaliteta interesantno obraditi ne samo mjerne podatke, već i npr. podatke o količinama. Ove podatke ne treba dobijati ponovo za CAQ-sistem, već ih od drugih sistema staviti na raspolaganje CAQ-sistemu. Tako je posebno za radnika na licu mjesta u proizvodnji za očekivati samo jedna prijemna stanica preko koje se mogu dobijati svi radni podaci kao npr. mjerni podaci za regulisanje mašina, podaci o osoblju i vremenski podaci za dokumentaciju (npr. ko je u kom vremenu za kvalitet na kojoj mašini bio odgovoran), podaci o količinama za kasniju statistiku kako za kvalitet tako i za proizvodnju.

Problemi na koje je ovdje ukazano se ne mogu riješiti sa današnjim standardnim CAQ ili BDE-sistemima, jer posebno svi BDE-sistemi zakazuju u jednom integracionom okruženju! Ovi problemi su posebno veliki podsticaj za sve BDE-sisteme.

Integracija CAQ-sistema u druge EOP-sisteme je tek započela i sledeći koraci slijede i moraju slijediti. Posebno slijede u skoroj budućnosti naredni integracioni koraci u operativnoj oblasti, tako da npr. budu zatvorena pravila regulisanja u oblasti WSST (Werkstattsteuerung- fino terminiranje). Posebno u oblasti ukupnog dobijanja radnih podataka (BDE) moraće biti razvijeni novi BDE-sistemi sa mnogostrukim interface-ima, takođe i ka CAQ-sistemu.

Do danas se još nije vodilo računa o interface-ima npr. u oblasti održavanja, iako se tu bitno utiče na kvalitet. I tu treba u budućnosti riješiti probleme i interface-e. Osim toga se moraju dalje razvijati različiti EOP-sistemi u oblastima planiranja, pri čemu se

posebno funkcije planiranja kvaliteta, razvoja, konstrukcije, pripreme rada i planiranja ispitivanja moraju integrisati, da bi se napravio korak naprijed u pravcu "budućnosti".

Održavanje

Zbog napredne automatizacije je u industrijskim preduzećima za mjere održavanja angažovana većina radnika zaposlenih u proizvodnji. Ovdje se razlikuje predupredujuće održavanje i održavanje u slučaju ispada. Kod predupredujućeg održavanja se na osnovu plana održavanja neka mašina ili dio mašine zamjenjuje, odnosno nadgleda. Optimizacioni postupci u smislu optimalnog intervala održavanja, veličina grupe za održavanje i kombinacija postupaka održavanja su teme modela za predupredujuće održavanje razvijenih u okviru operacionih istraživanja.

Što se tiče EOP-podrške mjerama održavanja, ona se može, kao kod obezbjeđenja kvaliteta, primijeniti za planiranje mjera analogno planiranju radnih naloga. Za mjere održavanja koje se često izvode mogu se postaviti isti postupci za pripremu rada kao kod uobičajene proizvodnje. Usko povezana sa ovim problemom je dispozicija potrebnih rezervnih djelova. Uobičajeno je da se rezervni djelovi mašina, koji služe za formiranje postrojenja, uporedo poručuju. Dodjeljivanje rezervnih djelova mašina čini neku vrstu strukture liste djelova. Pri tom, nasuprot upravljanju proizvodnom listom djelova, ovdje nije opisana čitava mašina, već samo za mašinu pripremljeni rezervni djelovi. Analogno opštem upravljanju listama djelova, mogu se praćenjem ovih struktura podataka formirati uputstva za primjenu za određene rezervne djelove, da bi se prepoznali rezervni djelovi koji više nisu potrebni. Ugradnja nekog rezervnog dijela u mašinu može se interpretirati kao proizvodni nalog, tako da se ovdje može preuzeti zamisao upravljanja proizvodnjom i praćenja radnih naloga.

TQC

TQC je takode sadržano u konstruisanju proizvoda i planiranju procesa, planiranju proizvodnje i upravljanju, i normalno i u samim proizvodnim procesima. Konstruisanje proizvoda i planiranje procesa obuhvataju standarde za konstruisanje, metode analize, i razvoj funkcija kvaliteta. Planiranje proizvodnje i upravljanje uključuje i planiranje i upravljanje funkcijama kvaliteta, pošto prethodna funkcija povlači za sobom konstruisanje mehanizma kvaliteta i njegovu integraciju sa različitim aspektima procesa konstruisanja. Funkcije planiranja i upravljanja uključuju i planiranje upravljanja kvalitetom i u fabrici i u prodaji.

JIT

Kod konstruisanja proizvoda i planiranja procesa JIT sadrži u sebi konkurentске proizvode i procesno inženjerstvo radi sagledivosti konkurentnosti. JIT planiranje proizvodnje i upravljanje sadrži preciznije planiranje sa veoma dobro sagledivim

povratnim uticajem na stanje rada i zaokružuje učešće isporučioaca. Proizvodni procesi za JIT uključuju učešće svih zaposlenih i širu obuku, reorganizaciju radnih mjesta i standardizaciju. Takođe su bitni minimizacija vremena pripreme i rad sa malim serijama.

Ovaj ideal slijede mnoge kompanije u USA, Japanu i Evropi. U USA su npr. IBM, Apple i Deere konstruisale, izgradile i sada koriste fabrike budućnosti [BRA-89]. Ipak, neke od složenih poslova u montaži koje je teško automatizovati, još uvijek obavljaju ljudi. Planiranje, tok materijala i većina proizvodnih operacija su automatizovani. Danas su samo neke operacije potpuno automatizovane, u kojima je zadatak ljudi održavanje opreme. U jednom dužem periodu čak i mnoge od ovih operacija održavanja mogu biti automatizovane.

2.5.2 FPS i fabrika budućnosti

Za ogromnu većinu preduzeća put ka fabrici budućnosti je moguć samo postepenim, dobro isplaniranim uvođenjem njenih komponenti [EVE-89, FIN-89, LEC-86]. Pošto se NC-tehnika već duboko ukorijenila, a CAD/CAM se uvodi na širokom frontu, sledeći korak su FPS. S toga se FPS često svjesno postavlja kao kamen temeljac na ovom putu ka fabrici budućnosti, da bi se sa novom tehnologijom sakupljalo iskustvo i da bi se moglo obučavati osoblje [HOL-85, TUF-88, WAR-85].

Ako se posmatraju sledeći faktori:

- visoke investicione otplate proizvodnje kod obradnih centara, FPS-a, CAD/CAM-a, CIM-a,
- rapidno rastuća primjena takvih tehnologija,
- sve veći zahtjevi za fleksibilnošću proizvodnje koji dolaze od tržišta,

vidi se da oni predstavljaju znatan rizik za konkurentnost konvencionalno postavljene proizvodnje.

Sa niskom fleksibilnošću se niti mogu iskoristiti u punom obimu prednosti uvođenja CAD/CAM sistema, niti se može naći promišljen ulazak u CIM. Automatizacija toka materijala i kontrolnih djelatnosti ne može biti toliko ekonomična kao sa uvođenjem FPS-a.

Tehnički napredak u oblasti proizvodnje ide sve brže naprijed i stvara potencijal za povećanje produktivnosti, da bi se i dalje zadržala konkurentnost na svjetskom tržištu.

Kod mašina i postrojenja se uočava razvoj ka potpuno povezanim procesima, pri čemu su pojedini automatizovani sistemi za obradu komada, tok materijala, montažu i kontrolu sve više međusobno povezani preko računara. Što se tiče software-a, u budućnosti će biti pojedina segmentna rješenja za neke funkcije integrisana u sisteme za planiranje proizvodnje, upravljanje i nadgledanje (PPU-sistemi). Na kraju stoji

kompjuterski integrisana proizvodnja (CIM), kod koje su svi bitni hardware-ski i software-ski procesi međusobno povezani. Kod kombinacije CAD/CAM i FPS su takve veze već realizovane [BEI-89, EVB-89, FRE-89, HEU-89, HOL-85, KOL-88, RIW-89 SCH-88].

FPS, kao sistem koji obrađuje i izdaje podatke, je logičan i potreban korak na putu ka CIM-u. Put ka CIM-u se ne može ostvariti u jednom skoku od jednostavnih NC-mašina ka potpuno povezanom procesu. Kompjuterski podržana proizvodnja sa automatskim mašinama i postrojenjima mora se postepeno uvoditi i uvježbavati. Osim toga, inovaciona sposobnost i finansijska moć preduzeća nisu dovoljno velike da bi se takav razvoj mogao munjevito izvršiti. Pošto su pojedini koraci na putu ka CIM-u najčešće u biti naučni, nama razloga da se oni dalje postepeno ne razvijaju. FPS je pravi korak u tom pravcu.

Ovo je posebno važno za srednja i mala preduzeća, koja su dosad, u poređenju sa serijskim proizvođačima, imala veće troškove proizvodnje po komadu. Jedan FPS omogućava, posebno kod proizvodnje male serije proizvoda i kod složene obrade, fleksibilnu, automatsku proizvodnju sa malo personala. Sa FPS-om je od sada moguće kompenzovati nedostatke troškova plata i postići slično nizak nivo troškova proizvodnje kao do sada kod velikoserijske proizvodnje. Visina ukupne redukcije troškova preko svih vrijednosti troškova zavisi prvenstveno od specifičnog oblikovanja FPS-a, jer za jedan FPS mogu biti praćeni različiti ciljevi, između kojih postoji konkurencija.

3 ZADATAK RADA, CILJ I POLAZNE OSNOVE

Realizacija jednog fleksibilnog automatizovanog toka materijala, kao centralnog problema kod FPS-a, predstavlja korisniku i ponuđaču najveće probleme zbog velikog broja postojećih interface-a, kao i zbog velikog spektra radnih komada.

Pored tehničkih teškoća kod toka materijala, koje se moraju savladati pri instalaciji fleksibilnih proizvodnih sistema, tehnika vođenja za upravljanje ovim sistemima dobija sve više na značaju upravo kod izgradnje i nadgradnje takvih sistema. Još uvijek nedostajući standardi za interface-e, veliki troškovi za upravljački software, radovi na prilagođavanju kod izmjena i proširivanja sistema, nepostojeći jednoobrazni interface-i čovjek-mašina, itd., predstavljaju takođe jako ograničenje s obzirom na zahtijevanu fleksibilnost proizvodnog sistema. Neophodno visoko iskorišćenje sistema često nije postignuto zbog nedostajućih funkcija planiranja i strategija za slučaj smetnji koje nisu dovoljno razrađene.

Iz svega ovoga jasna je neophodnost upravljačkih koncepata koji kroz svoju modularnu strukturu uz primjenu standarda za interface-e itd., uzimaju u obzir informaciono-tehničke zahtjeve za upravljanje fleksibilnim proizvodnim sistemima. Ovi koncepti zahtijevaju računare na radnom mjestu povoljne cijene (personalni kompjuteri), koji se međusobno mogu povezati preko lokalne mreže. Osim modulariteta, pred upravljačke programe treba postaviti zahtjeve za proširivošću, lakom prilagodljivošću na zahtjeve kupaca i za povoljna rješenja s obzirom na cijenu.

Zadatak ovog naučnog rada je istraživanje i razvoj decentralizovanog sistema upravljanja automatizovanim fleksibilnim proizvodnim sistemima podržanim računarom.

U okviru teme će posebno biti obrađeni:

- pregled i analiza dosadašnjih istraživanja u oblasti decentralizovanih sistema upravljanja kod FPS,
- razvoj novog decentralizovanog sistema upravljanja na modularnom principu i
- provjera razvijenog sistema upravljanja na FPS-u instalisanom na Institutu za mašine alatke i proizvodnu tehniku (Institut fuer Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik - wbk) u Karlsruhe-u.

Pri tome su uspostavljena sledeća ograničenja:

- kao računar za vođenje je predviđen jedan programabilni automat da bi se garantovala obrada informacija bliska procesu;
- realizacija software-a treba da bude izvedena u programskom jeziku C nezavisnom od operativnog sistema;

Sistem upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemom koji će u ovom radu biti razvijen, koordinira sa logičkog stanovišta tokom materijala i tokom informacija.

Upravljački zadaci u ravni vođenja procesa će biti podijeljeni u sledeće modulske jedinice:

- upravljanje proizvodnim radnim nalogima,
- upravljanje tokom materijala orijentisano na radne naloge,
- opslužna komunikacija i
- primanje (dobijanje) radnih podataka i podataka od mašina.

Modul upravljanja proizvodnim radnim nalogima treba da izvršava postavljene zadatke. Takođe, ovo upravljanje prouzrokuje raspodelu i obradu radnih komada na mašinama saglasno definisanim nalogima, a po kompletno završenom nalogu slijedi informacija sistemu za fino terminiranje proizvodnje.

Organizacija toka materijala je centralni zadatak svih FPS-a. Vremenska sinhronizacija na radne naloge orijentisanih kretanja, skladištenje i upravljanje materijalom su zadaci ovog modula. U okviru upravljanja tokom materijala će biti razmatrana i razvijena strategija odlučivanja i opsluživanja mašina i uređaja prema odabranim kriterijumima i prioritetima.

Opslužna komunikacija tj. razmjena informacija između računara i opslužnog osoblja će obuhvatiti:

- poziv funkcija za snabdijevanje i stezanje,
- informisanje osoblja o stanju sistema,
- mogućnosti reagovanja i otklanjanja grešaka u slučaju smetnji.

Informacije o stanju i završenom radu pojedinih komponenti sistema upravljanje tokom materijala koristi za vođenje sistema.

4 SISTEMI UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA

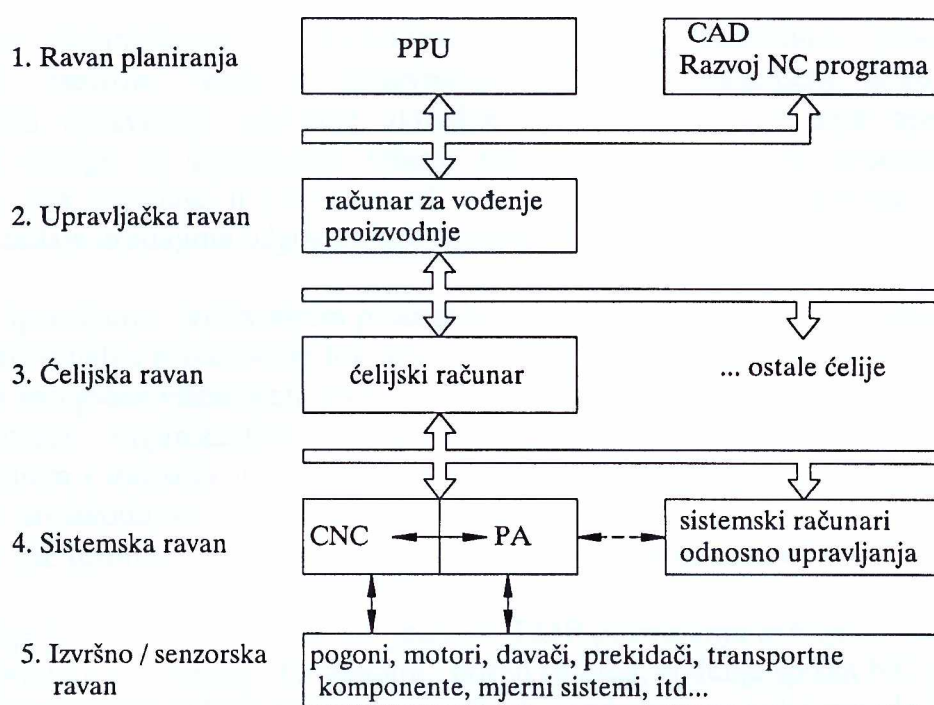
Fleksibilnim proizvodnim sistemima su u prvoj generaciji upravljačkih sistema upravljali hijerarhijski sistemi implementirani na jednom centralnom računar. Centralni sistemi upravljanja ipak imaju neke mane: krajnje su komplikovani, teški za razvoj i zahtijevaju velike troškove održavanja. Pri ispadu centralnog računara pogođen je čitav sistem. Da bi se smanjio rizik ispada kompletnog sistema ugrađuje se backup-računar. U stvari, zbog uređaja za prepoznavanje grešaka i za prenos na backup-računar uvećavaju se kompleksnost i cijena sistema. Osim toga, teško je proširenje kapaciteta računara sistema.

Sistemi za vođenje fleksibilnih proizvodnih sistema, koje danas na tržištu nude pojedini proizvođači, odgovaraju samo pojedinačnim slučajevima primjene [FRI-87]. Na nekim institutima u svijetu je danas predmet razvoja i istraživanja konfigurativni software za računar za vođenje FPS-a. Razvojne tendencije su detaljno planiranje i optimizacija toka proizvodnje [MER-85, ZHW-89, WIE-87], uspostavljanje diskretnih pravila nadgledanja radi izbjegavanja nedozvoljenih radnih stanja [BAH-86, NYH-89, KER-89] i ostvarivanje dijaloških konfiguracionih interface-a za univerzalno prilagođavanje upravljačkog software-a za različita proizvodna sredstva [SCN-89, NAU-88, FRI-87]. Kod računarski internog predstavljanja upravljanja tokom, informaciono-tehničke forme opisivanja koje se uvode su po jednim na naučnim osnovama formirani sistemi zasnovani na tabelama odlučivanja, a po drugima informatičke metode teorije grafova [LUT-88, GRO-88, NAU-88].

4.1 FUNKCIJE SISTEMA UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA

Uopšteno se kod upravljanja do sada realizovanim fleksibilnim proizvodnim sistemima [BEN-84, DOL-87, KOH-88, MIN-87, RUM-86, SCH-87, SCH-91, THU-87, UMB-84, WEC-90, ZEE-84] može prepoznati hijerarhijska struktura prikazana na sl.4.1. U takvoj računarskoj strukturi se u ravni planiranja vrši planiranje naloga, planiranje proizvodnje, konstruisanje i priprema rada. U pripremu rada spadaju, pored ostalog, grubo terminiranje kapaciteta, postavljanje plana rada, pravljenje NC-programa i priprema sredstava rada.

Za pretvaranje radnih naloga koje je zadala ova nadređena ravan u plan angažovanja mašina, organizaciju i upravljanje svim procesima u sistemu, za dobijanje stanja sistema i za preduzimanje mjera u slučaju smetnji su zadužene sledeće dvije računarske ravni, označene kao ravan vođenja FPS-a i ćelijska ravan. Dok se u ravni za vođenje preduzima koordinacija rada ćelija, u ćelijskoj ravni se koordiniraju ćelijski interni tokovi. Raspodjela naloga po pojedinim obradnim mašinama, zahtjevi za potrebnim sredstvima rada ili građenje lista čekanja naloga su tipične funkcije ćelijske ravni.



Sl.4.1 Hijerarhijska struktura upravljačke tehnike za FPS (prema WZL-Aachen)

Pojedine komponente postrojenja posjeduju autonomna inteligentna upravljanja (CNC, PA), koja izvedu samostalno veliki dio funkcija za obradu i tok materijala i koja čine četvrtu upravljačku ravan. Ova upravljanja su u vezi sa računarom za vođenje FPS-a preko sistema za prenos podataka. Računar za vođenje prenosi podređenim upravljanjima potrebne transportne i obradne vrijednosti, prima od njih prijave statusa i smetnji i tako opslužnom osoblju nudi mogućnost centralnog nadgledanja i pristupa.

Proučavanjem postojećih rješenja upravljačkih sistema za FPS, uočeno je da se zadaci računara za vođenje FPS-a mogu, kod upravljanja i nadgledanja procesa, polazeći od gore opisane hijerarhijske strukture, povezati u sledeće funkcijske blokove:

- dispozicioni zadaci,
- organizacioni zadaci,
- operativni upravljački zadaci,
- zadaci nadgledanja,
- zadaci praćenja,
- komunikacioni zadaci.

Računarskoj ravni za vođenje FPS-a nadređena priprema rada (PR) preduzima grubo terminiranje kapaciteta za jedan određeni period planiranja. Računar za vođenje preuzima od PR proizvodni program koji obuhvata proizvodne naloge za ovaj ograničeni vremenski period. Dalje, u okviru planiranja proizvodnje PR proizvodi radne planove za radne komade. Iz obima naloga i iz radnih planova upravljanje proizvodnjom pravi plan angažovanja mašina, tj. vremensku raspodjelu radnih operacija na radne stanice.

Funkcije za organizaciono i operativno upravljanje proizvodnim procesom su obuhvaćene nazivom "vođenje proizvodnje". Stalnim praćenjem slike sistema organizaciono upravljanje određuje aktuelne radne operacije i daje operativnom upravljanju naloge za upravljanje tokom materijala i obradnim procesima. Ovo upravljanje pak određuje, u zavisnosti od procesa, aktuelne transportne i obradne operacije i zadaje uređajima odgovarajuće upravljačke naredbe.

Pouzdanost upravljanje proizvodnim procesom pretpostavlja nadgledanje procesa. Kao i kod konvencionalne proizvodnje tok informacija u fleksibilnim proizvodnim sistemima je izgrađen kao jedan višestepeni sistem pravila. Informacije dobijene iz procesa koriste s jedne strane organizaciono i operativno upravljanje. Sa druge strane se protokolisanjem i statističkom ocjenom dobijenih radnih podataka daju planiranju i upravljanju proizvodnjom mogućnosti ispitivanja predviđenih podataka, određivanja odstupanja od termina, reagovanja na smetnje i lokalizovanja interface-a.

Obrada ovdje prikazanih zadataka na jednom EOP-postrojenju zahtijeva osim toga i upravljačko-tehničke funkcije. Tu spadaju, pored ostalog, vođenje spiska NC-programa, aktualizacija podataka radnih naloga, upravljanje podacima radnih komada i alata. Za opslužno osoblje moraju biti na raspolaganju funkcije za unošenje, listanje, mijenjanje ili brisanje ovih podataka.

Komunikacioni zadaci jednog računara za vođenje procesa mogu se povezati u tri oblasti.

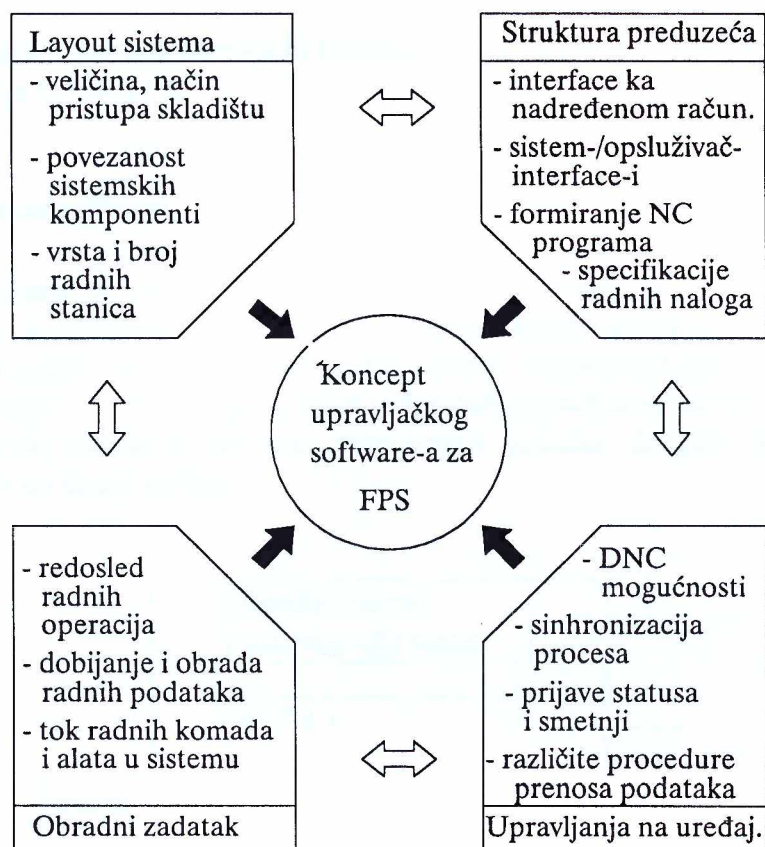
Sve veća želja korisnika za prolaznim tokom informacija kroz sve oblasti fabrike zahtijeva mogućnosti povezivanja računara za vođenje procesa i računarskih postrojenja iz drugih oblasti preduzeća, posebno pripreme rada i konstrukcije.

S druge strane postoji potreba za informaciono-tehničkim povezivanjem podređenih upravljačkih uređaja sa računarom za vođenje procesa. U tom smislu je standardizacija usmjerena na Local Area Networks (LAN) specijalno za proizvodnu tehniku [NIE-89, PEI-89, SCH-88, SUP-89, WAL-89]. Ovdje se javlja MAP-koncept (Manufacturing Automation Protokol), koji forsira General Motors i koji prihvataju svi korisnici i proizvođači kao standard [HEG-86, NIE-89, SCH-88, WAL-89]. Ovaj koncept je predviđen za povezivanje proizvodnih uređaja međusobno, i u računarskoj ravni za vođenje procesa kao serijski bus-sistem.

Pored ove komunikacije uslovljene strukturom, odigrava se i razmjena informacija sa osobljem za opsluživanje i nadgledanje. Pod pojmom "opslužna komunikacija" obuhvaćene su funkcije za pozivanje i prikazivanje stanja sistema, za zadavanje podataka kod smetnji i kod testiranja i ispitivanja, kao i za davanje uputstava za snabdijevanje i stezanje.

Funkcije opisane u ovom odjeljku mogu se pronaći u različito izraženoj formi u skoro svakom upravljanju do sada realizovanih fleksibilnih sistema. Prema dosadašnjem

postupku planiranja i realizacije sličnih sistema, proizvodnja software-a čini poslednji od dugog lanca koraka planiranja i realizacije. Pošto je ustanovljen spektar proizvoda, layout optimiziran, mašine i transportna sredstva određeni, transportne strategije opisane i zahtjevi za upravljanje egzaktno izdetaļisani, pravi se upravljački software saglasno uslovima pojedinih postrojenja.



Sl.4.2 Uticaj različitih faktora na koncipiranje upravljačkog software-a za FPS (prema wbk-Karlsruhe)

Pošto na koncipiranje upravljačkog software-a utiče mnogo faktora (sl.4.2), koji su zbog raznolikosti sistema uvijek različiti, i pošto ne postoje još nikakvi standardizovani software-ski moduli, software-ska realizacija upravljačkih sistema izgleda uvijek drugačije. Software koncipiran za jedno postrojenje, se za drugo postrojenje ne može, ili se može u malom obimu ponovo koristiti. Za skoro svaki novi sistem se software velikim dijelom mora ponovo razvijati [BEN-84, BRO-84, BTR-89, DOL-87, GRA-88, MIN-87, RIW-89, RUM-87, SCH-87, SCG-89, THU-86, WIE-87].

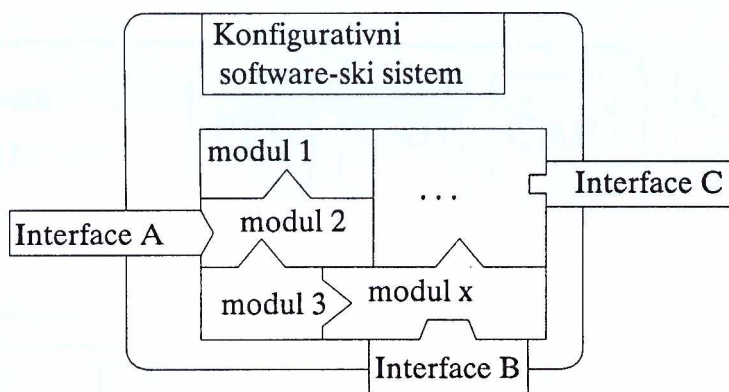
4.2 RAZVIJENI SISTEMI UPRAVLJANJA FLEKSIBILNIM PROIZVODNIM SISTEMIMA

Kod sistemski nezavisnih programskih paketa, koji su u ovom trenutku u razvoju, [KOH-88, SCH-91, WEC-90] principijelno se izdvajaju dvije metode koje ne isključuju jedna drugu:

1. razvoj konfigurativnih software-skih modula i
2. parametrizacija software-a.

4.2.1 Konfigurativni software

Pojam "konfigurisati" se ovdje koristi u smislu "formiranja cjeline iz više pojedinačnih dijelova". Dakle, s obzirom na definiciju, konfigurativni software se sastoji iz više gotovih software-skih modula. Svaki software-ski modul ispunjava jednu određenu, potpuno definisanu funkciju i posjeduje jednu jednoznačnu vezu ka drugim modulima (sl.4.3). Tako svaki modul može biti zamijenjen jednim drugim koji ispunjava istu funkciju, ali radi na drugi način.



Sl.4.3 Principijelna izgradnja konfigurativnog software-skog sistema (prema WZL-Aachen)

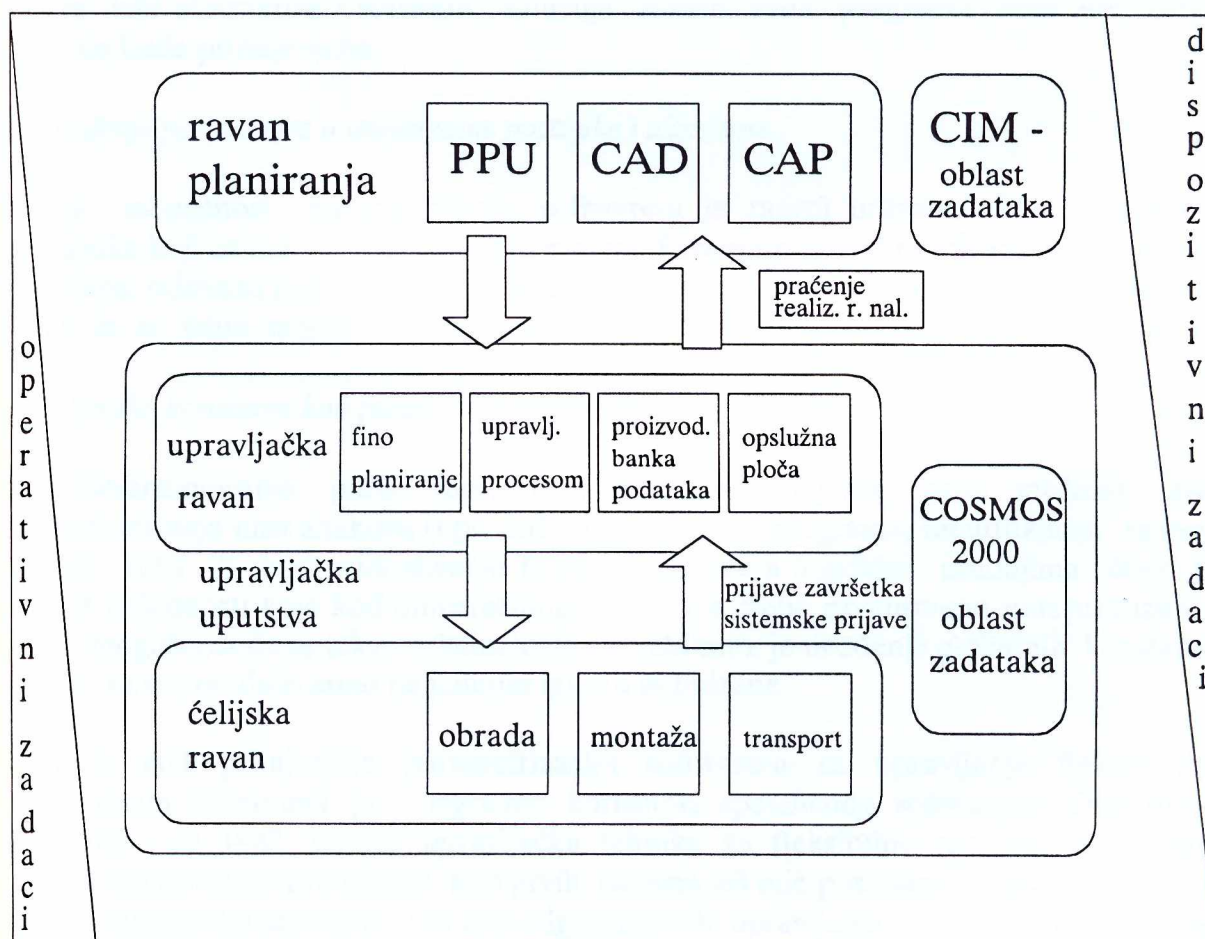
Uz pomoć ovakve software-ske strukture može se razviti upravljački software prilagođen različitim sistemima.

Za svaku upravljačku funkciju se razvija niz software-skih modula, koji imaju iste interface-e i tako su međusobno zamjenjivi. Ovi moduli se čuvaju u jednoj modulske biblioteke. Za generisanje ukupnog software-a se za svaku funkciju, odnosno podfunkciju, traži pogodan modul u modulske biblioteke i ugrađuje na za to predviđeno mjesto u software-u.

Ideju o konfigurativnom software-u je prvi dao E. Kohen u svom doktoratu [KOH-88] radenom u laboratoriji WZL instituta RWTH u Aachenu pod mentorstvom Prof. Dr.-

Ing. M. Wecka i komentorstvom Prof. Dr.-Ing. G.Spura. Kohen je svoj upravljački software nazvao KOSMOS. Shvaćen je značaj ovog rada i 1989.godine je na WZL-u osnovana industrijska radna grupa koja je nastavila da dalje razrađuje ovu ideju. U radnoj grupi su predstavljeni i proizvođači i korisnici fleksibilnih proizvodnih sistema, kao i proizvođači hardware-a i software-a. Pri razvoju upravljačke strukture poštuje se primjena interface-nih standarda, čime se dobija na lakoj prilagodljivosti na različite proizvodne strukture. Ovaj proizvodni upravljački sistem se razvija pod nazivom COSMOS 2000.

COSMOS 2000 se oslanja na hijerarhizaciju predstavljenu na sl.4.1 [WEC-90]. Tehnika vođenja za fleksibilne proizvodne sisteme u COSMOS-u 2000 obuhvata ravan vođenja i ćelijsku ravan (sl.4.4). Funkcionalne komponente ravni za vođenje su sa jedne strane fino planiranje procesa koje daje redosled radnih naloga optimiziran prema različitim kriterijumima, upravljanje tokom materijala, kratkoročnu raspodjelu naloga i upravljanje sredstvima rada. Komponente ćelijske ravni su različita ćelijska upravljanja jednog fleksibilnog proizvodnog sistema. Ovim funkcijskim modulima moraju biti pokriveni različiti ćelijski funkcionaliteti (komisioniranje, obrada, skladištenje itd.).



Sl.4.4 Oblasti zadatka sistema za vođenje COSMOS 2000 (prema [WEC-90])

Ovdje treba napomenuti da se do sada u internacionalnim, pa ni u jednim nacionalnim normama, uprkos najčešće korišćene upravo opisane strukturizacije oblasti proizvodnje u različite ravni, nije postavila definicija pojma "tehnika vođenja/proizvodna tehnika vođenja".

4.2.2 Parametrizacija software-a

Sledeći metod za razvoj sistemski nezavisnog software-a je parametrizacija software-a, tj. ugrađivanje varijabli na pogodnom mjestu u software-u, koje upravljaju tokom programa. Istina, programi po ovoj metodi u poređenju sa eksplicitnim programiranjem zauzimaju više memorije i sporije rade, ali je ona ipak efikasan način standardizacije software-a. Za uvođenje parametara postoje sledeće mogućnosti:

a) uvođenje parametara u grafove odlučivanja

Ovaj način programiranja se prije svega koristi u modulima koji moraju da imaju u vidu više sistemskih alternativa. Parametri čine čvorove (kriterijume odlučivanja) jednog grafa odlučivanja. Strelice između čvorova su djelovi programa, koji se odnose na neku određenu sistemsku alternativu. Nasuprot konfigurativnom software-u, moduli sadrže više alternativa i software odlučuje tokom rada programa koja alternativa treba da bude primijenjena.

b) uvođenje parametara u univerzalne postupke i algoritme

Druga mogućnost parametrizacije software-a je razvoj univerzalnih algoritama i postupaka koji uzimaju u obzir više alternativa. Parametri tada čine varijabilne veličine algoritma, odnosno jednakosti. Variranjem ovih veličina za različite alternative sistema mogu se sa istim modulom postići različiti rezultati.

c) sistemske konstante kao parametri

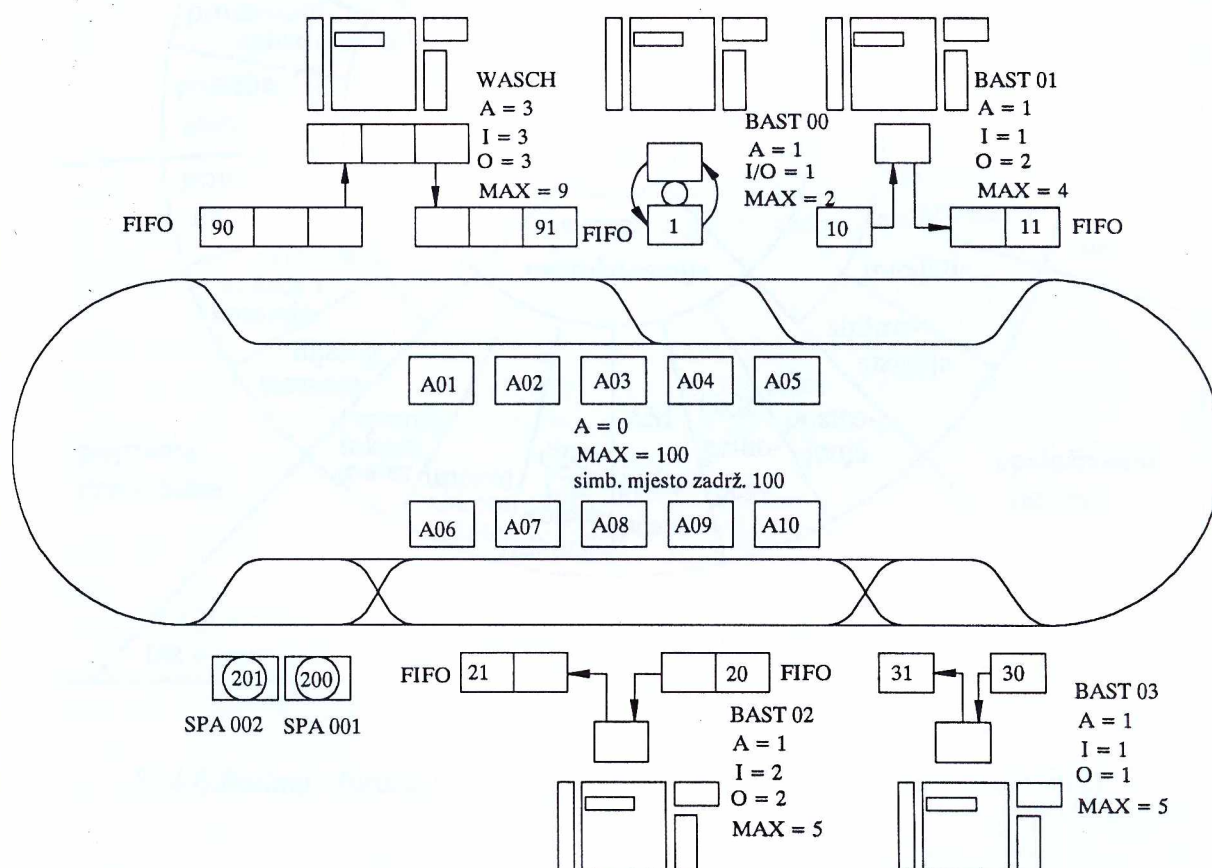
Za dimenzionisanje polja (npr. broj skladišnih mjesta, broj mašina), kod dimenzionisanja niza znakova (npr. dužina oznake NC-programa, identifikacija radnog naloga, itd.) ili kod pridruživanja fizičkih interface-a logičkim uređajima često se koriste vrijednosti koje kod univerzalnog software-a treba prvenstveno parametrizirati. Jedna mogućnost da se takve veličine drže varijabilnim, je uvođenje globalnih konstanti, koje su za sve module samo na jednom mjestu definisane.

Siemens AG primjenjuje parametrizaciju software-a za upravljanje fleksibilnim proizvodnim sistemima pri izgradnji korisnički specifičnog software-a. Ova firma proizvodi od 1983. godine upravljačku tehniku za fleksibilne proizvodne sisteme. Uslovljeno novinom ove oblasti, kod prvih sistema još nije postojao isprobani i ispitani interni standardni software - niti kod odgovarajućih upravljanja na mašinama, niti kod računara za vođenje procesa. Međutim, pošto se u firmi od samog početka vjerovalo u značaj fleksibilnih proizvodnih sistema, paralelno sa prvim projektima je osnovan

Siemensov tim za standardni FPS. Ova radna grupa je radila samo na tim projektima i sa jasnim ciljem izgradnje standardnog software-a za FPS.

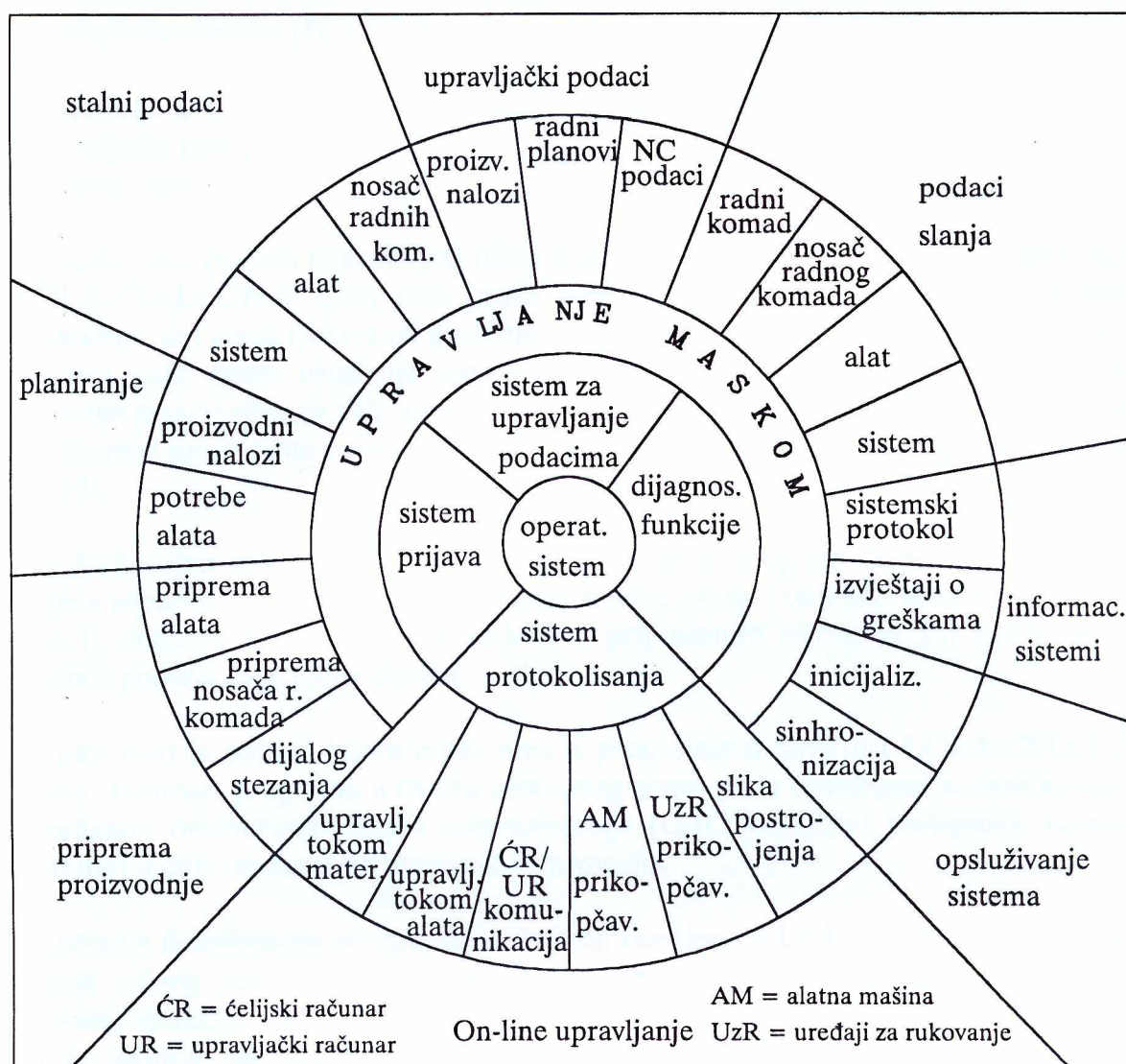
Siemens AG ima ambiciju da ostvari software-ski standard koji ispunjava većinu zadataka - ili parametrizacijom, ili promjenom funkcijskih modula koji se ponovo programiraju [SCH-91]. Ovaj standardni software je jasno strukturisan u:

- hijerarhijskim ravnima (sl.4.1),
- podacima (sl.4.6) i
- funkcijama (sl.4.6)



Sl.4.5 Primjer primjene kod koje se može izvršiti parametrizacija (prema [SCH-91])

Na slici 4.5 je prikazan primjer fleksibilnog proizvodnog sistema sa privremenim skladištima tipa FIFO, kod koga se može izvršiti parametrizacija software-a.



Sl.4.6 Podaci i funkcije sistema upravljanja FPS-om (prema [SCH-91])

4.2.3 Programski paket "LOLA-CELLCON" za upravljanje fleksibilnom proizvodnom ćelijom

Na LOLA Institutu u Fabrici Ivo Lola Ribar je jedna radna grupa u saradnji sa stručnjacima FAM-a razvila upravljački software za fleksibilnu proizvodnu ćeliju koju je projektovala i napravila LOLA fabrika alatnih mašina za IMT Knjaževac [ILR-94]. Fleksibilna proizvodna ćelija zajedno sa pripadajućim software-om je trenutno u fazi testiranja i probnog rada. Ćelija se sastoji od pet mašina (tri obradna centra HBG 50 i dvije specijalne mašine revolverke sa viševretenim glavama), jednog transportnog sistema, deset bafera (mjesto za odlaganje paleta) i dva priprema mjesto preko kojih radni komadi na paletama ulaze u sistem.

Cjelokupan software je podijeljen u tri glavne grupe modula koji odgovaraju sledećim hijerarhijskim nivoima [HOV-94]:

- komandni nivo,
- upravljački nivo i
- procesni nivo.

Komandni nivo (najviši hijerarhijski nivo) služi uglavnom za komunikaciju supervisor-a i LOLA-CELLCON-a. Ovaj nivo pruža supervisor-u sledeće mogućnosti: planiranje proizvodnje što znači rešavanje problema vezanih za lansiranje komada, ritam izmjene kompleta alata, ritam uvođenja paleta u sistem i izbor optimalnog proizvodnog plana. Planiranje proizvodnje se vrši simulacijom i animacijom sa ciljem da se dobije što bolja iskorišćenost proizvodne opreme. Simulacija se izvodi sa gotovim programskim paketom GPSS-F.

Upravljački nivo sadrži algoritam upravljanja. Glavni program ovog nivoa na osnovu zahtjeva supervisora i tekućeg stanja resursa u ćeliji izdaje i definiše zadatke procesnom nivou, tj. mašinama, transportnom sredstvu i pripremnim mjestima. Pri tom se poštuju prioriteti poslova koje treba obaviti.

Procesni nivo je najniži hijerarhijski nivo u programskoj strukturi LOLA-CELLCON. Glavna funkcija programa u okviru procesnog nivoa je da obezbijedi komunikaciju sa podređenim računarima lokalne automatizacije (CNC, kontroler transporta, terminali pripreme) u cilju međusobne razmjene informacija.

Upravljanje fleksibilnom proizvodnom ćelijom razvijeno u LOLA Institutu je specijalno rešenje jednog određenog problema. S obzirom da je fleksi-ćelija koncipirana kao izolovano rešenje fleksibilne automatizacije, na isti način je koncipiran i software, koji se oslanja na specifičnu hijerarhijsku strukturu bitno različitu od jedne opšte prihvaćene CIM-strukture. Osim ovog nedostatka, upravljački program nije koncipiran za prijem i obradu prijave sa mašina, nisu integrisane funkcije kontrole kvaliteta, a program je koncipiran za jedinstven transportni sistem i jedan tip paleta (nestandardan) za radne komade. U slučaju greške u sistemu je tek na komandnom nivou omogućeno supervisor-u da donosi neke odluke. Dakle, veliki nedostatak ovako koncipiranog upravljačkog software-a je centralizam, što nosi sobom sve nedostatke centralizovanog sistema, u prvom redu manju fleksibilnost same automatizacije. Upravljački nivo ne može da radi samostalno bez stalne komunikacije sa komandnim nivoom.

5 ANALIZA FPS-A I UPRAVLJAČKIH ZAHTJEVA

5.1 UVOD

Pri razvoju upravljačkog software-a široko primjenjivog za FPS, treba imati u vidu razvojne kriterijume koji proističu s jedne strane iz zahtjeva koji se sa strane jednog takvog software-a postavljaju pred programiranjem, a s druge strane iz analize upravljačkih zahtjeva nezavisno od različitih konfiguracija sistema.

Ovdje će biti prvo napravljena analiza mogućih komponenti jednog fleksibilnog proizvodnog sistema, a zatim i analiza zahtjeva koji se postavljaju pred sistemom upravljanja. Pri tom će se posebno obratiti pažnja na sistemski zavisne i na sistemski nezavisne komponente zahtjeva i upravljanja.

Sistemi toka materijala i informacioni sistemi su odlučujuće komponente fleksibilnih proizvodnih sistema. Oni se brinu za sistemski komformno, tj. količinski i vremenski usklađeno snabdijevanje radnih stanica radnim komadima i alatima, i za međuskladištenje i skladištenje.

5.2 ANALIZA KOMPONENTI FPS-A

U fleksibilnim proizvodnim sistemima automatizacija toka materijala i pri tom posebno toka radnih komada, ima centralnu ulogu.

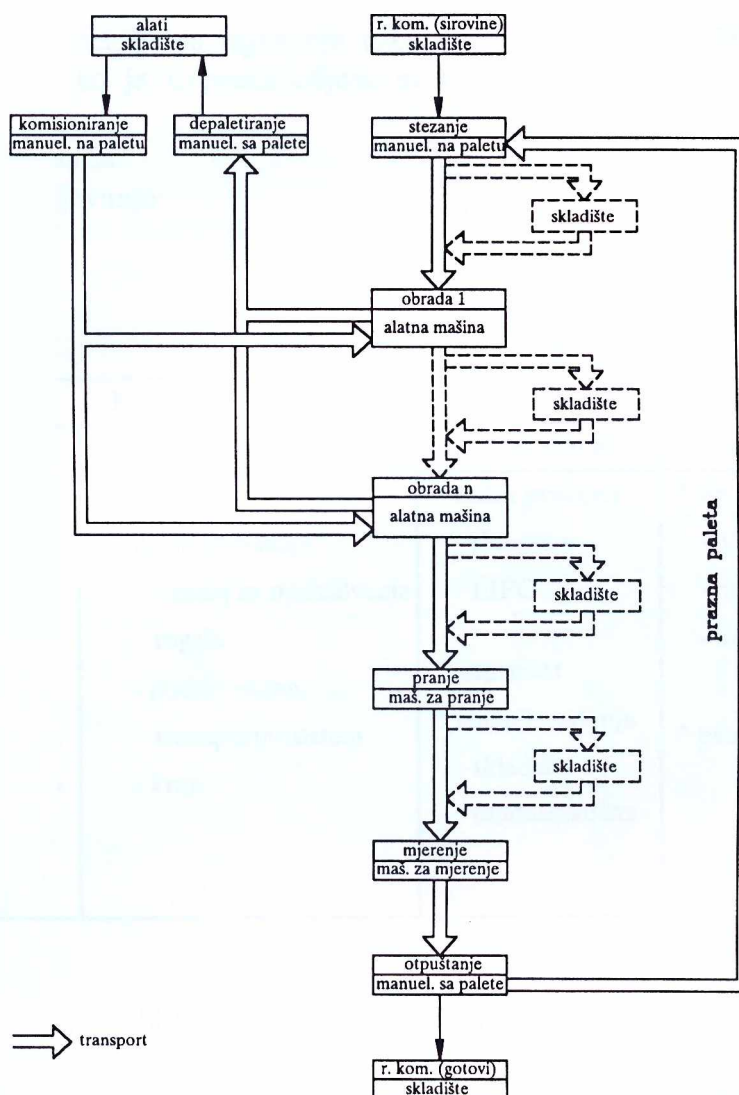
U proizvodnji na transport, snabdijevanje i skladištenje otpada između 70% i 80% vremena prolaza proizvoda. Stoga cilj racionalizacije nije više toliko stvarni proces obrade, već tok materijala koji povezuje pojedine korake proizvodnje i skladištenja.

Odlučujuća karakteristika današnjih koncepata - tok materijala kao logistička funkcija, zahtijeva u velikoj mjeri razmišljanje o sistemskim međuzavisnostima. Pod uticajem ovog razvoja se prenosna tehnika bitno izmijenila. Iz tradicionalnih oblasti kranova i pribora za podizanje nastala su postrojenja i sistemi pomoću kojih se proizvodni procesi i procesi toka materijala mogu automatizovati i povezati jedan sa drugim. Sistemi toka materijala i informacioni sistemi se staraju za količinsko i vremensko snabdijevanje ključnih oblasti proizvodnje, montaže i skladišta.

Pomenuti zahtjevi za fleksibilnošću sistema toka materijala su vodili razvoju modularno izgrađenih struktura toka materijala. Takve strukture daju odključujuću prednost kod projektovanja i daljeg razvoja: one su omogućene stvarno tek sa razvojem modularno koncipiranog i prolaznog upravljačkog sistema.

Razvoj sistemski nezavisnog software-a pretpostavlja strukturno neutralno razmatranje fleksibilnih proizvodnih sistema. S obzirom na to razvijen je principski model za tok

radnih komada prikazan na sl.5.1. On obuhvata bitne funkcije koje pripadaju automatizaciji toka radnih komada.



Sl.5.1 Principijelna izgradnja toka radnih komada

S obzirom na tok materijala, jedan FPS se može posmatrati kao zatvoreni sistem kod koga se razmjena materijala sa drugim sistemima odvija na za to predviđenim interface-ima. Radni komadi se unose u sistem preko tzv. ulaznih stanica, tj. stanica za snabdijevanje. Automatizovani tok radnih komada pretpostavlja da se radni komadi mogu na neki način identifikovati i transportovati pomoću automatizovanog sredstva za prenos.

Radni komadi uloženi u sistem i osposobljeni za transport se dovoze u centralno skladište. Kada se treba izvršiti obrada nekog komada, upravljački računar prouzrokuje njegov transport ka obradnoj mašini. Kod jednostepene obrade se radni komad posle obrade transportuje najkraćim putem ka stanici za snabdijevanje, odnosno izlaznoj

stanici. Ako na radnom komadu treba da se izvedu druge radne operacije ili da se izvrši novo stezanje, onda se on transportuje ka odgovarajućoj radnoj stanici ili se privremeno uskladišti. Poslije poslednje radne operacije radni komadi se iznose iz sistema.

Ako se posmatra principijelna izgradnja toka radnih komada sa funkcionalne tačke gledišta, može se, kako je to predstavljeno na sl.5.2, izvršiti sledeća podjela:

- nosači radnih komada
- sredstva za snabdijevanje
- skladišni sistem
- radne stanice.

Elementi toka materijala (radnih komada)			
nosač r. komada	sredstva za snabdijevanje	skladišni sistem	radne stanice
* kapacitet	* principi povezivanja	* način pristupa	* tip stanice
* mogućnosti	* način izvođenja	- slobodan	- ulazno/izlazna
kodiranja	- uređaj za opsluživanje	- FIFO	- obradna
⋮	regala	⋮	- mjerna
⋮	- podno vođeni	* kapacitet	⋮
	transportni sistem	* način izvođenja	* broj mjesta
	- kran	- skladište	⋮
	⋮	- međuskladište	⋮
		⋮	

Sl.5.2 Elementi toka radnih komada

U okviru fleksibilnih proizvodnih sistema se radni komadi najčešće transportuju na *nosačima radnih komada*. Posebno kod prizmatičnih radnih komada je pogodan transport na mašinskim paletama sa uređajima za stezanje. Ovi uređaji služe pri tom kao nosači radnih komada kako pri transportu, tako i pri obradi. Postoje standardizovane palete za stezanje i prenošenje radnih komada. Jedne od njih su pripremljene palete u Europa-formatu, koje čine vezu ka transportnom sistemu nezavisnom od proizvoda. Ove palete predstavljaju jednoobrazno pomoćno transportno sredstvo i sistem za pripremu u oblastima proizvodnje i montaže i time omogućavaju uštede na pripremljenim uređajima specifičnim za proizvod.

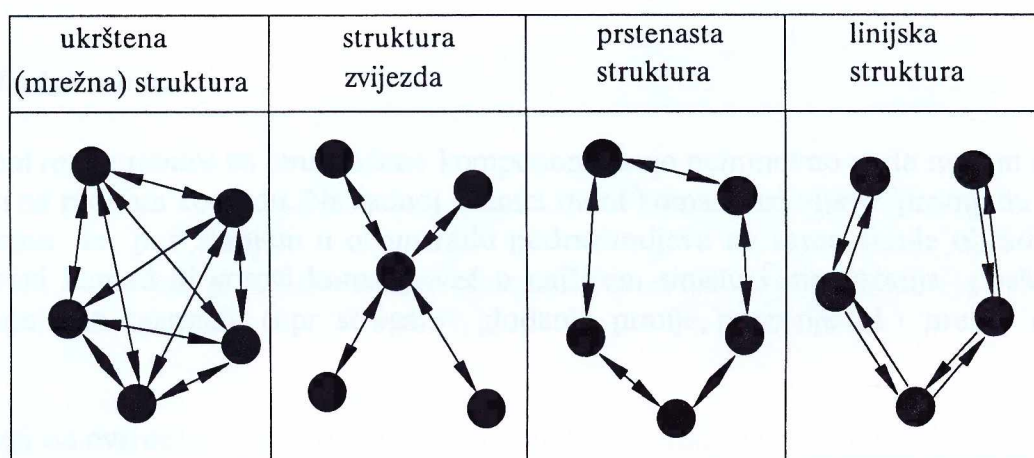
Kod primjene uređaja za rukovanje zajedno sa automatskim stezanjem na mašini, radni komadi moraju biti prethodno pravilno usmjereni (manuelno). Za to su pogodne univerzalne transportne palete na kojima se radni komadi obezbjeđuju od pada pomoću uređaja za držanje ili oblikovanih elemenata. Tokom postupka rukovanja transport

radnih komada se obavlja bez nosača radnih komada, jer ovu funkciju obavlja hvataljka uređaja za rukovanje.

Pod pojmom *sredstva za snabdijevanje* podrazumijevaju se svi uređaji za transportovanje i rukovanje materijalom (radnim komadima, nosačima radnih komada, alatima, nosačima alata, itd.). Ovdje će se posmatrati samo sredstva za snabdijevanje za tok radnih komada.

Kod do sada korišćenih transportnih struktura u fleksibilnim proizvodnim sistemima se mogu, s obzirom na povezivanje radnih stanica, razlikovati sledeći principi (sl.5.3):

- linijski,
- u vidu petlje (prstenasti),
- u vidu zvijezde,
- mrežni (ukršteni).



Sl.5.3 Moguće transportne strukture

Prema izvođenju transportne strukture tokovi materijala se mogu realizovati sa određenim ili sa proizvoljnim smjerom toka. Fleksibilni proizvodni sistemi sa diskretnom transportnom mrežom dozvoljavaju neograničenu paralelnu obradu različitih tipova proizvoda, koji mogu da prolaze kroz radne stanice u različitim obradnim smjerovima u proizvoljnom redosledu.

Strukture u obliku petlje (prstenaste strukture) dozvoljavaju samo transport u jednom određenom smjeru, jer su stanice povezane u krug jedna sa drugom. Promjena tog smjera obično nije realizovana. Ipak, zbog obilaznog principa se sve stanice mogu povezati jedna sa drugom. Trajanje transporta između stanica A i B u opštem slučaju nije isto kao između stanica B i A.

Linijska struktura sa usmjerenim tokom je poznata kod transfer linija. Kod fleksibilnih proizvodnih sistema češće korišćene forme ovog principa su pogonjeni transportni valjci, transportne trake i lančani transporteri, a transportni putevi se koriste u oba pravca. Kod ovih strukturnih varijanti se ne mogu sve stanice proizvoljno povezati jedna sa drugom, te je fleksibilnost smanjena, pa su ovakve transportne strukture kod FPS-a rijetke. S druge strane se postavlja pitanje granice između fleksibilnih proizvodnih sistema i fleksibilnih proizvodnih linija (v. tačku 2.1.), s obzirom na ne rijetko neslaganje u definicijama FPS-a. S toga će se u ovom radu upravljački software prvenstveno prilagoditi onim strukturama koje omogućavaju povezivanje mašina međusobno, a razmotriće se i potrebe za prilagođavanjem software-a i ostalim transportnim strukturama.

Direktan dvosmjerni saobraćaj između dvije stanice može se ostvariti samo sa mrežnim strukturama, a sa strukturom zvijezda preko izraženog centra preko koga se sprovode svi transporti. Prednost ovih principa leži u velikoj fleksibilnosti i u kratkim transportnim putevima koji se, prije svega, mogu realizovati kod mrežnih struktura.

5.2.1 Radne stanice

Pojmom *radne stanice* su obuhvaćene komponente koje neminovno vode nekom radnom učinku na radnom komadu. Na radnoj stanici radni komad doživljava promjenu stanja, pri čemu se pod stanjem u ovom radu podrazumijeva ne samo stanje obrade (kao npr. sirovi komad ili gotovi komad), već u najširem smislu i međustanja posle neke završene radneoperacije (npr. struganje, glodanje, pranje, mjerenje itd.) prema radnom planu.

Polazeći od ove definicije može se izvršiti sledeća klasifikacija radnih stanica (sl.5.4):

- *Obradne mašine:*

Uređaji koji obavezno doprinose rezultatu obrade obuhvaćeni su pojmom obradne mašine.

- *Uređaji za mjerenje i kontrolu:*

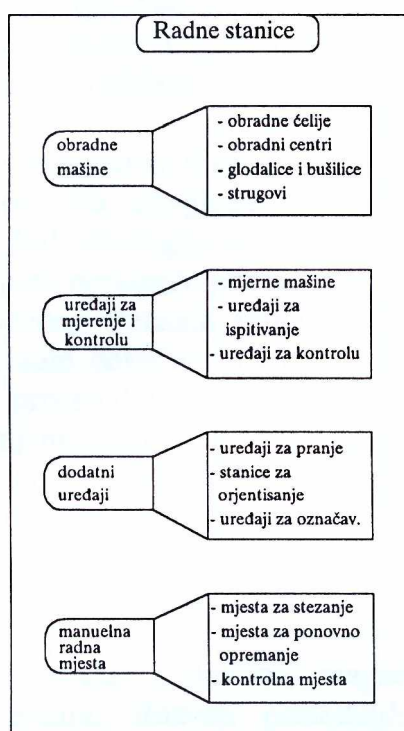
Ovdje spadaju uređaji na kojima se, radi obezbjeđenja kvaliteta obradnog procesa, izvode operacije mjerenja i ispitivanja.

- *Dodatni uređaji:*

U ovu grupu spadaju svi uređaji za čišćenje, orijentaciju ili kodiranje radnih komada.

- *Manuelna radna mjesta:*

Uprkos visokom stepenu automatizacije, manuelni rad se ne može zaobići ni kod fleksibilnih proizvodnih sistema. Ljudska radna snaga se koristi uvijek tamo gdje bi automatizacija prema trenutnom stanju tehnike bila suviše kompleksna ili suviše skupa. Posebno kod sistema sa mašinskim paletama kao transportnim sredstvom se radni komadi stežu na palete manuelno tj. palete se manuelno ponovo opremaju.



Sl.5.4 Klasifikacija radnih stanica

Osim do sada opisanih osobina radnih stanica, mogu se navesti i sledeće karakteristike:

- *Tip obradnog tereta:*

Analogno transportnom teretu, radna stanica može da obrađuje jedan radni komad ili više njih pripremljenih na jednom nosaču komada.

- *Raspored mašina s obzirom na obradne operacije:*

S obzirom na obradne operacije koje se sprovode, kod radnih stanica se razlikuju mašine koje mogu jedna drugu zamjenjivati i mašine koje se dopunjuju. Uređaji za mjerenje i dodatni uređaji spadaju u jedinice koje dopunjuju obradne mašine. Obradne mašine se mogu međusobno, već prema obradnom zadatku, dopunjavati ili mijenjati jedna drugu.

- *Broj obradnih mjesta:*

Kod viševretenih mašina postoji mogućnost istovremene obrade istovrsnih radni komada. To za tok materijala znači da se odgovarajući broj komada mora istovremeno pripremiti, što će biti izvršeno saglasno radnim nalogima koje je postavilo nadređeno WSST-upravljanje.

- *Trajanje obrade:*

Vrijeme trajanja obrade ima ovdje takvu ulogu, da upravljanje tokom materijala mora da se pobrine blagovremeno za odvoz obrađenih radnih komada i za novo snabdijevanje mašine.

Posljednjih godina alatne mašine trpe značajne promjene i klasični koncept ovih mašina ne pripada više proizvodnom okruženju. U porastu je primjena elektronskog upravljanja i mjerne opreme, kao i uređaja za rukovanje alatom.

U rastućem stepenu se konvencionalne mašine razvijaju u mašinske centre sposobne za ostvarivanje složenih operacija struganja, bušenja i glodanja. Za razliku od djelimično zahtjevnih proizvodnih strategija sa transportom radnih komada od jedne do druge mašine, integracijom obradnih postupaka u okviru jedne mašine se teži kompletnoj obradi bez ponovnog stezanja radnih komada, odnosno nosača radnih komada. Potreba za kompletnom obradom u jednoj alatnoj mašini je doveo do rasta brzine razvoja fleksibilnih proizvodnih sistema. Eliminacijom vremena pripreme, transporta i skladištenja, vrijeme prolaza radnog komada kroz sistem se značajno redukuje. Ovi koncepti sa kompletnom obradom radnih komada se sprovode sa oklijevanjem, ali ipak oni nagovještavaju da će uskoro granice između pojedinih vrsta mašina nestati. Ova tendencija bi na kraju mogla imati značaj za oblikovanje jednoobraznih interface-a između mašina i alata.

Paletno odlaganje radnih komada i dodatni magacini alata takođe doprinose produktivnosti mašinskih centara. Razvoji posljednjih godina omogućavaju brzu pripremu mašinskog centra za različite proizvode, minimalno vrijeme izmjene alata i optimalno vrijeme postavljanja i skidanja radnog komada.

Ovakve primjene transformišu alatne mašine u hibridne proizvodne sisteme koji imaju visok nivo fleksibilnosti u odnosu na različite proizvodne uslove, pogodnije mogućnosti programiranja i manje zahtjeve za nadgledanje procesa od strane čovjeka.

Postoji trend prema integraciji perifernih uređaja u jednu jedinicu, tako da neupućeni ne mogu razaznati tip mašine. Premda postoji visok nivo iskustva, bitan je budući razvoj alatnih mašina. Mora postojati mogućnost brze i automatske preorijentacije u proizvodnji različitih proizvoda, tj. sistem mora biti fleksibilan.

Alatne mašine, uključujući cio opseg mašinskih centara, strugova-centara itd., sada su takvog tehnološkog nivoa koji je idealno adaptiran integraciji. Kontroleri bazirani na mikroprocesorima (CNC) mogu, bilo direktno bilo preko posredničkog programabilnog interface-a, lako obezbijediti one input/output karakteristike koje su bitne za međumašinsku komunikaciju. Stanje mašine i procesa treba da je dostupno na nivou pogodnom za jednostavne logičke zadatke. Takozvana konvencionalna oprema, tj. oprema bez mikroprocesorskih upravljača je već po definiciji nepogodna za uključivanje u takve sisteme.

5.2.2 Transportni sistem

Transportni sistemi se mogu prema načinu povezivanja obradnih jedinica podijeliti na sisteme povezane iznutra i sisteme povezane spolja. Unutrašnje povezivanje uslovljava protočnu proizvodnju i stoga je manje pogodno za fleksibilne

proizvodne sisteme. Dok je kod usmjerenog toka materijala moguće i unutrašnje i spoljašnje povezivanje, kod dvosmjernog saobraćaja je moguće samo spoljašnje povezivanje.

Sledeća karakteristika sredstava za snabdijevanje je broj transportnih jedinica, odnosno mjesta. Uređaji za opsluživanje regala, induktivna podno vođena vozila, industrijski roboteri i portalni uređaji imaju jedno do dva transportna mjesta, dok sredstva za snabdijevanje sa usmjerenim tokom materijala imaju češće više transportnih jedinica (>2). Međutim, danas se ovakva transportna sredstva sa više transportnih mjesta ne koriste u fleksibilnim proizvodnim sistemima.

U realizaciji snabdijevanja ključnih oblasti proizvodnje sudjeluje cijela poznata paleta prenosno-tehničkih postrojenja. To su prije svega automatski kranovi, transportni sistemi bez vozača (FTS - Fahrerlose Transportsystem), uređaji za opsluživanje regala (RBG - Regalbediengerät), linijski i ravanski portalni roboteri, kao i električne viseće željeznice. U prošlosti su u složenim prenosnim sistemima često korišćeni stalni transporteri (transportne trake, transportni valjci). Zbog mnogo mana - lančana vješanja, spojnički mehanizmi, upravljački problemi itd. - danas se koriste jednošinska viseća vozila koja su tehnički mnogostrukija i fleksibilnija.

Nasuprot podnim sistemima, težina ili uhvatljivost predmeta jedva da ograničava prostor djelovanja kranova, što ih kvalifikuje za zahtjevne transportne zadatke. Mikroprocesori - u sprezi sa daljim razvojem upravljačke i regulacione tehnike kod pogona i sa novim sistemima za mjerenje puta - čini kranove fleksibilno primjenjivim prenosnim sistemima. Milimetarski tačno odlaganje tereta se postiže sprečavanjem klaćenja. Uticaji od dužine užadi i težine tereta se obrađuju u mikroprocesoru, odakle se odgovarajućim pogonima izdaju odgovarajuće naredbe za ubrzavanje, zadržavanje ili usporavanje; u stanju mirovanja stoji takođe i teret.

Zadaci kao što su snabdijevanje i oslobađanje alatnih mašina, paletiranje, depaletiranje, komisioniranje, pozicioniranje, izmjena alata i radnih komada kao i montiranje, su tipična polja zadataka za linijske i površinske portalne robotere. Ako prostorni uslovi ne dozvoljavaju primjenu površinskih portala, mogu se primijeniti linijski portalni roboteri (sa dodatnom Y-osom).

Nezavisno od oblasti primjene fleksibilnih proizvodnih sistema, može se za sisteme toka materijala zaključiti da se sada koriste uglavnom uređaji za opsluživanje regala i induktivno vođena vozila. Glavne prednosti takvih modernih sistema povezivanja su manje potrebe za radnom površinom i mnogo veća fleksibilnost u odnosu na linijsko vođenje odnosno postavljanje mašina. Otuda je kasnije proširenje takvih transportnih sistema takođe moguće, kao povećanje kapaciteta transporta integracijom dodatnih vozila.

Uvođenjem standardizovanih Euro-paleti počeo je trijumf uređaja za opsluživanje regala. I danas su oni dominantni u toku materijala i u distribuciji još uvijek bez konkurencije. Vjerovalo se da će sa razvojem transportnih sistema bez vozača uređaji

za opsluživanje regala izgubiti svoju ulogu. Do toga nije došlo, jer su današnji FTS još uvijek komplikovani, a time i skupi.

Praksa je pokazala da vozila za opsluživanje regala imaju visoku raspoloživost, da su prilagodljiva specijalnim zadacima i da se mogu automatizovati. Ali uređaji za opsluživanje regala su do skora važili kao relativno nefleksibilni, da su vezani za podne i plafonske šine prolaza u regalu i da je za promjenu puta neophodan uređaj za premještanje na drugo mjesto. Takav dodatni uređaj znači i dodatni prostor za operaciju premještanja i investicije za uređaj koji nije direktno angažovan u pretovaru materijala sa slabim osobinama pri smetnjama. Međutim, i ovdje je došlo poslednjih godina do promjena. Danas postoje uređaji za opsluživanje regala koji mogu da voze i u krivini, koji daju nove mogućnosti primjene i koji su u međuvremenu u mnogim postrojenjima dokazali svoje prednosti u automatizaciji sa visokom pouzdanošću. Sa ovim krivinskim vozilima, ali i sa - prema slučaju primjene - konvencionalnim uređajima za opsluživanje regala koji voze samo pravo, se proizvodne mašine mogu potpuno automatski automatizovati, odnosno uređaj za opsluživanje regala može opsluživati sve mašine, i to direktno bez drugih, između njih postavljenih uređaja.

Uređaj za opsluživanje regala snabdijeva alatne mašine sa paletama radnih komada neposredno ili preko uređaja za odlaganje portalnog robota.

Zbog dobrih i mnogostrukih sistemskih osobina transportni sistemi bez vozača, pored uređaja za opsluživanje regala, dominiraju kao elementi za povezivanje. Oni omogućavaju bez problema povezivanje pojedinih proizvodnih oblasti, kako međusobno tako i sa pripadajućom okolinom, kao npr.:

- ulaz robe (skladište sirovina)
- izlaz iz sistema (montaža)
- međuskladište
- skladište praznih paleta
- mjesta za stezanje.

Transportni sistemi bez vozača (FTS) se koriste tamo gdje treba savladavati veća rastojanja i gdje treba fleksibilno povezati udaljene oblasti. FTS-vozila su pogodna za direktno pristajanje pri alatnim mašinama u proizvodnim linijama i preuzimaju transport radnih komada između pojedinih obradnih koraka.

Transportni sistemi bez vozača imaju prednosti kada treba savladati velike razdaljine ili povezati udaljene oblasti. Ovi sistemi su pogodni za direktno pristajanje na linije alatnih mašina ili za složene mreže sa opsežnom logistikom. Veoma tačno pristajanje na obradne mašine ovdje predstavlja poseban zahtjev.

FTS se može koristiti za još jedan sporedni efekat: transport alata.

5.2.3 Skladišni sistem

Skladište je jedno od oblasti u kojoj i oko koje su se prvo sprovodili logistički koncepti. U ovoj tehnici, koja je danas označena automatskim snabdijevanjem i pražnjenjem skladišnih jedinica, računarski upravljanim radnim procesima u samom skladištu, isporučivanju djelova prema potrebama i vremenu, kao i integracijom u tok materijala u sistemu, može se uočiti klica logistike u okviru preduzeća. Karakteristično za integrisana skladišta je prije svega automatski računarom upravljani tok (proces) u samom skladištu, gdje se isključivo koriste uređaji za opsluživanje regala, koji iznose iz skladišta uskladištenu robu. Saglasno zahtjevima iz proizvodnje treba određene djelove iznijeti iz skladišta i poslati direktno u proizvodnju ili ih prvo komisionirati.

Skladišni sistem, dakle, ima prvenstveno zadatak da radne komade prije i oslije sprovođenja neke radne operacije uskladišti određeno vrijeme. On ispunjava sledeće funkcije:

- predviđanje zadržavanja u sistemu neobrađenih, polugotovih ili gotovih radnih komada,
- ujednačenje kolebanja kapaciteta,
- poravnanje različitih vremena obrade kod višestepene obrade,
- poravnanje smetnji.

Skladišni sistem može da se sastoji samo od centralnog skladišta integrisanog u proizvodnju, ili od centralnog skladišta, međuskladišta i privremenih skladišta blizu mašina. Ako u sistemu ne postoji više skladišta, radni komadi se između dvije radne operacije takođe mogu uskladištiti u centralnom skladištu. To bi bilo ipak, kod većih rastojanja između skladišta i radnih stanica, povezano sa dugim vremenima čekanja između dvije obrade. Kod većih fleksibilnih sistema se stoga primjenjuju privremena skladišta blizu mašina: kod obradnih centara u vidu mjesta za zamjenu paleta, a kod strugova u vidu magacina iz kojih se radni komadi premještaju u radni prostor mašine pomoću uređaja za rukovanje. Većina skladišnih sistema kod fleksibilnih proizvodnih sistema je koncipirana kao kombinacija jednog centralnog skladišta sa decentralnim privremenim skladištima.

S obzirom na mogućnosti pristupa razlikuju se kod skladišnih sistema tri varijante:

- a) FIFO (first-in-first-out),
- b) LIFO (last-in-first-out) i
- c) slobodan izbor.

Kod FIFO-pristupa radni komadi koji su prvi ušli u skladište prvi i izlaze. Najjednostavniji primjer za takvo skladište je valjkasti transporter, kod koga se radni komadi dovode sa gornje, a odvođe sa donje strane.

Drugi princip se takođe naziva i "princip podrumskog skladišta". Poslednji uskladišteni radni komad će se prvi iznijeti iz skladišta. Kao primjer može se navesti valjkasti

transporter, kod koga se ovaj put komadi donose i odnose sa donje strane. Međutim, ovaj princip nije u skladu sa principom pridržavanja postavljenog redosleda izvršavanja radnih naloga, koji se obično formira prema prioritetima i vremenskim izvršenjima naloga.

Kod skladišta sa slobodnim pristupom postoji mogućnost slobodnog pristupa svim mjestima. Ovaj princip se sreće kod skladišta u vidu regala.

Poslednjih godina su se proširile oblasti primjene skladišta u vidu visokih regala i uređaja za opsluživanje regala. Pored primjene u skladištenju djelova i gotovih proizvoda, uređaji za opsluživanje regala se sve više primjenjuju u oblasti proizvodnje i montaže. Do sada su se zadaci visokih regala sa uređajem za opsluživanje regala ograničavali na sledeće slučajeve primjene:

- unos i iznos robe iz skladišta,
- priprema robe na mjesta za komisioniranje,
- međuskladištenje gotove i komisionirane robe,
- povezivanje ulaza robe i isporuke,

a poslednjih godina su dodate nove oblasti primjene:

- međuskladištenje specijalnih paleta (nosača radnih komada, nosača alata),
- donošenje paleta na mjesta za snabdijevanje i oslobađanje stezanja,
- povezivanje montažnih mjesta, mjernih stanica,
- priprema uređaja za rukovanje.

Prednosti proizvodnog skladišta sa uređajem za opsluživanje regala se mogu skicirati kako slijedi:

- visoka raspoloživost,
 - strogo definisan radni učinak,
 - standardizovani proizvodi i elementi,
 - modularna izgradnja,
 - prekid redosleda koraka u toku proizvodnje,
 - direktno povezivanje u proizvodni upravljački sistem,
 - postepena integracija koja se može izgrađivati,
 - moguće povezivanje na postojeće sisteme,
 - izgradnja manuelnih radnih mjesta sa ergonomičke tačke gledišta,
 - optimizacija više sistemskih oblasti,
 - manje zadržavanje u skladištu, manje veličine serije.
-

5.3 ZAHTJEVI NADGLEDANJU PROCESA

Potreba za nadgledanjem automatizovanog procesa rezultira s jedne strane iz težnje da se preventivnim mjerama i predupređujućim staranjem izbjegnu smetnje. Sa druge strane se pogodnim protiv-mjerama (strategijama izbjegavanja, djelovanjem opslužnog osoblja) mogu izbjeći posledične greške i veće štete na mašinama i radnim komadima. Dalje, redovno dobijanje podataka o smetnjama i njihova obrada, omogućava lokalizaciju i odstranjivanje uzroka grešaka.

5.3.1 Nadgledanje u toku procesa

Smetnje na sistemskim komponentama se u opštem slučaju najčešće dešavaju za vrijeme nekog radnog procesa (transportni ili obradni proces). Dobijanje radnih podataka i podataka sa mašina je korisno pomoćno sredstvo za povećanje iskorišćenja resursa i za upravljanje proizvodnjom uz pomoć analize stanja sistema. Smetnje, koje često nastaju u procesu proizvodnje i ne mogu se izbjeći, mogu omesti postavljeni proizvodni plan. Dobijanjem podataka koji se odnose na rad i na mašine se u proizvodnom upravljačkom računar u vodi uvijek aktuelna slika o stanju proizvodnje i stanju sistema.

Smetnje se mogu na osnovu njihovih uzroka i mogućnosti prepoznavanja podijeliti na sledeće smetnje:

a) Pogrešni početni uslovi:

Ispitivanjem početnih pretpostavki prije nekog radnog procesa može se izbjeći veliki dio grešaka koje se dešavaju tokom procesa i djelimično su posledica greške osoblja ili pogrešne funkcije na mašini tokom prethodne radne operacije. Ovdje spadaju npr. ispitivanje spremnosti mašine za rad ili identifikacija radnog komada prije operacije rukovanja.

Posle odstranjenja greške zahvatom opslužnog osoblja ili - već prema greški - pomoću automatske strategije reagovanja u slučaju smetnji, najčešće se prekinuti proces može regularno nastaviti.

b) Ispad radnih stanica i mašinskih komponenti:

Tehnički otkaz elemenata je češće uzrok smetnji tokom nekog procesa kretanja. Otkaz se najčešće može prepoznati pomoću jednostavnih senzora. Mnoga upravljanja zato vode tokom radne operacije nadgledanje mašine, koje se brine za to da se isključe pogoni ako nastupe smetnje. Upravljanje na mašini, pored CNC, često uporedo ima i PA-upravljanje, koje je u stanju da isključi pogon u slučaju smetnji i o tome obavijesti upravljački računar, koji će dalje djelovati na odgovarajući način.

Već prema smetnji, njeno odstranjenje može da različito traje i zahtijeva različite reakcije od upravljačkog sistema. Kratke smetnje (do nekoliko minuta) jedva da imaju uticaja na redosled obrade ili na transportne operacije, dok duži ispad neke radne stanice može zahtijevati odstupanje od planiranog redosleda obrade, odnosno skretanje na mašine koje je mogu zamijeniti.

c) Smetnje u logičkom toku:

Posebno kod transportnih operacija, koje zahtijevaju tokom procesa sinhronizaciju sa drugim komponentama, se ispitivanje logičkih uslova pokazuje neophodnim. Uzroci logičkim smetnjama mogu biti pogrešno opsluživanje, greške u upravljačkom programu ili pogrešna funkcija neke periferne komponente.

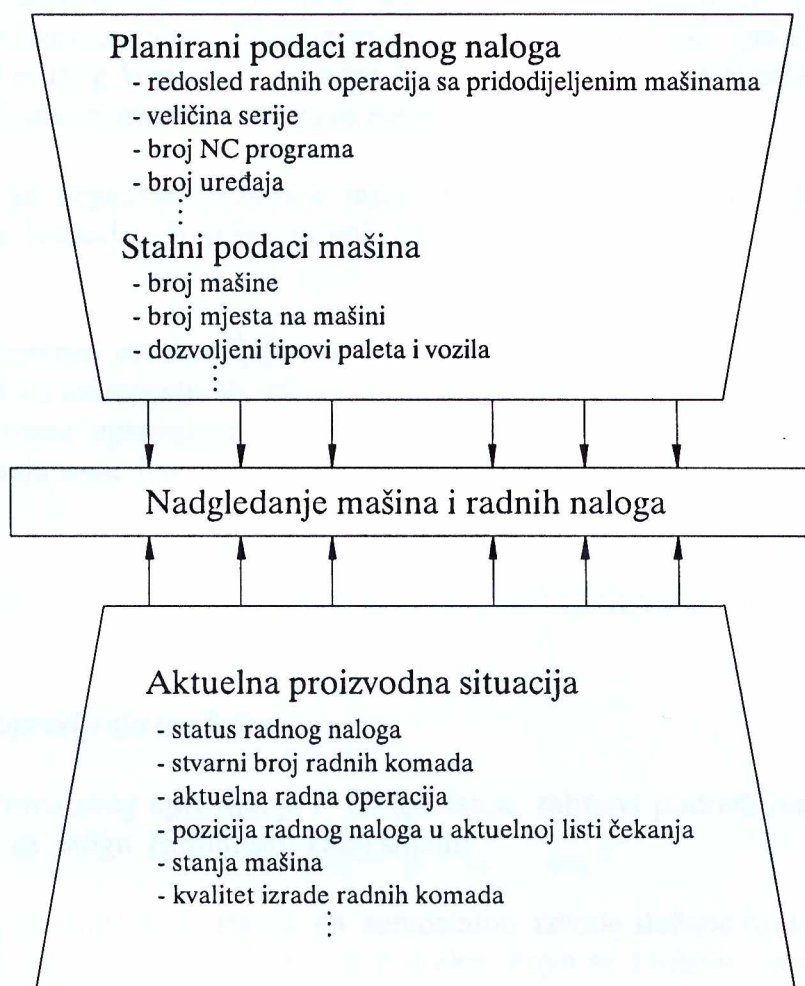
d) Ispad sredstava rada:

Lom alata tokom obrade može za sobom povući naknadnu obradu radnog komada kao i znatne troškove popravke i nekorišćenja mašine. Nadgledanje alata tokom procesa predstavlja zato temu o kojoj se mnogo diskutuje u proizvodno-tehničkoj literaturi [BET-83, KLU-70, QUA-83]. Zbog složene i opširne problematike, koja predstavlja predmet istraživanja sam za sebe, ovdje se neće ulaziti bliže u probleme prepoznavanja loma i istrošenosti alata.

5.3.2 Nadgledanje i praćenje radnih naloga

U upravljački sistem dolazi, na osnovu događaja u oblasti proizvodnje (zauzetost i rad nekog uređaja ili mašine, kraj rada, smetnje, snabdijevanje, oslobađanje itd.), čitav niz informacija. Sve te informacije čine osnovu za opis aktuelne proizvodne situacije. Opis aktuelne proizvodne situacije čini osnovu za uvid i za ličnu ocjenu proizvodne situacije.

Za ocjenu situacije radnih naloga tj. proizvodnje, treba da postoje saznanja o aktuelnoj proizvodnoj situaciji. Na sl.5.5 su prikazane informacije za praćenje i nadgledanje mašina i radnih naloga.



Sl.5.5 Podaci za praćenje radnih naloga

5.3.3 Obezbjedenje kvaliteta preko integracije uređaja za mjerenje radnih komada

Radi kontrole mjera, ali i radi ispitivanja hrapavosti površina (kontrola kvaliteta), radni komadi treba često da prođu posle obrade operaciju mjerenja.

U sistem integrisano nadgledanje radnih komada i alata se može odvijati kako unutar tako i izvan obradne mašine. Mjerenja unutar radnog prostora mašine idu na račun glavnog vremena obrade. Integracijom upravljanja mjerenjem u mašinsko upravljanje se ipak tok informacija djelimično pojednostavnjuje. Korekcionni podaci dobijeni iz mjerenja se mogu obraditi neposredno u mašinskom upravljanju, tako da ne moraju da prolaze kroz nadređeni računar. U naprednim fleksibilnim proizvodnim sistemima su za obezbjeđenje kvaliteta u tok procesa integrisane mjerne mašine sa višestrukim NC-upravljanjima [STO-83, WIN-89]. Pri tom je materijalno i informaciono-tehničko povezivanje mjernog uređaja predviđeno preko upravljačkog računara.

Osnovna pretpostavka za nadgledanje radnih komada je dobijanje i priprema svih veličina koje treba određivati, željenih vrijednosti i tolerancijskih granica. Ovi podaci, koji zavise od radnog komada, i reakcije kod prekoračenja dozvoljenih tolerancija su sadržani u NC-programima na mjernim mašinama.

Kao reakcija na negativne rezultate mjerenja dobijaju se informacije ili o potrebi dorade radnih komada, ili o škartu koji treba automatski ili manuelno isključiti iz sistema.

Uređaji za mjerenje predstavljaju za tok materijala logički prekid i organizaciono upravljanje tokom materijala ih mora na odgovarajući način tretirati. U ovom radu razvijenom sistemu upravljanja se mašine za mjerenje tretiraju kao i ostale radne stanice koje imaju svoje interno upravljanje.

5.4 KOMUNIKACIJA SA PODREĐENOM RAVNI UPRAVLJANJA

5.4.1 Zahtjevi upravljanju uređajima

Što se tiče automatskog upravljanja i nadgledanja, zahtjevi podređenim upravljanjima na uređajima se mogu formulisati kako slijedi:

1. Upravljanja moraju biti u stanju da samostalno izvode složene funkcije i cikluse.
2. Upravljanja moraju imati interface-e preko kojih se funkcije mogu spolja (tj. od strane upravljačkog računara) inicirati i programi u upravljanju pohraniti.
3. Preko interface-a treba biti omogućeno takođe i pozivanje informacija o toku procesa (npr. izvršenje neke funkcije), odnosno o stanju upravljanja i stanju komponente.

Ovi zahtjevi su nadalje pobliže objašnjeni.

Ad 1.: Samostalnost upravljanja:

Za vrijeme odvijanja proizvodnje svaki proces se sastoji od više djelova, koji se izvode paralelno ili sekvencijalno, i koji se opet sastoje od manjih funkcija. Što su funkcije, koje neko upravljanje može samostalno da izvodi (tj. bez uticaja upravljačkog računara), složenije, to je manje opterećenje upravljačkog računara i sistema za prenos podataka.

Za izvođenje jedne funkcije može, osim toga, biti aktivno više sistemskih komponenti, i u tom slučaju njihove akcije moraju biti međusobno usaglašene (primjer: snabdijevanje struga pomoću uređaja za rukovanje). Ako bi svim tim akcijama pojedinačno koordinirao upravljački računar, onda bi se teško moglo zamisliti manuelno izvođenje takvog procesa bez upravljačkog računara npr. u fazi testiranja. Direktnim međusobnim povezivanjem upravljanja u najnižoj ravni (CNC- ili PA-ravan) povećava se modularnost i bitno se skraćuje vrijeme reagovanja. Za samostalno izvođenje funkcija

se stoga pretpostavlja komunikacija upravljanja na nekoj mašini i sa upravljanjima na perifernim uređajima.

Ad 2.: Udaljeno opsluživanje upravljanja:

Kod svih upravljanja integrisanih u neki proizvodni sistem treba da u automatskom radu programi mogu biti pohranjeni preko pogodnih interface-a (DNC-rad) i da se funkcije koje treba izvoditi mogu startovati. Kod upravljanja na mašinama i robotima se za ovo odomaćio naziv "DNC-interface". U Njemačkoj većina upravljanja sa DNC posjeduje serijske interface-e prema V.24 ili V.11 normi. Informacija se strukturira blokovno na bazi znakovno-serijskog prenosa. Svaki blok (telegram) se sastoji iz više byte-ova i osiguran je preko protokola za prenos podataka od smetnji (šumova).

Ad 3.: Razmjena podataka preko DNC-interface-a:

Decentralizacija inteligencije, tj. samostalno izvođenje složenih funkcija od strane upravljanja na uređajima, donosi sobom osim prednosti:

- rasterećenje računara,
- izdvajanje vremenski kritičkih zadataka i
- rasterećenje sistema za prenos podataka, i bitne mane:
- direktno nadgledanje stanja procesa je moguće samo sa znatnim opterećenjem sistema za prenos podataka i upravljačkog računara.

Da bi se ovaj nedostatak umanjio, upravljanja moraju sama sebe nadgledati. Ona mogu pomoću interne dijagnoze u slučaju smetnji javiti upravljačkom računar u vrstu, uzrok i vrijeme dešavanja smetnje. Prijavu stanja izvršava ili samostalno upravljanje na uređaju na osnovu smetnji, ili ih upravljački računar tj. poslužitelj može u svako doba pozvati u okviru dobijanja podataka sa mašina (DPM ili MDE - Maschinendatenerfassung).

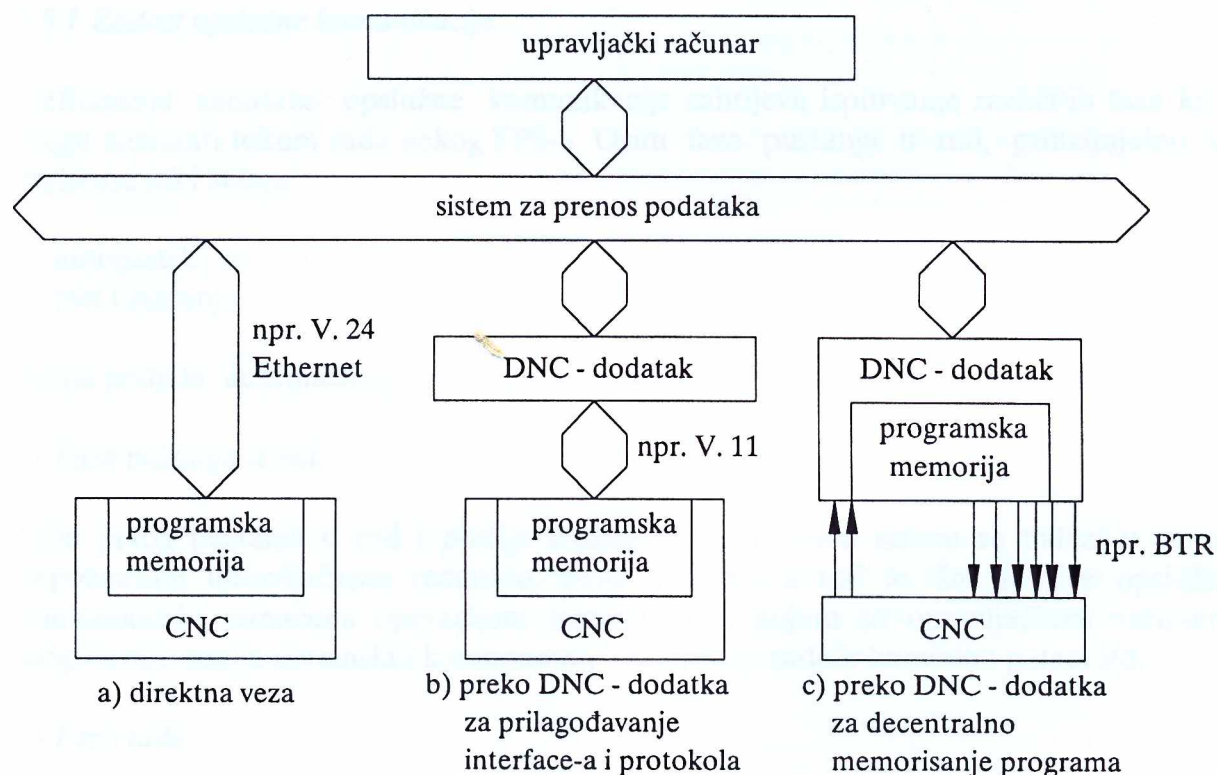
5.4.2 Uticaj različitih karakteristika upravljanja i sistema za prenos podataka

Kao što je upravo objašnjeno, do sada još nije postavljen nikakav standard kod DNC-karakteristika upravljanja na uređajima. Tako se upravljanja prije svega razlikuju u funkcijama koje mogu izvoditi. Ovdje istina odlučujuću ulogu ima tip komponente (transportni uređaj, obradna mašina, skladište, itd.), ali takode postoje velike razlike u opsegu funkcija i kod istovrsnih upravljanja različitih proizvođača, ili čak kod istog proizvođača.

Sledeću razliku kod istih funkcija predstavlja način pozivanja funkcija. To je već objašnjeno u odjeljku 5.4.1. Dalje se upravljanja razlikuju u oblikovanju telegrama podataka, u okviru znakova i u procedurama za prenos podataka. Okvir znakova i procedure za prenos podataka najvećim dijelom zavise i od sistema za prenos podataka za koji je upravljanje koncipirano.

Kao karika između upravljačkog računara i podređene upravljačke ravni, sistem za prenos podataka (PP-sistem) ima zadatak da informacije sprovodi dalje brzo i sigurno. U ovom radu različite strukture sistema za prenos podataka neće biti pobliže objašnjavane. Ova problematika je predmet mnogih radova [DIE-85, HEG-86, NIE-89, SCH-88]. Dok se upravljački sistem može izmjenama u upravljačkom software-u prilagoditi različitim funkcijama uređaja i telegramima podataka, prilagođavanje upravljačkog računara različitim PP-sistemima iziskuje i dodatne troškove za hardware. Mnogi proizvođači računara nude i hardware za PP-sisteme koji se danas najviše koriste, kao što su npr. V.24 i V.11 ili Ethernet. Ako na PP-sistem treba priključiti starija upravljanja ili upravljanja sa neodgovarajućim interface-om, postoji priključak preko jednog DNC-dodatka (Sl.5.6) [WEC-82]. Primjena jednog takvog dodatka preporučuje se:

- kod upravljanja koja nemaju mogućnost sigurnog prenosa podataka preko nekog normiranog interface-a i
- kod NC-upravljanja bez sopstvene programske memorije kao memorija za podataka pri mašini.



Sl.5.6 Integracija različitih upravljačkih koncepata

Unifikacijom interface-a i PP-procedura je moguće smanjiti troškove prilagođavanja upravljanja u upravljačkoj računarskoj ravni.

5.5 KOMUNIKACIJA SA OPSLUŽNIM OSOBLJEM

Pored komunikacije sa podređenom sistemskom ravni, kod automatizovanih proizvodnih postrojenja se vrši i razmjena informacija između upravljačkog računara i osoblja koje vrši opsluživanje i nadgledanje. Ova razmjena podataka, koja se odigrava na vodećem pultu i na mjestima za snabdijevanje i stezanje, je obuhvaćena nazivom opslužna komunikacija.

Pošto, nezavisno od automatskog nadgledanja, može biti potrebna i ocjena proizvodne situacije i nadgledanje od strane osoblja, treba da postoji mogućnost prikazivanja informacija pridošlih iz proizvodne oblasti.

Prilikom prikazivanja informacija potrebnih u nadgledanju, ne smije nastupiti niti preopterećenje, niti podopterećenje u zahtjevima prema opslužnom osoblju. S toga se po pravilu izdavanje i predstavljanje informacija treba ograničiti na najpotrebnije podatke. Po potrebi, međutim, treba da postoji mogućnost pristupa i drugim podacima. Način prikazivanja informacija treba da bude u vizuelno pogodnoj formi.

5.5.1 Zadaci opslužne komunikacije

Definisanje zadataka opslužne komunikacije zahtijeva ispitivanje različitih faza koje mogu nastupiti tokom rada nekog FPS-a. Osim faze puštanja u rad, principijelno se razlikuju još i stanja

- automatski rad, kao i
- test i staranje.

Finija podjela automatskog načina rada vodi ka sledećim fazama:

a) Faza puštanja u rad:

Prije prvog puštanja u rad i poslije svakog dužeg prekida sistem se nalazi u stanju nepoznatom upravljačkom računaru. Faza puštanja u rad je, što se tiče opslužne komunikacije, označena operacijom inicijalizacije, kojom se upravljačkom računaru saopštavaju stanja sistemskih komponenti, razmještaj radnih komada i paleta itd.

b) Faza rada:

Karakteristično za ovu fazu je automatski tok materijala i informacija. Za osoblje na vodećem pultu moraju biti na raspolaganju funkcije za izdavanje novih radnih naloga, upravljanje stanjem podataka, nadgledanje odvijanja procesa i za reakcije u slučaju smetnji (v. Tabelu 5.1). Na mjestima za stezanje i snabdijevanje će opslužno osoblje biti snabdjeveno pogodnim komunikacionim medijima (ekran, funkcijska tastatura) da bi moglo preduzeti određene akcije koje se po njihovom završetku moraju na odgovarajući način kvitirati (prijaviti upravljačkom računaru).

TABELA 5.1 Zadaci opslužne komunikacije

unos podataka za upravljanje proizvodnjom	<ul style="list-style-type: none"> - zadavanje novih radnih naloga - zadavanje hitnih radnih naloga - prekidanje radnog naloga
informativno izdavanje podataka za nadgledanje sistema i dobijanje radnih podataka i podataka sa mašina	<ul style="list-style-type: none"> - predstavljanje stanja komponenti - zauzetost skladišta - stanje transportnih sredstava - predstavljanje redosleda transportnih naloga - predstavljanje listi čekanja na mašini - prtokolisavanje aktivnosti i smetnji
zadavanje podataka pri smetnjama	<ul style="list-style-type: none"> - potvrda odstranjenja smetnji - zadavanje najnovijeg stanja procesa posle manualnog djelovanja u slučaju smetnji - isključivanje (odjavljivanje komponenti)
manuelno upravljanje tokom materijala	<ul style="list-style-type: none"> - zadavanje i start transportnih naredbi
izmjena promjenljivih informacija stanja	<ul style="list-style-type: none"> - izmjena sadržaja datoteka - zauzetost stanica i paleta - stanja komponenti i radnih komada

Poslužitelj mora da ima mogućnost prekida ili okončanja automatskog rada, da bi npr. pojedine mašine mogao ponovo snabdjeti ili da bi na kraju smjene mogao postići neko definisano stanje. Nasuprot fazi puštanja u rad, kod ponovnog starta nije potrebna nova inicijalizacija, sve dok se stanje sistema tokom prekida nije promijenilo.

c) Faza završavanja:

Prije početka nekog dužeg prekida (npr. odmor u pogonu) može se postići definisano izlazno stanje ciljanim završetkom faze obrade. Tekući radni nalozi će se završiti i sistem će se automatski isprazniti.

Rad u fazi testiranja i staranja je karakterističan zbog isključivo ili djelimično manualnog upravljanja tokom informacija i tokom materijala. Posebno se u fazi

izgradnje sistema mogu tako pojedine komponente i upravljački software zasebno testirati. Faza puštanja u rad će tako biti značajno skraćena.

5.5.2 Zahtjevi opslužnom sistemu

Da bi opslužno osoblje prihvatilo jedan visoko-automatizovani sistem, od velike je važnosti sagledivost funkcija i lako opsluživanje. Dijaloški sistemi bazirani na menijima olakšavaju unos i sa njima se zaobilazi korešćenje obimnih priručnika.

Od velike važnosti za funkcionalnu sigurnost postrojenja je sprečavanje pogrešnog opsluživanja npr. ispitivanjem prihvatljivosti tokom unosa. Ni pod kojim uslovima ne smije pogrešno opsluživanje voditi ka padu sistema. Upravljačke naredbe koje mogu voditi ka blokadama u toku materijala moraju prije predaje upravljanjima na uređajima biti prepoznate i prijavljene poslužitelju. Poslužitelj će na odgovarajući način reagovati.

5.5.3 Uticajni faktori na razvijanje opslužnog sistema

Pored obima funkcija koje treba realizovati (v. odj. 5.5.1), na software za opslužnu komunikaciju utiču prije svega mediji za unos i izdavanje. Osobine različitih uređaja sa ekranom (npr. upravljanje cursor-om, funkcijski tasteri, grafičke mogućnosti itd.) zahtijevaju izraženu modularnost kod izgradnje programa.

Modularna realizacija pojedinih funkcija je takođe pretpostavka za individualno postavljanje mogućnosti zahvata i nadgledanja, već prema želji korisnika. Različito oblikovanje maske na ekranu, ili promjena informacija koje treba izdati, zahtijeva ipak izmjene u programu.

6 NOVORAZVIJENI SISTEM UPRAVLJANJA FPS-OM

Imajući u vidu analizu komponenti jednog FPS-a i njihovih mogućih karakteristika i analizu zahtjeva koji se postavljaju pred jedan sistem upravljanja FPS-om, u ovom radu je pod nazivom OPTIMA razvijen operativni software za tok informacija i materijala u FPS-u.

Software je razvijen u programskom jeziku C na PA/PC uređaju Siemens S5-135 U (v. tačku 7.2) koji ima PCP/M operativni sistem. Pošto je software ispitan, prilagođen je MS-DOS operativnom sistemu.

6.1 DECENTRALIZACIJA I HIJERARHIJA U SISTEMU UPRAVLJANJA FPS-OM

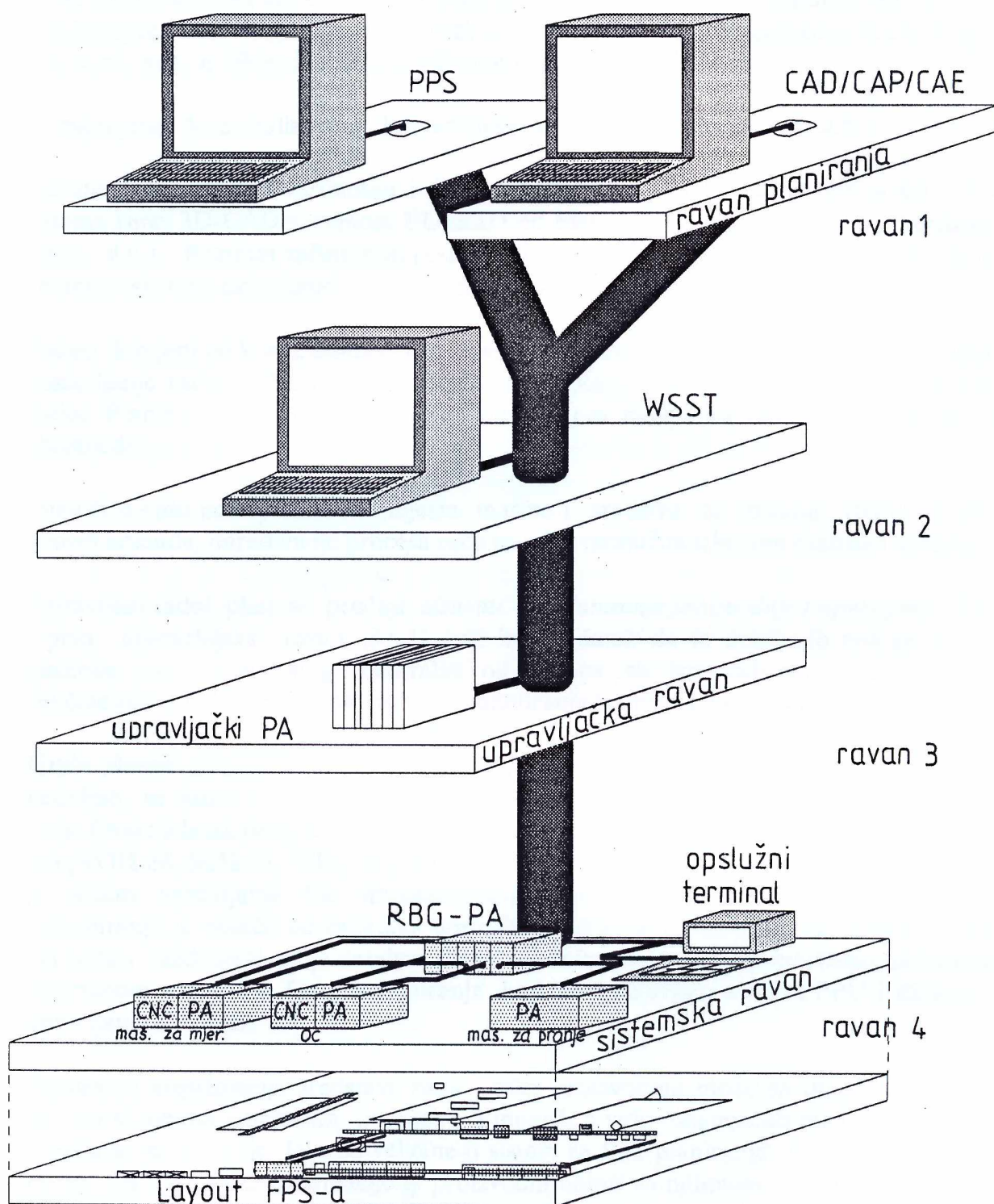
Složenost integrisanih sistema za obradu informacija i obim podataka koje treba obraditi kod savladavanja operativnih i dispozitivnih zadataka u proizvodnji su poslednjih godina veoma narasli. Zbog raspoloživosti i radi smanjenja vremena odgovora računara, a i da bi se obezbijedio optimalan zajednički rad pojedinih komponenti fleksibilnog proizvodnog sistema, sistem upravljanja procesom mora biti hijerarhijski izgrađen.

Ovo ovezivanje u funkcionalne ravni je veoma koristan način za tehničko strukturisanje toka podataka, tj. za analizu za preduzeće internih informacija. Pridruživanjem podataka i relevantnih informacija pojedinim ravnama cjelokupnog modela se garantuje da u jednoj ravni postoje samo informacije relevantne za tu ravan, i da je tako izbjegnuto preopterećenje informacijama iz drugih ravni. To znači da treba, s obzirom na čuvanje i obradu podataka, preduzeti jaku hijerarhizaciju i decentralizaciju.

Stoga strukturisani upravljački sistemi sa ograničenim oblastima nadležnosti olakšavaju nužni i ograničeni rad kao i ponovno puštanje u rad posle eventualnog ispada. Uopšteno, treba postaviti autonomne decentralne jedinice, koje su u stanju da u skladu sa kapacitetom svoje memorije i sa odgovarajućim dugoročnim podacima premoste ispade nadređene funkcijske ravni a da ne naškode sposobnosti rada FPS-a.

Prihijerarhijskom strukturisanju funkcijskih blokova između pojedinih sistemskih komponenti proističe vertikalni i horizontalni tok informacija. Dok se preko vertikalnog povezivanja razmjenjuju potrebni podaci između nadređenih i podređenih ravni, horizontalni tok informacija služi posebno za sinhronizaciju paralelnih procesa u okviru hijerarhijske ravni.

Sa decentralizacijom automatizovanih sistema treba izvršiti strukturisanje cjelokupnog zadatka automatizacije proizvodnog procesa - sa jasnom podjelom zadataka razdijeljenim računarima i uređajima za automatizaciju.



Sl.6.1 Informaciono povezivanje pojedinih radnih oblasti (hijerarhijskih ravni)

U ovom radu je primijenjena nova koncepcija hijerarhijske, decentralizovano orjentisane strukture sistema upravljanja FPS-om. Za realizaciju jednog takvog upravljačkog sistema mora se voditi računa o, ukoliko postoje, standardima, odnosno o pokušajima standardizacije. Ovo važi posebno za oblast komunikacije. Dalji mogući standardi, npr. u oblasti interface-a čovjek-mašina su za diskusiju.

Primijenjena decentralizovana hijerarhijska struktura je prikazana na sl.6.1.

Računarom podržano varijantno i novo *konstruisanje* obavlja se sa nekim od CAD-sistema (npr. 3D-CAD sistemom EUCLID od Matra Datavision) u prvoj hijerarhijskoj ravni, sl.6.1. Rezultat računarski podržanog konstruisanja je za pojedinačne elemente geometrijski opis uključujući i tolerancije, a za ukupan proizvod lista elemenata.

Podaci dobijeni od konstruisanja čine osnovu za *planiranje rada*. Poseban značaj ima postavljanje radnog plana, NC-programiranje i planiranje kontrole (CAP - Computer Aided Planing). Planiranje kontrole čini pri tom kariku ka računarski podržanom obezbjeđenju kvaliteta.

Imajući u vidu postojeća radna mjesta, mašine i sredstva za stezanje, izvodi se izbor sirovih komada, određivanje procesa rada sa odgovarajućim izborom mašina i uređaja.

Postavljeni radni plan se predaje *sistemu za planiranje proizvodnje i upravljanje* (PPU - prva hijerarhijska ravan, sl.6.1) koji ima zadatak da iz dobijenih naloga kupaca generiše proizvodne naloge neutralne od kupaca, da sprovodi proračun količine i veličine serije i da preduzme potrebno planiranje termina i kapaciteta.

Grubi planski podaci, dobijeni na osnovu planiranja za neki vremenski period, npr. nedeljno, se koriste za detaljno planiranje toka proizvodnje i angažovanja sredstava rada. Ovaj zadatak *finog terminiranja* je do sada obavljan u sistemu za upravljanje FPS-om [KOH-88, SCH-91, WEC-90], što je uticalo na preopterećenje računara na kom je sistem upravljanja bio implementiran. Osim toga, problem zadatka finog terminiranja je različit od zadatka upravljanja FPS-om u užem smislu. Stoga su ovdje ovi zadaci razdvojeni, pa je detaljno planiranje toka proizvodnje prepušteno računarski podržanom sistemu za fino terminiranje koji je postavljen između PPU i sistema za upravljanje FPS-om.

Planiranje angažovanja sredstava rada i toka proizvodnje može se obavljati samo na osnovu aktuelnih sistemskih podataka i imajući u vidu mogućnosti materijala, alata i sredstava za stezanje. Ulazne veličine u sistem za fino planiranje (druga hijerarhijska ravan, sl.6.1) su PPU-informacije tj. proizvodni nalozi sa njihovim terminima završetka i količinama proizvoda i pripadajući radni planovi. U procesu finog planiranja se zatim sprovodi pridruživanje pojedinih radnih operacija mašinama i uspostavljanje redosleda operacija. Na početku planiranja se sprovodi ispitivanje raspoloživosti sredstava rada: mašina, NC-programa, posebnih alata i sredstava za stezanje. Ovim korakom se treba izbjeći planiranje radnih naloga koji se ne mogu odraditi jer npr. nedostaje potreban alat. Potrebna sredstva rada stoje u radnim planovima, dok postojeća sredstva rada

stoje u aktuelnim datotekama sredstava rada. Sa provjerenim radnim nalogima se sada može sprovesti stvarno planiranje angažovanja sredstava rada. Formirane proizvodne sekvence predstavljaju niz radnih koraka nekog radnog naloga.

Osnova za *upravljanje proizvodnjom* (treća hijerarhijska ravan, sl.6.1) su proizvodni nalozi koji se na primjer dnevno preuzimaju od sistema za fino terminiranje. Pored identifikacionog broja dijela, u nalogu je sadržan radni plan sa svim potrebnim informacijama.

Zadaci realizovanog sistema upravljanja FPS-om su detaljno objašnjeni u sledećoj tački.

Izvršena podjela zadataka automatizacije omogućava povećanje prohodnosti sistema i istovremeno pomaže da se teret komunikacije između hijerarhijskih ravni drži u granicama. Osnovna načela ove ravanske strukture su:

- dobijanje informacija i obrada mora u svakoj ravni da bude što nezavisnija,
- razmjena informacija između ravni treba da bude što manja i vremenski nekritična,
- interface-i moraju biti sadržajno i fizički jasno određeni.

Prednost ovog strukturisanja leži u tome da svaka ravan radi sa visokim procentom sa podacima koji su joj dodijeljeni. Preopterećenje sa upravljanjem i obradom informacija sa druge ravni ne može nastupiti, jer se podaci koje treba dalje drugim ravnima predati prije toga redukuju ili zgušnjavaju. Dodatno, povećana je tolerancija prema greškama ukupnog sistema usled ispada pojedinih komponenti.

Podjela na ravni i podsisteme ima i sledeće prednosti:

- preglednija izgradnja upravljanja
- brzo i jednostavno puštanje u rad podsistema
- lakše pronalaženje i otklanjanje smetnji
- brzo sprovođenje potrebnih izmjena i prilagođavanja.

6.2 ZADACI UPRAVLJANJA FPS-OM

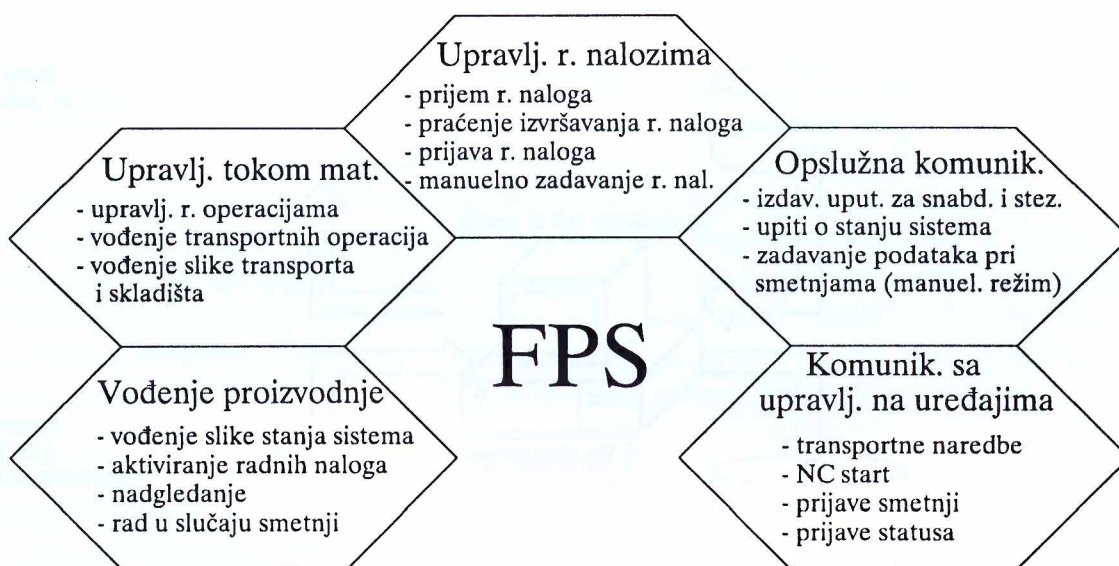
Da bi mogli realizovati različite obradne zadatke na nekom spektru radnih komada, pojedini proizvodni uređaji moraju biti međusobno povezani preko zajedničkog upravljačkog i transportnog sistema. Pri tome je cilj ostvarenje što je moguće više kontinuiranog toka proizvodnje da bi se skratilo vrijeme prolaza i smanjile rezerve. Pri tome se u proizvodnoj logistici izdvajaju sledeće oblasti:

- strukturisanje procesa i automatizacija funkcija obrade
 - povezivanje i automatizacija funkcija toka materijala i skladištenja
 - integracija i automatizacija funkcija planiranja i upravljanja.
-

Da bi se ostvarilo logistički orijentisano vođenje procesa, moraju podaci planiranja biti povezani sa proizvodnim podacima preko jednog upravljačkog sistema. Povezivanjem funkcija toka materijala i skladištenja sa obradnim zadacima postiže se uvođenje materijala u proizvodni sistem koje može da se optimizira.

Realizovani sistem upravljanja FPS-om trenutno obuhvata sledeće funkcije (sl.6.2):

- upravljanje proizvodnim radnim nalogima,
- upravljanje tokom materijala,
- opslužna komunikacija
- vođenje slike proizvodnje.
- komunikacija sa upravljanjima na uređajima u podređenoj ravni



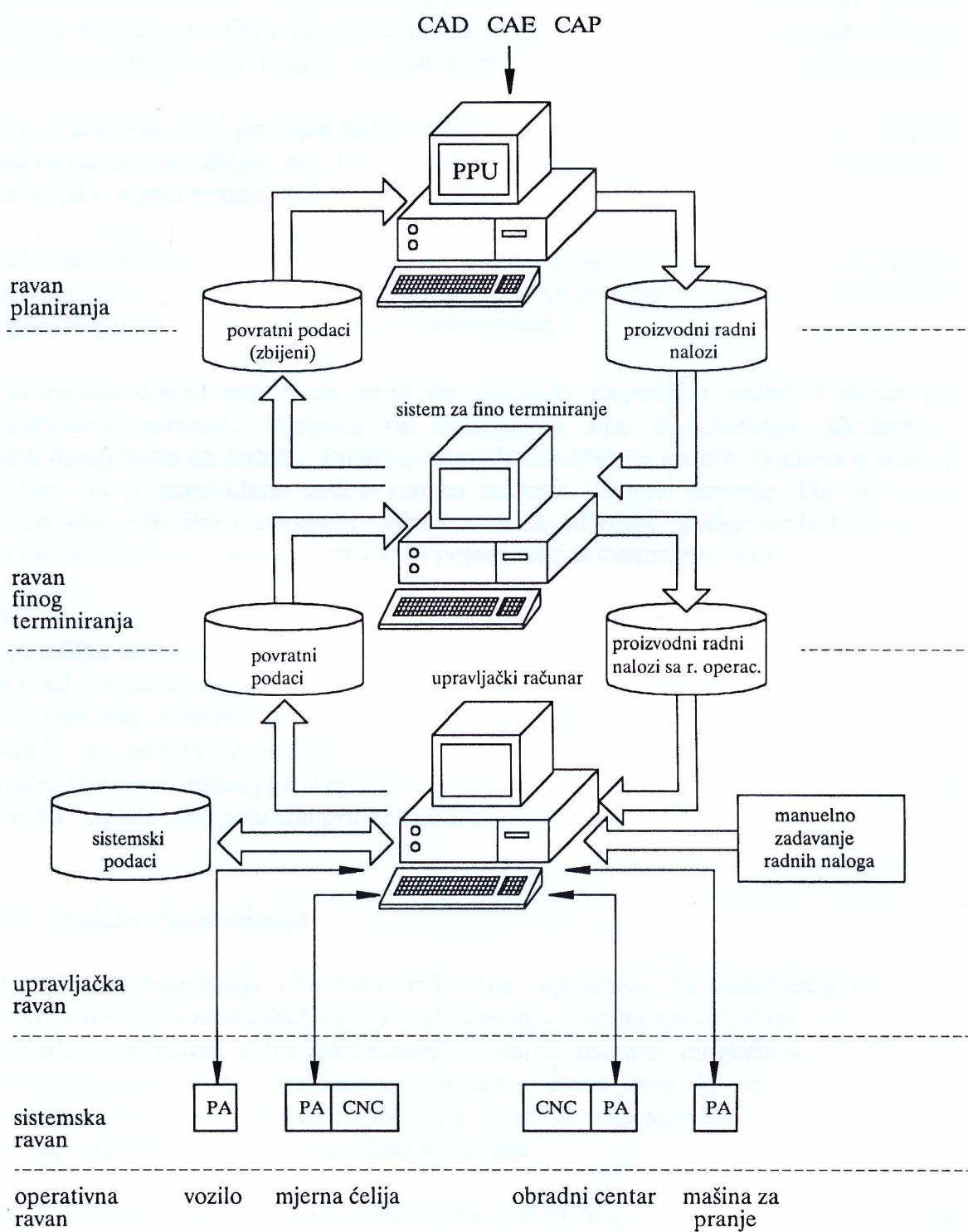
Sl. 6.2 Funkcije upravljanja FPS-om

6.2.1 Upravljanje proizvodnim radnim nalogima

Modul upravljanja proizvodnim radnim nalogima obuhvata: prijem radnih naloga od sistema za fino terminiranje, praćenje realizacije radnih naloga, javljanje nadređenom sistemu o realizovanim radnim nalogima i manuelno zadavanje radnih naloga. Nadređeni sistem za fino terminiranje iz radnih naloga postavljenih u ravni planiranja formira optimiziranu proizvodnu sekvencu i predaje je u vidu datoteka radnih naloga i radnih planova (radnih operacija) preko računarske mreže sistemu za upravljanje proizvodnjom (ravan 3, sl.6.1). Ovaj sistem izdaje naredbe za raspodjelu i obradu radnih komada po mašinama i prati sprovođenje radnog naloga. O izvršenom radnom nalogu obavještava nadređeni sistem za fino terminiranje. Radni nalozi se mogu izgrađivati

i u opslužnom dijalogu i tako se hitni nalozi ubaciti u sistem. Svim daljim procesima upravlja računar.

6.2.2 Upravljanje tokom materijala



Sl.6.3 Upravljačka struktura

U okviru jednog fleksibilnog proizvodnog sistema centralno mjesto zauzima organizacija toka materijala.

Zadaci upravljanja tokom materijala su: upravljanje radnim operacijama, upravljanje transportnim operacijama i praćenje stanja transporta i skladišta. Upravljanje procesom obuhvata sagledavanje potreba za sredstvima rada na osnovu podataka iz radnih naloga i planova i vremenski usaglašenu pripremu sredstava rada kao što su npr. palete sa radnim komadima. Ovaj modul upravljanja generiše transportne naloge i nadgleda njihovo izvođenje i vrši podjelu radnih komada u sistemu saglasno radnom planu.

Tok materijala mora povezati radna mjesta u radnoj oblasti i garantovati mogućnost međulagerovanja. Stoga on mora uspostaviti što je moguće više kontinuirani tok materijala u proizvodnji (sl.6.3).

Sinhrono usklađivanje proizvodnje sa tokom materijala utvrđuje u biti integralno upravljanje cjelokupnim proizvodnim sistemom. Ono će biti ostvareno kroz tijesnu vezu logističkog upravljanja i upravljanja proizvodnjom.

Upravljanja tokom materijala mora da sprovede raspodjelu radnih komada prema proizvodnoj sekvenci dobijenoj od sistema za fino terminiranje. Dodatno, ovo upravljanje treba da sadrži i funkcije za međuskladištenje radnih komada u skladište u slučaju da je predviđena radna stanica zauzeta ili ima smetnje. Na taj način se proizvodno-tehničko razdvajanje radnih stanica odigrava preko centralnog skladišta, pa inače potrebna skladišna mjesta pri pojedinačnim stanicama postaju suvišna.

Za ispunjenje ovih zadataka potrebno je da upravljanje tokom materijala preuzme i na logističkim osnovama zasnovano aktualiziranje svih podataka povezanih sa transportom (podaci o zauzetosti paleta, skladišta i mašina i podaci o svim proizvodnim koracima) i svih sistemski internih stanja. Ono, osim toga, preuzima i koordinaciju svih procesa važnih za planiranje redosleda radnih komada. Uz to ovdje spada i ovladavanje strategijama optimizacije i reagovanja u slučaju ispada. Ove strategije reagovanja u slučaju ispada omogućavaju prilikom smetnji ograničen rad sistema.

6.2.3 Opslužna komunikacija

Opslužna komunikacija obuhvata: izdavanje uputstava za snabdijevanje i stezanje i potvrdu izvršenih manuelnih radnji snabdijevanja sistema materijalom i stezanja radnih komada na paletama, zatim informisanje o stanju sistema, mogućnosti reagovanja radi otklanjanja greške pri smetnjama u sistemu. Kroz javljanje sistemu upravljanja o izvršenom stezanju od strane poslužioca dolazi do uspostavljanja veze između radnih naloga i radnih komada koji se nalaze u sistemu.

Pri tehničkim i organizacionim smetnjama postoji mogućnost da se djeluje i da se na funkcije ciljano utiče.

6.2.4 Vođenje slike proizvodnje

Za pouzdano upravljanje proizvodnjom neophodno je sprovesti nadgledanje procesa. Upravljanje tokom materijala stalno provjerava, radi pravilnog vođenja procesa, prijave stanja i prijave završenog rada koje šalju komponente sistema.

6.2.5 Komunikacija sa upravljanjima na uređajima u podređenoj ravni

Pri komunikaciji sa pojedinačnim upravljanjima na proizvodnim jedinicama prenose se sledeće informacije: prijave smetnji i statusa obradnih stanica, transportne naredbe uređaju za upravljanje transportnim sistemom i NC-start.

Preko sistemskog upravljanja se mora razviti razmjena informacija između upravljanja na uređajima i sistema upravljanja FPS-om. Prijave statusa i povratne prijave ovih komponenti stavljaju upravljački sistem u poziciju da nadgleda sve mašine i kvalitet proizvoda, da sprovodi vizualizaciju postrojenja i komunikaciju sa opsluživačem i da pri smetnjama sagleda prave uzroke.

Prenos podataka između upravljačkog računara i upravljanja komponentama sistema se odvija u okviru procedure prenosa orjentisane na telegrame.

6.3 ANALIZA STANJA SISTEMSKIH KOMPONENTI

U ovom odjeljku će biti pobliže razmatrana moguća stanja pojedinih sistemskih komponenti. Ova stanja imaju važnu ulogu u strategiji za generisanje transportnih naloga.

Stanja skladišnih mjesta

Svako skladišno mjesto može biti slobodno ili zauzeto. To pokazuje sadržaj mjesta, tj. broj palete. Osim toga mjesto može biti blokirano ili manuelno od strane radnika ili od strane upravljačkog računara. Sve dok je mjesto blokirano ne može se formirati nikakav transportni nalog ka ovom mjestu. Skladišno mjesto se može snabdjeti samo paletom dozvoljenog tipa.

Stanja vozila

Kao i skladišna mjesta, i vozila mogu biti blokirana, i to ili manuelno (od strane radnika) ili automatski (od strane upravljačkog računara). Za to vrijeme ne može mu se dodijeliti novi transportni nalog. Ako nije blokirano, vozilo može imati neko od sledećih stanja:

- vozilo u stanju čekanja

-
- vozilo ide ka izvoru (mjestu gdje se paleta koju treba uzeti nalazi)
 - vozilo ide ka cilju (mjestu na koje treba odložiti paletu).

Stanja mašina

Mašina može biti blokirana (manuelno ili automatski) ili neblokirana. Kada je blokirana, nije moguć nikakav transport ka ili od mašine. Moguća su, osim ovog, sledeća stanja mašine:

- mašina prazna
- mašina zauzeta (jedna paleta je na mašini) i obrada je u toku
- mašina zauzeta, paleta obrađena (spremna za odvoz)
- mašina čeka na transport.

Lista čekanja radnih naloga

Lista čekanja radnih naloga predstavlja vezu sa nadređenim sistemom planiranja proizvodnje. U listi čekanja radnih naloga stoje aktuelni proizvodni nalozi u nizu u kom su npr. u sistemu za fino terminiranje planirani. Nalozi su označeni preko:

- broja radnog naloga
- veličine serije
- radnog plana.

U radnom planu se nalaze informacije o redosledu mašina na kojima će se komad obrađivati, brojevima odgovarajućih NC-programa i uređaja. Po odrađivanju radne operacije ona će biti kao takva označena.

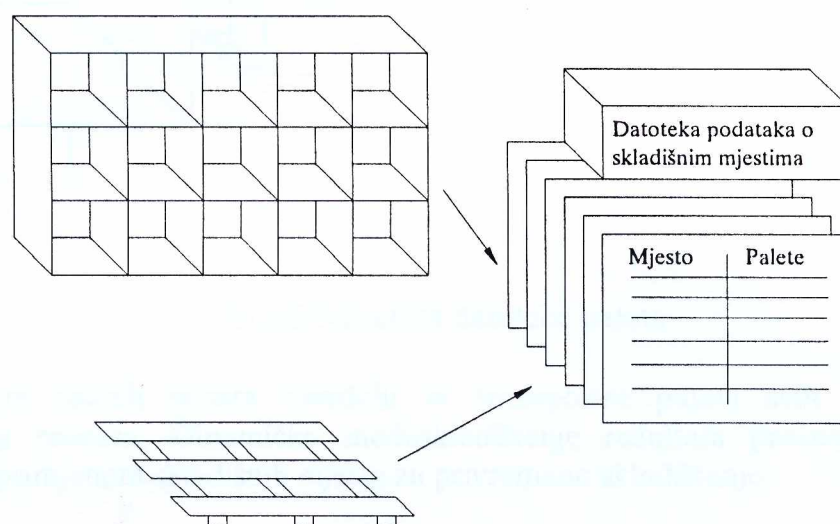
6.4 INFORMACIONO - TEHNIČKI KONCEPT

Dobro organizovani transport podrazumijeva prije svega prikupljanje svih za transport potrebnih podataka. Kao prvo, mora postojati transportno sredstvo. Onda slijedi identifikacija ili izbor odgovarajućeg transportnog sredstva. Na kraju, pored izvora ili broja palete (robe), mora se znati transportni cilj.

Za ovo se mora prikupiti, procijeniti i povezati jedan broj različitih informacija. Zatim slijedi, prije nego transport započne, logička kontrola koja pomaže da se izbjegnu kolizije. Zaključno ispitivanje treba da pokaže koji su podaci potrebni za neometani tok materijala i koji izvori i putevi informacija moraju biti praćeni.

Baza za razvoj transportnog naloga su osnovni podaci sistema. Osnovni podaci su vremenski konstantni i oni se ne mijenjaju tokom izvršavanja radnih naloga. U njih spada u prvom redu opis radnih sredstava. To su mašine, skladišna mjesta i nosači radnih komada (palete).

Podaci o sistemskim mjestima (skladišna mjesta i mašine) daju hardware-sku sliku sistema. Objedinjavanje svih proizvodnih stanica i skladišnih mjesta daje okvir za zadatak upravljanja. Istovremeno su time navedene tačke između kojih se može odvijati transport. Kao važne dodatne informacije biće u podatke o mjestima na mašinama i skladišnim mjestima uveden i aktuelni sadržaj mjesta. Osim toga se u te podatke mogu uvesti i svi atributi (blokada, dozvoljeni tipovi paleta, dozvoljena vozila) potrebni za brzo ispitivanje kolizije. Sl.6.4 prikazuje takvu strukturu podataka o skladišnim mjestima.



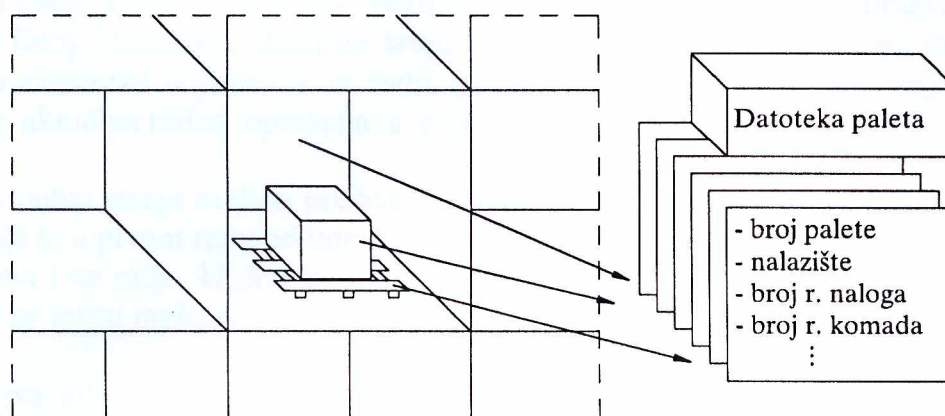
Sl.6.4 Struktura datoteke skladišta

U drugoj za transport važnoj bazi podataka navode se sva transportna sredstva koja se nalaze u sistemu. Rukovanje ovim podacima se vrši na bazi podataka o paletama. Transport u okviru sistema je prinudno povezan sa paletom. Radni komadi iz tehničkih razloga ne mogu biti bez paleta transportovani vozilima koja se nalaze u sistemu. Pri tom treba imati u vidu da postoje različiti tipovi paleta od kojih su neki predviđeni samo kao interface koji omogućava vezu radnog komada sa transportnim sredstvom, a neki tipovi su razvijeni tako da se na njima vrši i stezanje radnih komada i na taj način priprema za obradu. Često se na jednoj paleti može naći različit broj radnih komada. To čini potrebnim informaciono-tehničko povezivanje paleta i sadržaja paleta, brojeva radnih naloga i aktuelnih radnih operacija.

Ova zavisnost može biti predstavljena u jednoj datoteci sa podacima o svim paletama koje se nalaze u sistemu. Ova lista garantuje tok informacija između proizvodnih podataka i podataka o nalazištu palete ili transportnih podataka. Sl.6.5 prikazuje izgradnju podataka o paletama sa svim potrebnim podacima.

Na osnovu ovih informacija može se narediti transport neke palete od izvornog mjesta tj. mjesta na kom se paleta nalazi do cilja. Ipak, nedostaju još podaci o radnim nalogima. Ovi podaci su važni za ciljno upravljanje radnim komadima. Podaci potrebni

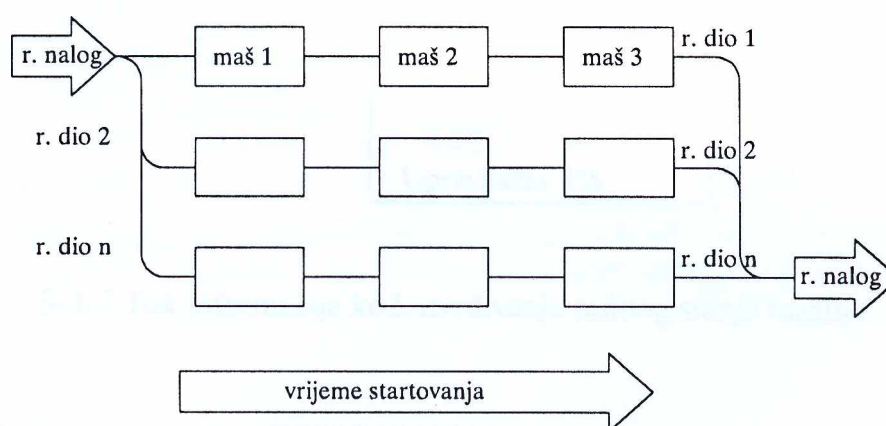
za kretanje materijala su za svaku paletu prethodno dati preko radnih planova. Radni planovi daju redoslede obrada kroz koje prolaze radni komadi stegnuti na paletama. Time je toku materijala obezbijeno logističko povezivanje obradnih mašina.



Sl.6.5 Struktura datoteke paleta

Povezivanjem radnih mjesta utvrđuju se transportni putevi svih paleta u toku proizvodnog procesa. Dinamičko međuskladištenje rezultata proizvodnje može se realizovati primjenom skladišnih mjesta za privremeno skladištenje.

Podaci o radnim nalogima i radnim planovima su predati upravljanju kao rezultat finog planiranja za radne komade stegnute na jednu paletu. Ovi podaci dolaze od sistema za fino terminiranje i predstavljaju detaljan radni plan za sve radne komade koji se nalaze na paleti. Sl.6.6 prikazuje šematski ovu strukturu podataka.



Sl.6.6 Fino planiranje u sistemu za fino terminiranje

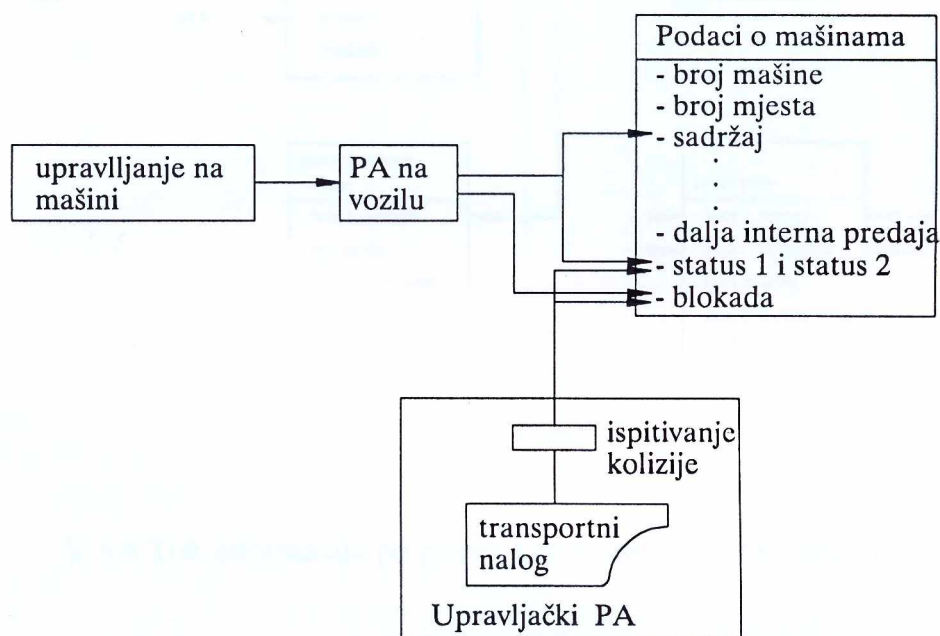
Transport će biti prouzrokovan onda kada to radna stanja obradnih mašina iziskuju. Tek sa uvođenjem dinamičkih elemenata, tj. rezultata proizvodnje, može slijediti

upravljanje tokom materijala u realnom vremenu. Od odlučujućeg značaja za ciljno upravljanje su stanje obrade (označeno kao *flag* u datoteci radnih planova) za paletu vezanih radnih komada i stanja pojedinih mašina.

Aktuelno stanje obrade za paletu vezanih radnih komada može se održavati pomoću rezultata finog planiranja. Zato na kraju svakog obradnog procesa mora da se unese poruka o završetku u podatke za radni plan odgovarajuće radne operacije i inicira sledeća tj. aktuelna radna operacija u podacima za radni nalog.

Aktuelna radna stanja mašina predstavljaju kao podaci stanja ulaz za upravljanje. Za upravljanje je u prvom redu od interesa da li je neka mašina završila obradu na paleti ili stoji prazna i ne radi. U oba slučaja upravljanje tokom materijala mora da organizuje transport za takvu mašinu.

Time su sve informacije, relevantne za upravljanje, pribavljene. Na sl.6.7 su prikazani ovi tokovi informacija.



Sl.6.7 Tok informacija kod utvrđivanja radnog stanja mašine

6.5 ISPITIVANJE TOKOVA INFORMACIJA

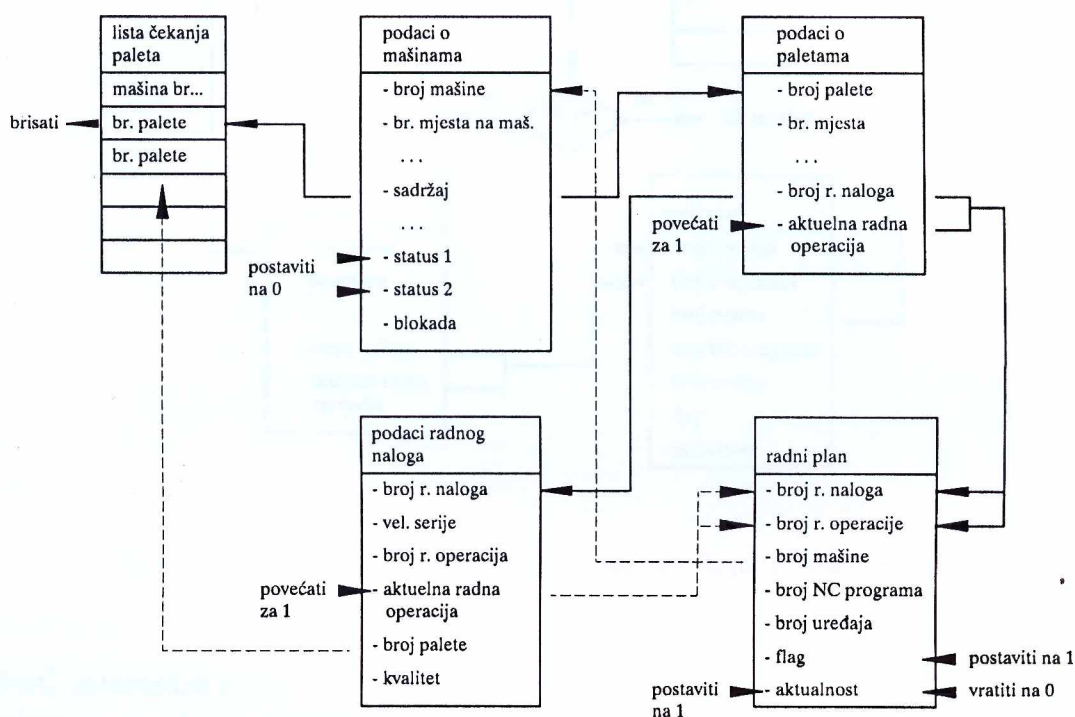
U okviru upravljanja tokom materijala se analizom mogu utvrditi četiri različita toka informacija, koji služe kao osnova za akcije kojima treba upravljati:

- završetak radne operacije na nekoj mašini izaziva aktualizaciju sistema,
- generisanje radnog naloga će biti sprovedeno posle završetka neke radne operacije,

- aktualizacija sistema se izvodi posle svakog završenog transporta,
- zapošljavanje slobodne mašine.

6.5.1 Tok informacija po objavi završetka radne operacije

Prijava završetka rada neke mašine izaziva dva nezavisna događaja. Prvo će biti novo stanje obrade radnih komada unijeto u radni plan. Sl.6.8 pokazuje odgovarajući tok informacija.

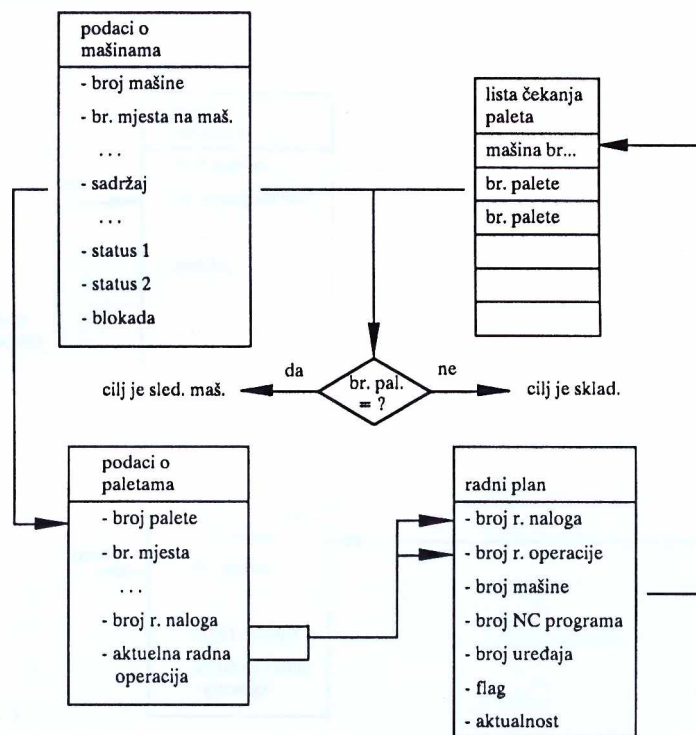


Sl.6.8 Tok informacija po prijavi završetka rada neke mašine

Prva akcija je aktualiziranje stanja obrade radnih komada vezanih za paletu. Upravljanje traži paletu koja leži na mašini i čiji je broj unijet kao sadržaj u podatke za mašinu. Preko broja palete je moguće naći pripadajuće podatke o paleti. U ovim podacima se nalaze za paletu vezani broj radnog naloga i aktuelna radna operacija. Preko brojeva radnog naloga i radne operacije moguće je naći odgovarajuće podatke radnog plana. U njima treba da se upravo završena radna operacija kvitira tj. objavi izvršenom. Uz pomoć broja radnog naloga se pronalaze podaci tog radnog naloga, gdje će se unijeti sledeća aktuelna radna operacija. U radni plan će biti postavljena sledeća radna operacija.

Polazište za dalji tok informacija čine novi podaci stanja obrade. Objavom završetka rada nastaje potreba za transportom. Cilj je odvoz palete sa mašine. Za to su potrebni

podaci o mjestu na kom se paleta nalazi (izvoru), broj i tip palete, i podaci o cilju ka kom treba paletu transportovati. Sl.6.9 prikazuje ovaj informacijski put.



Sl.6.9 Inicijalizacija transporta poslije završene radne operacije

Atributi sistemskih mjesta (blokada, sadržaj, dozvoljeni tipovi paleta, dozvoljena vozila) u podacima za izvor i cilj palete daju objašnjenje o graničnim uslovima koji se moraju ispuniti kod transporta. Upravljanje ispituje da li su ispunjene sledeće pretpostavke:

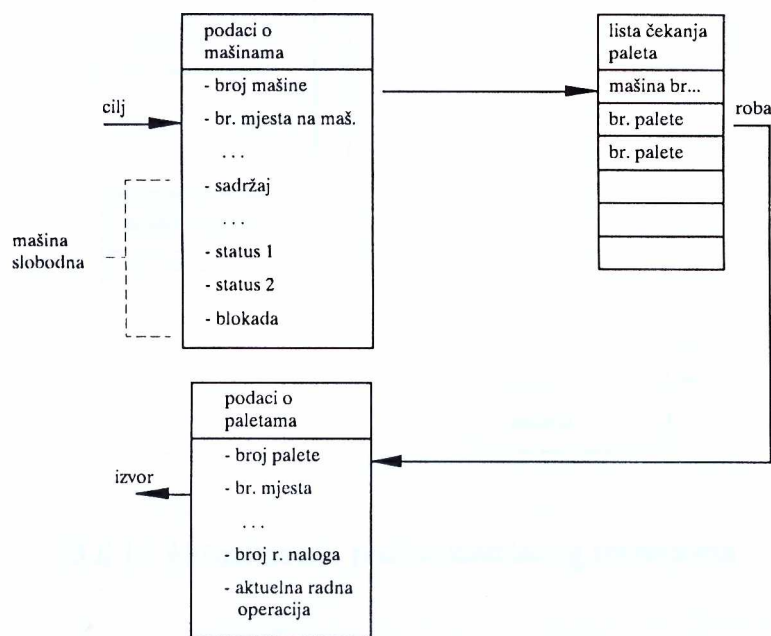
- cilj ne smije biti zauzet,
- ni jedan drugi transport ne smije biti u vezi sa ciljem,
- sa izvorom takođe ne smije nijedan drugi transport da bude u vezi,
- mora biti dozvoljeno postavljanje palete na cilj.

Ako se ispostavi da je cilj nepristupačan (npr. zato što je zauzet), potražiće se mjesto u skladištu koje ispunjava sve uslove i transport će tamo biti usmjeren. Upravljanje tokom materijala zatim stavlja broj palete na kraj liste čekanja za cilj koji je bio nepristupačan.

Na ovom primjeru se pokazuje kako je tijesno povezan tok materijala sa proizvodnim planom i proizvodnjom. Svi tokovi informacija i akcija utiču jedni na druge. Ovdje upravljanje tokom materijala djeluje kao povezujući faktor.

6.5.2 Tok informacija kod slobodne obradne mašine

Sl.6.10 prikazuje tok informacija kada se pri cikličnom ispitivanju radnih podataka mašina pronade slobodna mašina.



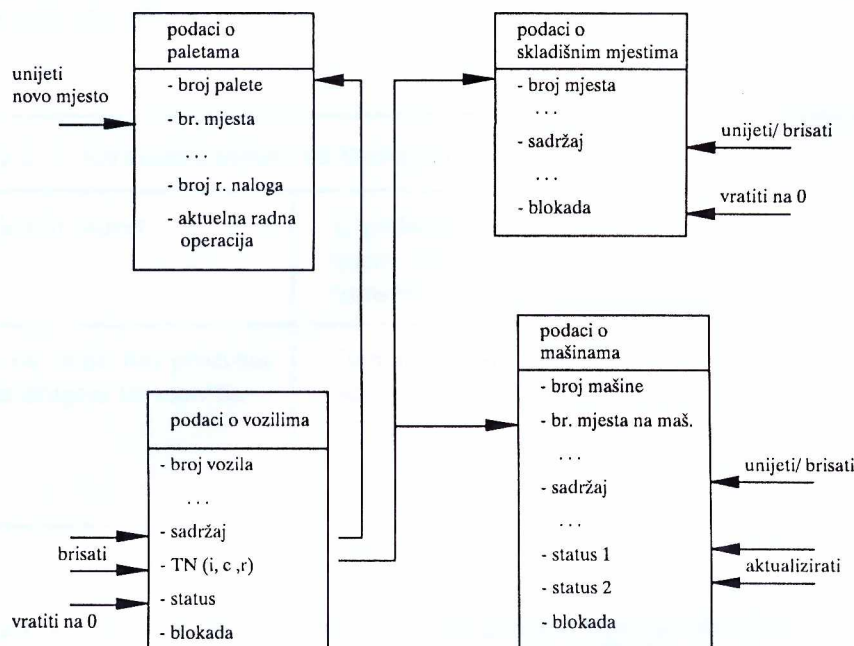
Sl.6.10 Tok informacija kod slobodne obradne mašine

U ovom slučaju upravljanje pokušava da popuni i uposli praznu mašinu. Radi toga se pristupa podacima prve palete sa liste čekanja na mašini. Iz tih podataka je poznat izvor palete, tako da upravljanje transportom generiše transport. (Nalazište palete je tzv. izvor, a broj mjesta na slobodnoj mašini je cilj za transport.) Zajedno sa brojem palete i njenim nalazištem, broj slobodne mašine (tj. broj mjesta na njoj) čini osnovne podatke za transport. Pošto se ispituju potrebni granični uslovi može se početi sa realizacijom transportnog naloga.

6.5.3 Aktualizacija posle završenog transporta

Na sl.6.11 je prikazan tok informacija posle završetka nekog transporta.

Po završetku transporta moraju se u sistemu izvršiti neka aktualiziranja. Iz naredbe za transport su poznati cilj, izvor i broj palete. Posle transporta je polazno mjesto slobodno, dok se na ranije praznom cilju nalazi paleta. Ove promjene se moraju dokumentovati za oba systemska mjesta. Sadržaj, tj. broj palete u podacima za polazno mjesto se mora izbrisati i unijeti u podatke za cilj. Osim toga se u podatke za paletu mora unijeti novo nalazište.



Sl.6.11 Aktualizacija poslije završenog transporta

6.5.4 Granični uslovi za transport

Kao što je već napomenuto, moraju se prije transporta provjeriti različiti granični uslovi. Dodatni granični uslovi, koji se ne vide iz načelne koncepcije toka informacija, biće ovdje objašnjeni. U okviru fleksibilnih proizvodnih sistema se obično radi sa više različitih tipova paleta. Stoga se mora voditi računa o različitim zahtjevima koje obradne mašine postavljaju paletama. Upravljačko-računarski sistem mora u opštem slučaju da bude upotrebljiv za sisteme sa više mašina.

U odjeljku 7.1 je opisano pilot postrojenje FPS-a na kom je sistem upravljanja ispitan, a koje se sastoji od tipičnih radnih stanica koje mogu da se nađu u jednom FPS-u. U sistemu se takođe koriste različiti tipovi paleta. Obradni centar koristi nosač radnih komada koji se postavlja direktno na mašinu. Čelija za struganje zahtijeva palete na kojima radni komadi stoje saglasno potrebama uređaja za rukovanje na čeliji. Za montažnu liniju treba takođe različite komade uređeno komisionirati na palete. Na kraju, od prednosti je ako se sirovi i gotovi radni komadi mogu uskladištiti neuređeno na komisionirnim i gitterbox-paletama.

Palette nisu pristupačne za svako sistemsko mjesto. Stoga se za svako sistemsko mjesto u podacima za skladišna mjesta i podacima o mašinama mora voditi kako tip palete koja se nalazi na tom mjestu, tako i dozvoljeni tipovi paleta. Dodatni granični uslov proističe iz činjenice da ne mogu sva vozila pristupiti svakom mjestu. Zato za svako

skladišno mjesto i za svaku mašinu mora u njihovim podacima biti naglašeno koja ih vozila mogu opsluživati.

TABELA 6. 1. Granični uslovi za transport

Cilj ne smije biti zauzet	U podacima o cilju će biti ispitana oznaka za sadržaj. Ako tamo nije pronađen nikakav sadržaj, ovaj preduslov za transport je ispunjen.
Cilj i izvor ne smiju biti prozvani ni u jednom drugom transportu.	Odmah posle izdavanja transportnog naloga biće odgovarajuća sistemska mjesta za svaki drugi transport blokirana preko jedne oznake. U podacima za cilj i izvor će ove oznake biti kontrolisane. Ako su one negativne (tj. 0), transport može otpočeti.

Uvođenje oznake za blokadu u podatke za sistemska mjesta obezbjeđuje da se ne mogu usmjeriti dva transporta na jedno mjesto. Ova oznaka će biti postavljena na 1 čim se generiše neki transport čiji je cilj to mjesto. Ova vrijednost oznake će se zadržati sve dok se transport ne završi.

Primopredajno mjesto se tretira kao mašina sa posebnim funkcijama. Mora biti obezbijeđeno da se ne mogu dodijeliti dva transporta ka primopredajnom mjestu.

6.6 STRUKTURA I ORGANIZACIJA PODATAKA

6.6.1 Struktura podataka

U ovom odjeljku su tačno specificirani potrebni podaci za opis ponašanja sistema. Oni se mogu direktno prenijeti u opšti tip podataka struktura u C-jeziku.

6.6.1.1 Struktura podataka o skladišnim mjestima

Pod sistemskim mjestima, kao što je već rečeno, podrazumijevaju se skladišna mjesta, mjesta na mašinama, primopredajna mjesta i mjesta za stezanje i snabdijevanje. U pilot-postrojenju FPS-a (v. odjeljak 7.1) postoji ukupno 73 mjesta. U tabeli 6.2 su opisana ta mjesta. (Broj sistemskih mjesta nema nikakvog uticaja na upravljački sistem.)

Podaci za skladišna mjesta se drže u datoteci skladišnih mjesta. Za sva ostala sistemska mjesta podaci su unijeti u datoteku mašina.

U tabeli 6.3 su navedeni svi atributi potrebni za opis skladišnih mjesta.

TABELA 6.2 Broj sistemskih mjesta

sistemsko mjesto	broj mjesta	komentar
na mašini za mjerenje	2	
na mašini za pranje	1	
primopredajno mjesto između RBG i FTS	1	
na OC Hueller Hille	3	1 mjesto za unos palete 1 mjesto za iznos palete 1 obradno mjesto
u visokom regalu	63	
mjesto za snabdijevanje	1	za DIN palete
U/I mjesto	1	za unos i iznos paleta iz sistema i za stezanje
mjesto za komisioniranje	1	za FTS (kasete za alat)

TABELA 6.3 Atributi za opis skladišnih mjesta

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj mjesta	4-cifreni integer	To je identifikaciona karakteristika skladišnog mjesta.
dozvoljeni tipovi paleta	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	On daje sve tipove paleta dozvoljene za skladištenje na tom mjestu.
dozvoljena vozila	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	Ovdje se koristi kao i za palete 4-dimenzioni vektor zbog uopštenja. Na taj način se mogu koristiti iste funkcije za ispitivanje dozvoljenosti kao i gore.
blokada	logička varijabla	Ona se može postaviti manuelno ili se postavlja automatski kada je ovo mjesto u vezi sa transportom. Osigurava od kolizije dva transporta na jedno mjesto.
sadržaj	4-cifreni integer	Identifikuje pomoću broja palete na tom mjestu uskladištenu paletu.

6.6.1.2 Struktura podataka o paletama

Kao što je u tački 5.2 rečeno, u FPS-u se radni komadi ili postavljaju na nosače radnih komada (normirane palete sa uređajima za fiksiranje ili mašinske palete sa uređajima za stezanje), ili njima rukuju uređaji za rukovanje uz pomoć odgovarajućih hvataljki. Dakle, karakteristika transportne robe može biti da li se radi o:

- radnim komadima na nosaču radnih komada, ili o
- slobodnim radnim komadima.

U većini fleksibilnih proizvodnih sistema se primjenjuju nosači radnih komada (palete). Zato se kao karakteristika nosača maksimalan broj radnih komada koji se mogu postaviti na paletu.

U realizovanom sistemu upravljanja OPTIMA se razmatraju samo palete za iste radne komade. To znači da svi radni komadi na jednom nosaču radnih komada pripadaju istom radnom nalogu i imaju istu ident-oznaku, isti stepen obrade i isti transportni cilj.

Iz svih ovih razloga su radni komadi vezani za paletu, tj. za ident-broj palete. Po startovanju radnog naloga su broj palete i broj radnog naloga vezani jedan sa drugim.

Potrebni podaci o sistemskim paletama su prikazani u tabeli 6.4.

TABELA 6.4 Atributi za definiciju paleta		
naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj palete	4-cifreni integer	Identifikacioni broj pod kojim se vode i pronalaze podaci o paletama.
nalazište	4-cifreni integer	Odgovara broju sistemskog mjesta na kom se paleta nalazi.
sadržaj palete	10-karakterni niz	Jasnim tekstom opisuje sadržaj palete.
max. broj komada	4-cifreni integer	Daje maksimalan broj komada koji se mogu postaviti na paletu.
tip palete	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	Definiše tip palete. Odgovarajući element vektora je postavljen na 1, dok ostali imaju vrijednost 0.
broj radnih komada na paleti	4-cifreni integer	Daje broj komada koji su postavljeni na paletu.
broj radnog naloga	4-cifreni integer	Svakoj paleti je dodijeljen jedan broj radnog naloga.

TABELA 6.4 (nastavak) Atributi za definiciju paleta

naziv atributa	tip podatka	funkcija
aktuelna radna operacija	integer	Aktuelna radna operacija pokazuje koja radna operacija je u toku, ili, ako je završena, koja je sledeća radna operacija.

6.6.1.3 Struktura podataka o mašinama

Radni nalozi i radni planovi treba da budu usklađeni sa podacima FPS-a u pogledu označavanja radnih stanica. To ovdje znači da u radnim planovima (koji se dobijaju od sistema za fino terminiranje ili se unose manuelno) treba da budu unesene iste oznake radnih stanica koje se koriste u okviru FPS-a, tj isti ident-brojevi. Radne stanice mogu imati više mjesta, i ona nose takođe svoj ident-broj koji je povezan sa brojem radne stanice (npr. radna stanica br. 5000 i radno mesto br. 5004). Povezanost mjesta u okviru stanice je definisana podatkom *sledeće mesto* koje definiše internu predaju palete na neko drugo mesto u okviru radne stanice.

Sve primopredajne stanice između delova FPS-a između FPS-a i spoljnog svijeta se tretiraju kao radne stanice. Tako se mogu tretirati i privremena skladišta koja se, ako postoje u sistemu, nalaze blizu mašina uz koje su predviđene. Tada se ta mjesta vežu brojem radne stanice sa mašinom i eventualno međusobno internom daljom predajom (podatak *sledeće mesto*, v. tabelu 6.5). Naznačena identifikacija privremenog skladišnog mjesta obezbjeđuje da se paleta ili radni komad smije smjestiti u privremeno skladište uz mašinu samo ako ta paleta ili taj radni komad čeka na obradu na toj mašini.

Svakom mjestu na radnim stanicama ne odgovaraju svi tipovi paleta koji mogu da se nađu u sistemu. Zato treba definisati koji tip palete odgovara nekom mjestu. To je određeno podatkom *dovoljeni tipovi paleta* u tabeli 6.5. Na sličan način se definiše i koje vozilo ima ili nema pristup nekom mjestu.

Svi podaci potrebni za mašine navedeni su u tabeli 6.5.

TABELA 6.5 Atributi za definiciju mašina

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj mašine	4-cifreni integer	Pomoću ovog broja se mašine razlikuju.
broj mjesta	4-cifreni integer	Identifikaciona karakteristika mjesta na mašini.

TABELA 6.5 (nastavak) Atributi za definiciju mašina

naziv atributa	tip podatka	funkcija
dozvoljeni tipovi paleta	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	Definiše dozvoljene tipove paleta.
dozvoljena vozila	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	Definiše dozvoljena vozila.
sadržaj	4-cifreni integer	Identifikuje pomoću broja palete paletu koja leži na tom mjestu.
interna dalja predaja	Boolova cifra	Ova varijabla ima vrijednost 0 ako nije predviđena dalja predaja palete u okviru mašine; ima vrijednost 1 ako je dalja predaja predviđena.
sledeće mjesto	4-cifreni integer	Daje broj mjesta na koje treba aktuelna paleta biti dalje predata u okviru mašine.
status 1	Boolova cifra	(Zajedno sa status 2 i ostalim promjenljivim podacima definiše status mašine; v. t. 6.6.3.1)
status 2	Boolova cifra	(Zajedno sa status 1 i ostalim promjenljivim podacima definiše status mašine; v. t. 6.6.3.1)
blokada	Boolova cifra	Biće postavljena automatski na 1 kada mašina ima smetnje; može se postaviti i manuelno. Obezbeđuje od transporta ka mašini koja ima smetnje.

6.6.1.4 Struktura podataka za vozila

Prilikom razvoja upravljanja tokom materijala pokazalo se da zbog samostalnosti upravljanja na transportnim uređajima ni struktura, ni način povezivanja transportnog sistema, kao ni izvedba transportnih uređaja, ne predstavljaju nikakve bitne karakteristike transportnog sistema.

Transportni sistemi sa više mjesta koji mogu izvoditi kombinovane transportne operacije su isključeni iz razmatranja, jer se oni skoro uopšte ne koriste u fleksibilnim proizvodnim sistemima.

U tabeli 6.6 su navedeni svi potrebni podaci za vozila.

TABELA 6.6 Atributi za definiciju vozila

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj vozila	2-cifreni integer	Identifikacioni broj vozila.
naziv vozila	15-karakterni niz	Ime vozila.
dozvoljeni tipovi paleta	4-dimenzioni vektor Boolovih cifara	Definiše dozvoljene tipove paleta.
sadržaj	4-cifreni integer	Identifikuje pomoću broja palete paletu koju je vozilo preuzelo.
transportni nalog	niz karaktera	Ovdje je ukupan transportni nalog unijet kao karakterni niz.
blokada	Boolova cifra	Blokira vozilo. (v. t. 6.6.3.2)
status	Boolova cifra	Biće postavljen na 1 kada vozilo prinosi paletu, i vraćen na 0 po završetku transporta.
broj greške	integer	Javlja tip greške vozila.
aktuelni položaj	4-cifreni integer	Definiše pomoću broja sistemskog mjesta aktuelni položaj vozila.

6.6.1.5 Struktura podataka radnih naloga

Podaci potrebni za radne naloge su opisani u tabeli 6.7.

TABELA 6.7 Opis podataka radnih naloga

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj radnog naloga	integer	Identifikacioni broj.
veličina serije	integer	Daje broj komada koji se mora obraditi.
broj radnih komada	3-cifreni integer	Daje broj radnih komada po radnom nalogu.

TABELA 6.7 (nastavak) Opis podataka radnih naloga

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj palete	4-cifreni integer	Označava paletu na kojoj su radni komadi postavljeni.
aktuelna radna operacija	integer	Označava trenutno aktuelnu radnu operaciju. Ovaj broj je jednak 0 kada se završi poslednja radna operacija.
kvalitet	short integer	Označava kvalitet radnog komada: 0 - škart; 1 - dobro; 2 - dorada; 3 - još nije izmjeran.

Podaci o radnom planu su opisani u sledećoj tabeli.

TABELA 6.8 Struktura podataka radnog plana

naziv atributa	tip podatka	funkcija
broj radnog naloga	integer	Identifikacioni broj radnog naloga kome radna operacija pripada.
radna operacija	integer	Redni broj radne operacije u radnom nalogu.
oznaka radne operacije	niz znakova	Jasno tekstualno objašnjenje radne operacije.
broj mašine	4-cifreni integer	Definiše mašinu na kojoj radna operacija treba da se izvrši.
broj NC programa	integer	Definiše odgovarajući NC program.
broj uređaja	integer	Definiše odgovarajuće uređaje.
flag	Boolova cifra	Označava da li je radna operacija izvršena.
aktuelnost	Boolova cifra	Označava da li je u datom trenutku radna operacija aktuelna.

Kada se radna operacija završi, potrebno je flag u podacima postaviti na 1, a aktuelnost vratiti na 0. Aktuelnu radnu operaciju u podacima radnog naloga treba povećati za 1, a aktuelnost sledeće radne operacije postaviti na 1.

6.6.2 Organizacija podataka

Poslije izbora različitih tipova podataka mora se izabrati i organizacija podataka. Principijelno, nude se sledeće mogućnosti [RIC-83, WYK-88]:

- sekvencijalne datoteke
- vektor struktura
- povezane liste.

Izbor jedne od ovih organizacionih formi zavisi od veličine RAM-oblasti koja stoji na raspolaganju i traženog vremena pristupa.

6.6.2.1 Organizacija podataka o skladišnim mjestima

U PTL-u u kom je instalisano pilot-postrojenje FPS-a (v. tačku 7.1) postoje 63 skladišna mjesta. Podaci o skladišnim mjestima će se voditi kao strukture. Broj skladišnih mjesta se ne mijenja. Ovi podaci će se relativno rijetko koristiti. Zato se vremenu pristupa podacima ne moraju postavljati visoki zahtjevi. Zbog toga je povoljno ove podatke organizovati kao datoteku. Na taj način se koristi manje radne memorije za ove podatke nego što je to potrebno kada se radi sa vektorom struktura ili sa povezanim listama. Osim toga razvijene su funkcije koje omogućavaju brži rad sa datotekama.

Datoteka podataka za skladišna mjesta nosi naziv "SKLADIŠTE". Podaci o skladišnim mjestima se u datoteku unose prema rastućem broju mjesta. Zato nije potrebno sortirati ove podatke. Od prednosti je formirati funkciju za pozicioniranje datotečkog pokazivača i funkciju za čitanje struktura iz datoteke.

6.6.2.2 Organizacija podataka o mašinama

U FPS-u na kom je upravljački program OPTIMA ispitan postoji 10 mjesta na različitim mašinama. To su 2 mjesta na uređaju za mjerenje, 1 mjesto na mašini za pranje, 1 primopredajno mjesto između vozila za opsluživanje regala i transportnog sistema bez vozača, 3 mjesta na obradnom centru Hueller-Hille, 1 mjesto za stezanje, 1 ulazno/izlazno mjesto i 1 mjesto za komisioniranje. Ovi podaci se ovdje navode samo kao primjer, s obzirom da upravljački program nije zavistan od broja i od tipa mašina. Za svako mjesto na mašinama će potrebni podaci biti unijeti u jednu strukturu, a sve strukture će biti uvedene u datoteku "MAŠINE". Layout FPS-a se često ne mijenja, tako da će podaci o mašinama biti rijetko brisani ili ponovo unošeni. Stoga se broj struktura koje se odnose na mašine može smatrati stalnim. Podaci o mašinama će biti relativno često korišteni. Zato nije pogodno organizovati ove podatke kao datoteku za vrijeme rada sistema.

Sa druge strane, broj struktura podataka o mašinama obično nije velik. Zato će se ove strukture organizovati kao vektor struktura, za šta nije potreban veliki memorijski prostor u RAM-u. Na taj način je pristup pojedinim podacima o mašinama lakši i brži.

6.6.2.3 Organizacija podataka o vozilima

Podaci o vozilima će biti unijeti kao strukture u datoteku "VOZILA". Za vrijeme rada sistema će ovi podaci biti vođeni kao vektor struktura. Razlog ovome je mali broj struktura za vozila i stoga veoma malo potrebnog memorijskog prostora u RAM-u.

6.6.2.4 Organizacija podataka o paletama

Broj paleta koje se nalaze u sistemu ne može se tačno procijeniti; najveći mogući broj paleta u sistemu je jednak broju sistemskih mjesta, što za FPS na kom će rješenje upravljanja biti isprobano i provjereno, iznosi 73. Iz logističkih razloga će se broj paleta u pomenutom primjeru ograničiti na 63. Maksimalni broj paleta u sistemu, a o i drugi slični podaci se definišu i deklarišu globalno, da bi se mogli jednostavno prilagoditi svakom drugom fleksibilnom proizvodnom sistemu. Podaci o paletama će biti memorisani kao strukture u datoteci "PALETE".

Podaci o paletama sa obradenim radnim komadima i iz sistema iznijetim paletama se moraju izbrisati iz datoteke. Podaci o paletama će se relativno često mijenjati. Zato je pogodno da se za vrijeme odvijanja programa ovi podaci organizuju u dinamičke povezane liste.

6.6.2.5 Organizacija podataka radnih naloga i podataka radnih operacija

Ovi podaci će se organizovati kao datoteke "RNALOG" i "RPLAN", takode i za vrijeme rada sistema, zato što se ovi podaci moraju relativno često osigurati, promijeniti, prijaviti nazad sistemu za fino terminiranje itd.

6.4.3 Stanja sistemskih komponenti

6.6.3.1 Stanja mašina

Stanje mašine definišu podaci: sadržaj, status1, status2 i blokada na sledeći način (tabela 6.9):

TABELA 6.9 Stanja mašina

Atributi koji definišu stanje mašine				stanje
sadrž.	stat. 1	stat. 2	blok.	
0	0	0	0	Mašina je slobodna. Traženje u listi čekanja na mašini broja palete koja čeka na obradu na toj mašini. Izdavanje transportnog naloga.
0	0	1	0	
				Vozilo javlja: transportni nalog je izvršen.
!=0	0	1	0	Traženje u radnom planu koji NC program treba startovati. Startovanje NC programa.
				PA na mašini šalje telegram upravljačkom računaru da je obrada u toku.
!=0	1	1	0	
				Obrada završena; slanje telegrama upravljačkom računaru.
!=0	1	0	0	Mašina čeka na odvoz palete. Aktueliziranje podataka radnog naloga. Generisati transportni nalog ili sprovesti interni transport na mašini.
!=0	0	0	0	Transportni nalog za odvoz palete je dodijeljen; vozilo prilazi mašini.
0	0	0	0	Paleta je odnešena sa mašine i mašina je slobodna.
Kada je <i>blokada</i> = 1, mašina je blokirana.				
Skraćenice: <i>sadrž.</i> = <i>sadržaj</i> , <i>stat. 1</i> = <i>status 1</i> , <i>stat. 2</i> = <i>status 2</i> , <i>blok.</i> = <i>blokada</i> .				

6.6.3.2 Stanja vozila

Promjenljivi podaci: transportni nalog, sadržaj, status i blokada definišu stanje vozila na sledeći način (tabela 6.10):

TABELA 6.10 Stanja vozila

Atributi koji definišu stanje vozila				stanje
TN	sadrž.	stat.	blok.	
0	0	0	0	Vozilo je spremno. generisati i dodijeliti transportni nalog.
!=0	0	0	0	TN je generisan. Prihvatni transport. telegram o prihvatanju palete biće pročitán i na osnovu njega treba: brisati broj palete na izvoru, unijeti sadržaj u podatke o vozilu, brisati blokadu izvora.
!=0	!=0	0	0	Vozilo je preuzelo paletu od cilja.
!=0	!=0	1	0	Donošenje palete cilju. Paleta je predata cilju. Kvitiranje donošenja (PA na vozilu šalje telegram upravljačkom računaru): broj palete unijeti u podatke cilja, brisati status vozila, brisati sadržaj vozila, brisati TN.
0	0	0	0	Vozilo je ponovo spremno.

Kada je *blokada* = 1, vozilo je blokirano.

Skraćenice: TN = transportni nalog,adrž. = *sadržaj*, stat. = *status*, blok. = *blokada*.

6.7 KONCEPCIJA UPRAVLJAČKOG PROGRAMA OPTIMA

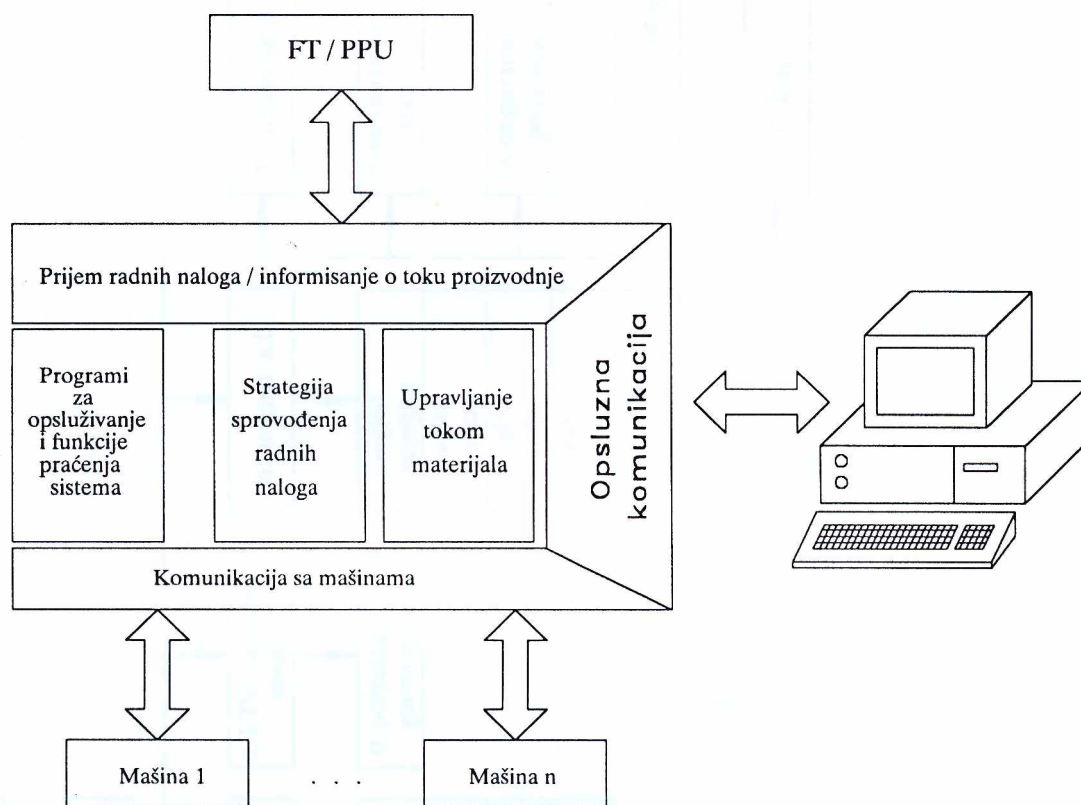
U ovom odjeljku će biti opisan rad funkcija koje ispunjavaju zadatke upravljanja FPS-om opisane u tački 6.2.

Cjelokupan software je modularno strukturisan da bi se olakšala prilagodavanja i proširivanja.

Upravljački program za računar u ravni 3 (sl.6.1) se sastoji iz sledećih komponenti:

- funkcije za opsluživanje i praćenje sistema
- modul za sprovođenje radnih naloga
- upravljanje tokom materijala.

Osim ove tri glavne software-ske komponente, postoje i interface-ni moduli koji omogućavaju povezivanje sistema upravljanja sa upravljačkim sistemima na mašinama i sa nadređenim administrativnim sistemima, kao i opslužnu komunikaciju (sl.6.12).



Sl.6.12 Komponente sistema upravljanja.

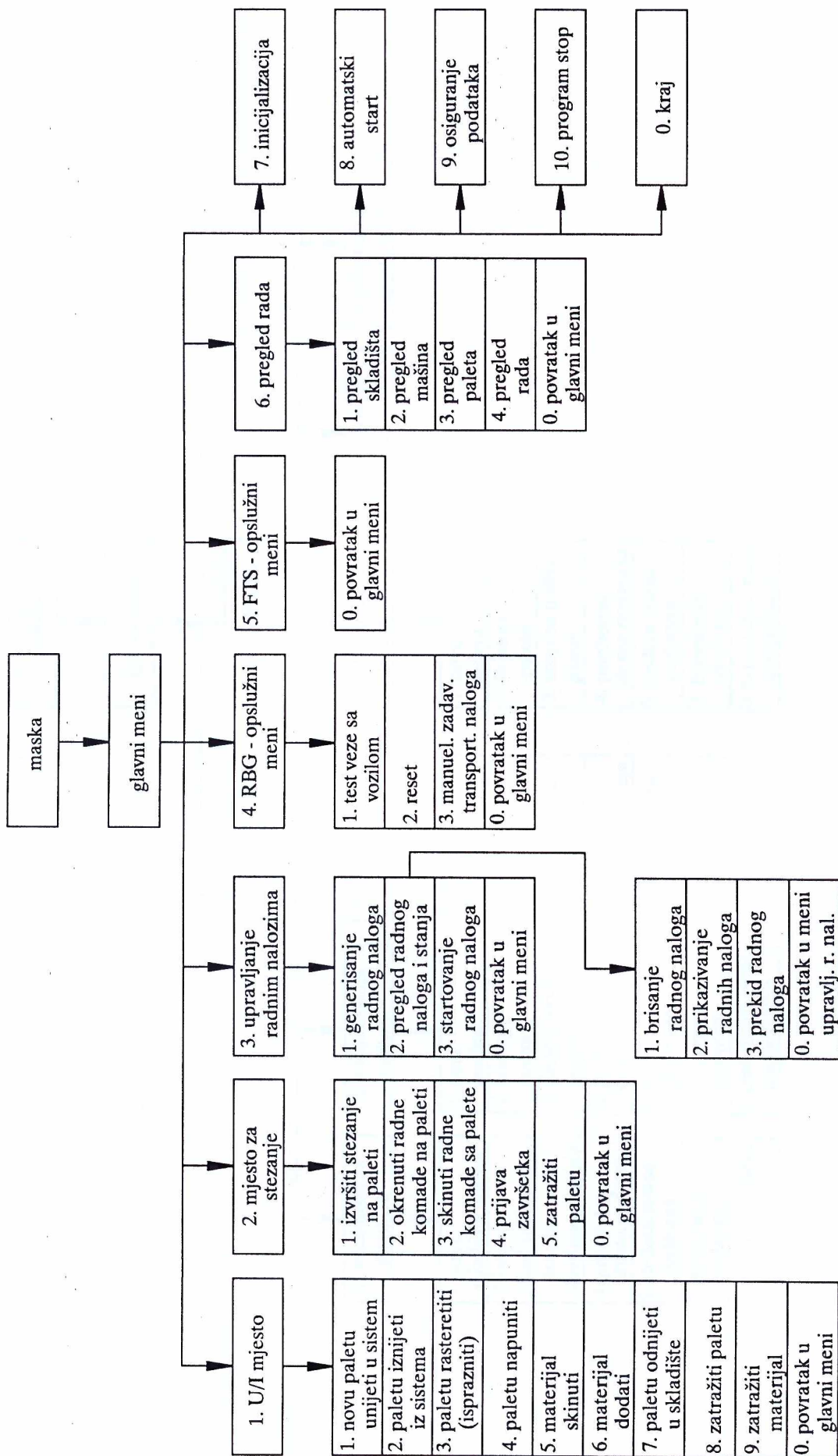
6.7.1 Opslužna komunikacija

Funkcije koje omogućavaju opslužnu komunikaciju su višestruke jer su zahtjevi koji se postavljaju interface-u čovjek/mašina veoma različiti. OPTIMA obuhvata sve neophodne funkcije koje treba da budu sastavni dio upravljačkog software-a za fleksibilni proizvodni sistem i koji sadrži i funkcije praćenja i nadgledanja sistema.

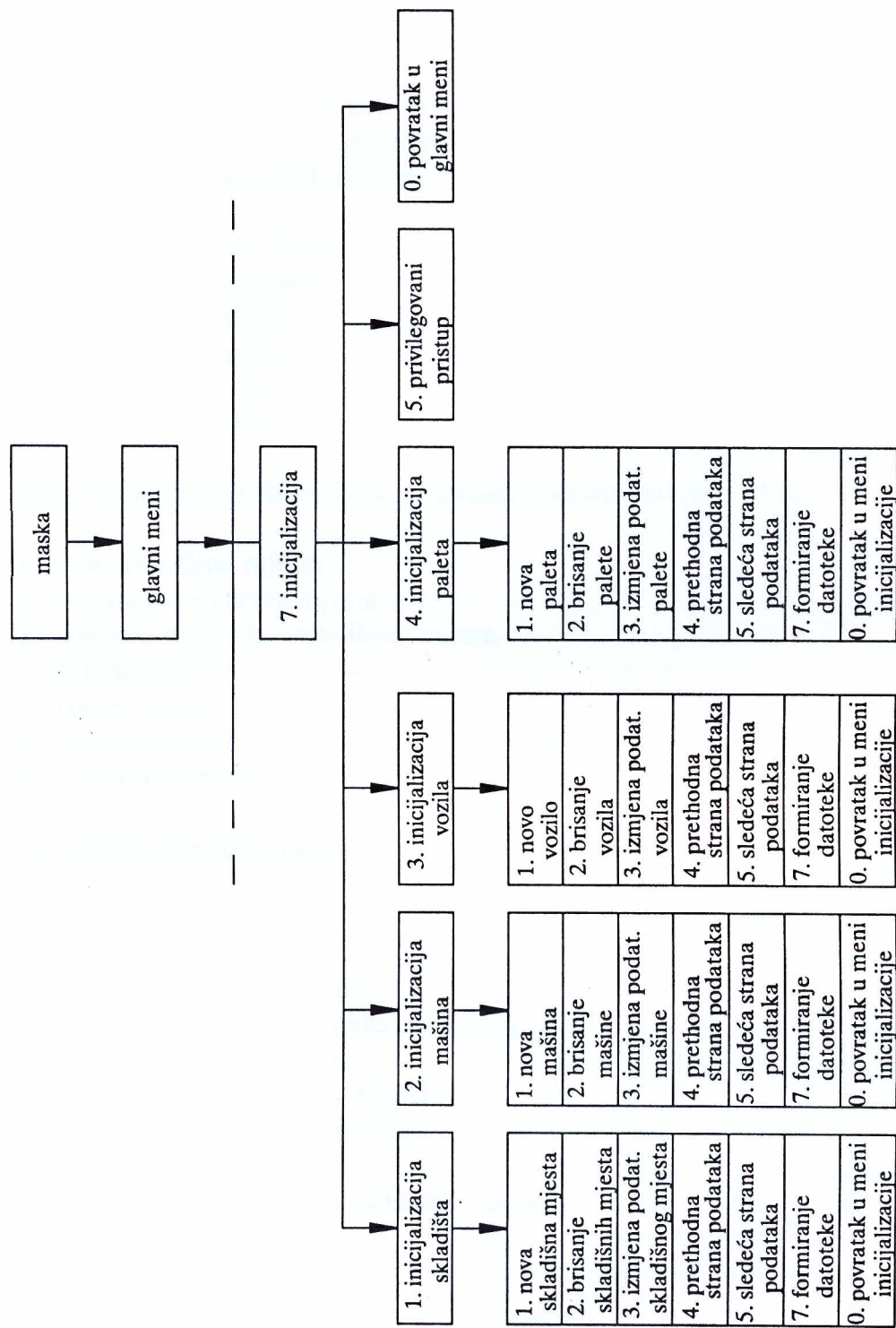
Komunikacija sa poslužiteljem FPS-a se odvija preko terminala. Izbor funkcija je podržan menijem, a unos podataka neophodnim informacijama na ekranu. Izbor željene funkcije se vrši unosom broja pod kojim je funkcija navedena na određenom nivou menija. Na ovaj način poslužitelj veoma jednostavno i brzo dolazi do svake funkcije u okviru meni-hijerarhije koja je izvedena u vidu strukture drvo (sl.6.13. a) i b)).

U glavnom meniju se mogu pozvati sledeće funkcije:

1. funkcije za U/I mesto
2. funkcije za mesto za stezanje
3. upravljanje radnim nalogima
4. opslužni meni za RBG-vozilo
5. opslužni meni za FTS-vozilo



Sl.6. 13. a) Hijerarhijski meni opslužne komunikacije



Sl. 6. 13. b) Meni inicijalizacije

-
6. pregled sistema i pregled rada
 7. inicijalizacija
 8. automatski start (automatski rad)
 9. osiguranje podataka
 10. program stop (zaustavljanje automatskog rada)
 0. kraj rada.

Pri prvom puštanju sistema u rad (ili posle eventualnog ispada sistema) treba izvršiti inicijalizaciju (izbor 7 u glavnom meniju). Na ovom hijerarhijskom nivou menija na raspolaganju su sledeće funkcije:

1. inicijalizacija skladišta
2. inicijalizacija mašina
3. inicijalizacija vozila
4. inicijalizacija paleta
5. privilegovani pristup
0. povratak u glavni meni

Izbor inicijalizacije skladišta nudi sledeće mogućnosti (sl.6.13.a):

1. nova skladišna mjesta
2. brisanje skladišnog mjesta
3. izmjena podataka skladišnog mjesta
4. prethodna strana podataka
5. sledeća strana podataka
6. formiranje datoteke "SKLADIŠTE"
0. povratak u meni inicijalizacije

Inicijalizacija mašina sadrži sledeće funkcije:

1. nova mašina
2. brisanje mašine
3. izmjena podataka mašine
4. prethodna strana podataka
5. sledeća strana podataka
6. formiranje datoteke "MAŠINE"
0. povratak u meni inicijalizacije

Slične funkcije sadrži i inicijalizacija vozila:

1. novo vozilo
 2. brisanje vozila
 3. izmjena podataka vozila
 4. prethodna strana podataka
 5. sledeća strana podataka
 6. formiranje datoteke "VOZILA"
-

0. povratak u meni inicijalizacije

kao i inicijalizacija paleta:

1. nova paleta
2. brisanje palete
3. izmjena podataka palete
4. prethodna strana podataka
5. sledeća strana podataka
6. formiranje datoteke "PALETE"
0. povratak u meni inicijalizacije

Neke od ovih funkcija mogu da pozivaju samo lica koja imaju privilegovan pristup tim funkcijama. To su funkcije čijim se izvršavanjem mijenjaju osnovni sistemski podaci. Inicijalizaciju, odnosno formiranje datoteka mogu da vrše samo osobe sa privilegovanim pristupom, kao i definisanje novih sistemskih mjesta (skladišnih i na mašinama) i novih vozila, brisanje nekih sistemskih mjesta ili vozila, izmjenu podataka za neka sistemski mjesta ili vozila, i izmjenu podataka za neku paletu. Sve druge funkcije, koje omogućavaju redovno opsluživanje sistema i odvijanje zadataka izvršavanja radnih naloga, može pozivati i osoblje koje nema privilegovan pristup.

Funkcije za ulazno/izlazno mjesto iz sistema (U/I mjesto, izbor 1 u glavnom meniju) obuhvataju funkcije koje podržavaju izvršavanje radnji predviđenih na U/I mjestu. Kada se uđe na ovaj hijerarhijski nivo menija za U/I mjesto, na raspolaganju su funkcije:

1. novu paletu unijeti u sistem
2. paletu iznijeti iz sistema
3. paletu isprazniti (rasteretiti)
4. paletu napuniti
5. materijal skinuti (sav ili dio)
6. materijal dodati
7. paletu odnijeti u skladište
8. zatražiti paletu na U/I mjestu
9. zatražiti paletu sa određenim materijalom
0. povratak u glavni meni.

Pozivom funkcije za unos nove palete u sistem prvo se ispituje da li stanje U/I mjesta dozvoljava unos nove palete, a zatim se unose podaci za paletu redom kako se to zahtijeva na ekranu. S obzirom da odgovarajući radni nalog još nije aktiviran, automatski se unosi da je broj radnog naloga jednak nuli i da je aktuelna prva radna operacija. Podaci za paletu se upisuju uz istovremeno sortiranje prema broju palete u datoteku "PALETE".

Iznijeti paletu iz sistema znači izbrisati je. Pri tom se može izbrisati samo paleta koja se nalazi ili na U/I mjestu ili na mjestu za stezanje (jednom od njih, ako ih je više). Ako je paleta pridružena nekom radnom nalogu, poslužitelj mora, posle upozorenja

da je paleta u obradi, da potvrdi ili da odustane od brisanja palete iz sistema. Ako je potvrdio brisanje, onda se istovremeno stornira pripadajući radni nalog.

Funkcija "isprazniti paletu" se poziva ako se želi skinuti cio materijal sa palete i u njenim podacima izbrisati sadržaj. Uslov da se to može uraditi je da se paleta nalazi na U/I mjestu.

Ako se na praznu paletu koja se nalazi na U/I mjestu želi postaviti neki materijal, poziva se funkcija "napuniti paletu". Poslije unosa novog sadržaja (tekstualni opis sadržaja, broj postavljenih komada i maksimalan broj komada), novi podaci se upisuju u datoteku.

Da bi se skinuo materijal sa palete (sav ili dio), treba pozvati funkciju "skinuti materijal". Ova radnja se obavlja na U/I mjestu, dakle paleta mora već da se nalazi tu. Pošto je u računar unešeno koliko je komada skinuto sa palete, izmijenjeni podaci za paletu se aktueliziraju.

Ako se želi dodati materijal na paletu na kojoj već postoji neki materijal, poziva se funkcija "dodati materijal". Ovaj posao se takođe može izvršiti samo ako je paleta već na U/I mjestu. Podaci za paletu se aktueliziraju.

Pozivom funkcije "paletu odnijeti u skladište" se organizuje transport za paletu koja se nalazi na U/I mjestu ka nekom slobodnom mjestu u skladištu za koje je tip palete dozvoljen.

Aktiviranjem funkcije "zatražiti paletu na U/I mjestu" se prvo na ekranu prikaže spisak paleta sa liste čekanja na ovo mjesto i brojevi pripadajućih radnih naloga. Poslužitelj izabere sam paletu koju želi na U/I mjestu. Pošto se odrede podaci za transport (roba, izvor i cilj) i ispituju svi neophodni uslovi, organizuje se transport ka U/I mjestu.

Funkcija "zatražiti paletu sa određenim materijalom" prvo prikazuje na ekranu ident brojeve svih paleta koje se nalaze u sistemu i tekstualni opis njihovog sadržaja. Poslužitelj bira materijal, tj. broj palete na kojoj se taj materijal nalazi. Sistem upravljanja prvo traži podatke za tu paletu, određuje izvor i cilj za transport, pa ako su zadovoljeni svi transportni uslovi i ako nema kolizije izdaje se odgovarajući transportni nalog.

Izborom 2 u glavnom meniju ulazi se u meni funkcija koje podržavaju opsluživanje na mjestu za stezanje. To su sledeće funkcije:

1. prvo stezanje na paleti
 2. okretanje radnih komada na paleti
 3. skidanje radnih komada sa palete
 4. prijava završetka obavljenih radnji
 5. zatražiti paletu na mjestu za stezanje
 6. povratak u glavni meni
-

Pri prvom postavljanju radnih komada na paletu (operacija prvo stezanje) treba pozvati funkciju "izvršiti stezanje na paleti". U listi čekanja na mjesto za stezanje se, uz pomoć podataka radnih naloga traži paleta koja čeka na prvo stezanje radnih komada, tj. koja čeka na prvu radnu operaciju. Zatim se traži lokacija palete, i, ako je vozilo spremno, a transportni uslovi ispunjeni, organizuje se transport palete ka mjestu za stezanje. Ako vozilo nije spremno, čitaju se i dešifruju telegrami od vozila i od mašina sve dok vozilo ne bude spremno. Na kraju se prikazuju podaci radnog naloga vezanog za paletu.

Pozivanjem funkcije "okretanje radnih komada na paleti" u listi čekanja na mjesto za stezanje se traži paleta koja čeka na operaciju okretanja radnih komada. Zatim se traži lokacija te palete i, ako je vozilo spremno a transportni uslovi ispunjeni, organizuje se transport od nalazišta palete ka mjestu za stezanje. Ako vozilo nije spremno, čitaju se i dešifruju telegrami od vozila i od mašina sve dok vozilo ne bude spremno. Zatim se na ekranu prikazuju podaci radnog naloga vezanog za paletu.

Po pozivu funkcije "skidanje radnih komada sa palete" se u listi čekanja na mjesto za stezanje traži paleta koja čeka na poslednju operaciju skidanja radnih komada sa palete. Ako je takva paleta pronađena, traži se njena lokacija, i, ako je vozilo spremno, ispituju se transportni uslovi i shodno njima organizuje se transport. Ako vozilo nije spremno, telegrami od vozila i od mašina se dešifruju sve dok vozilo ne bude spremno. Na kraju se na ekranu prikazuju podaci radnog naloga.

Posle izvršenog opsluživanja na mjestu za stezanje poslužitelj treba da pozove funkciju "prijava završetka obavljenih radnji" ili da aktivira taster koji se nalazi na mjestu za stezanje. U okviru ove funkcije se vrši potrebno aktueliziranje podataka i organizuje se transport palete ili ka mašini koja čeka na ovu paletu, ili ka skladištu.

Funkcija "zatražiti paletu na mjestu za stezanje" se poziva kada se želi zatražiti neka određena paleta na mjestu za stezanje. Na ekranu se prvo prikažu sve palete iz liste čekanja na mjesto za stezanje i njima priključeni radni nalozi. Poslužitelj tada izvrši izbor palete koju želi. Odredi se vozilo, nađu se podaci za paletu, ispituju se stanja izvora i cilja i transportni uslovi i, ako je vozilo spremno, organizuje se transport ka cilju, tj. ka mjestu za stezanje. Potom se program vraća u meni za mjesto za stezanje, jer sada treba izabrati radnju koju treba obaviti na paleti na toj radnoj stanici.

Za sve ove funkcije na mjestu za stezanje nije potreban privilegovani pristup, jer sve radnje koje se na tom mjestu obavljaju predstavljaju dio redovnog opsluživanja sistema u radu.

Izbor 3 u glavnom meniju vodi na sledeći hijerarhijski nivo menija - u meni upravljanja radnim nalogima. Na ovom nivou postoji ponuda sledećih funkcija:

1. generisanje radnog naloga
 2. pregled radnih naloga i stanje
 3. startovanje radnih naloga
-

0. povratak u glavni meni

Funkcija "generisanje radnog naloga" omogućava manuelni unos radnih naloga. Unos podataka radnog naloga i radnog plana je tekstualno podržan na ekranu. Podaci novog radnog naloga se upisuju u datoteku "RNALOG", a radni plan u datoteku "RPLAN".

Funkcijom "startovanje radnih naloga" se startuju radni nalozi, tj. radnim nalozima se pridružuju ident-brojevi odgovarajućih paleta i obrnuto. Broj palete se unosi u listu čekanja na mašini za prvu operaciju.

Funkcija "pregled radnih naloga i stanje" daje prikaz radnih naloga na ekranu i stanje radnog naloga, tj. stepen odrađenosti svakog radnog naloga. Istovremeno se ulazi u meni sledećeg hijerarhijskog nivoa u kom se nude sledeće funkcije:

1. brisanje radnog naloga
2. prikazivanje pojedinih radnih naloga
3. prekid radnog naloga
0. povratak u meni upravljanja radnim nalozima

Funkcijom "brisanje radnog naloga" se briše radni nalog sa zadatim brojem iz datoteke "RNALOG" i odgovarajuće radne operacije iz datoteke "RPLAN". Radni nalog može biti izbrisan samo ako još nije startovan, tj. ako je broj palete u podacima radnog naloga jednak nuli.

Startovani radni nalog se, međutim, može prekinuti, odnosno otkazati pozivanjem funkcije "prekid radnog naloga". U okviru ove funkcije se u podacima radnih planova za sve operacije sem za poslednju *flag* postavi na 1, a *aktuelnost* na 0, tj. objavljuju se završenim. Za poslednju radnu operaciju se *aktuelnost* postavlja na 1, a *flag* na 0, što znači da se ova operacija proglašava aktuelnom. U podacima za radni nalog se *kvalitet* postavlja na 0 (time se označava da je u pitanju škart), a kao aktuelna radna operacija se proglašava poslednja. U podacima za odgovarajuću paletu se takode kao aktuelna proglašava poslednja radna operacija. Broj palete treba izbrisati iz liste čekanja na mašini na koju je trebalo kao na sledećoj paleta da bude obrađivana i unijeti u listu čekanja na mašini za poslednju radnu operaciju (to je obično skidanje komada sa palete).

Pozivanjem funkcije "prikazivanje pojedinih radnih naloga" se po zadavanju broja radnog naloga na ekranu prikazuju podaci radnog naloga i podaci radnog plana odnosno podaci svih radnih operacija. Na dnu ekrana je ponovo dat meni pregleda radnih naloga.

Izborom 4 u glavnom meniju ulazi se u opslužni meni za vozilo za opsluživanje visokog regala. Ovakav opslužni meni bi se mogao iskoristiti za bilo koje vozilo, uz prilagođavanje komunikacije sa upravljanjem na vozilu, ako je to potrebno. Meni nudi sledeće opslužne funkcije:

1. test veze sa vozilom
2. reset
3. manuelno zadavanje transportnog naloga
0. povratak u glavni meni

Kada se želi ispitati komunikacija između upravljanja na vozilu i upravljanja FPS-om, poziva se funkcija "test veze sa vozilom". U konkretnom primjeru primjene ispituje se veza između programabilnog automata na vozilu za opsluživanje regala i proširenog programabilnog automata na kom je instalisan upravljački program OPTIMA za upravljanje FPS-om. Upravljački PA šalje telegram sadržaja

P_LT_B00000000000000000000

PA-u na vozilu, a od njega treba da dobije, ako je veza u redu, odgovor sledećeg izgleda:

L_LT_B00000000000000000000

U slučaju da veza nije u redu i da nije dobijen odgovor kakav se očekuje, test veze se ponavlja sve dok se ne uspostavi korektna veza između dva upravljanja.

Funkcija testa veze ne može biti univerzalno primjenjivana, jer su tipovi upravljanja vozilima različiti, a proizvođači brojni, pa funkciju treba prilagoditi svakom upravljanju različitom od ovdje primijenjenog.

Ako od vozila, koje ima neki transportni nalog, ne dolazi nikakav odgovor, poslužitelj treba da pozove funkciju "reset". U okviru ove funkcije se briše postojeći transportni nalog, vozilo se postavlja u stanje spremnosti i blokira se, u podatke izvora se briše sadržaj (broj palete) i taj isti sadržaj se unosi u podatke cilja, a izvor i cilj se oslobađaju od transporta. Poslije toga se vozilo oslobađa blokade.

Pri pozivu funkcije "manuelno zadavanje transportnog naloga" poslužitelj manuelno zadaje transportni nalog dajući ili broj palete i cilj, ili izvor i cilj. Pošto se u prvom slučaju pronadu i podaci izvora, odnosno u drugom slučaju broj palete koja se nalazi na izvoru, ispituje se da li je vozilo spremno za transport. Ako jeste, ispituju se transportni uslovi i, s obzirom na njih, organizuje se transport. Ako vozilo nije spremno, biće telegrami od vozila i mašina čitani i dekodirani sve dok vozilo ne bude spremno za transport.

Ova funkcija nije zavisna od tipa i proizvođača upravljanja na vozilu, jer su napravljene posebne rutine za čitanje i dekodiranje telegrama od vozila i mašina, kao i rutina za slanje transportnog telegrama vozilu. U slučaju potrebe prilagođavanja upravljačkog programa nekom drugom FPS-u, treba prilagoditi ili izmijeniti samo ove rutine.

Izborom 5 u glavnom meniju ulazi se u opslužni meni za FTS-vozilo (najčešće induktivno vođeno, a u konkretnom slučaju optički vođeno vozilo), koji nudi iste funkcije kao opslužni meni za vozilo za opsluživanje regala. U momentu ispitivanja

upravljačkog programa na konkretnom postrojenju (opisanom u tački 7.1), optički vođeno vozilo je još bilo u fazi ispitivanja i nije bilo uključeno u FPS, pa te funkcije nisu dalje ni razrađivane.

Izbor 6 u glavnom meniju vodi u meni pregleda rada, koji nudi sledeće mogućnosti:

1. pregled skladišta
2. pregled mašina
3. pregled paleta
4. pregled rada sistema
0. povratak u glavni meni

"Pregled skladišta" daje sliku skladišta sa numeracijom skladišnih mesta i njihovim sadržajem (ident-brojevima paleta).

"Pregled mašina" daje raspored mašina u FPS-u sa nazivima mašina i sa njihovim brojevima i brojevima mesta na mašinama, kao i sa njihovim sadržajem.

Funkcija "pregled paleta" daje listing podataka za sve palete koje se nalaze u sistemu.

Pozivanjem funkcije "pregled rada sistema" dobija se na ekranu pregled cjelokupnog FPS-sistema. Pored naziva komponenti sistema i njihovih ident-brojeva i ident-brojeva sistemskih mesta, prikazan je i sadržaj svakog mesta u sistemu, kao i njegovo stanje (ne radi, radi, čeka na odvoz palete, čeka na dovoz palete, ima smetnje). Prikaz je dat i za vozila. Samo za skladište, za koje je bitna vertikalna dimenzija, nije dat takav prikaz.

Izborom 8 u glavnom meniju se, ako nisu već formirani, formiraju dinamički podaci (tačka 6.6.2) i startuje automatski rad sistema.

Povremeno osiguravanje podataka može da se izvede birajući opciju 9 u glavnom meniju. Na taj način se vrši upis dinamičkih podataka u odgovarajuće datoteke.

Automatski rad sistema se zaustavlja izborom opcije 10 u glavnom meniju. Dinamički podaci se (koristeći istu funkciju kao u gore pomenutoj opciji 9) upisuju u odgovarajuće datoteke, posle čega se memorijski prostor za dinamičke podatke oslobađa, tj. ti podaci se brišu; pomoću globalne varijable se objavljuje da je automatski rad zaustavljen i da dinamički podaci više ne postoje.

Rad sistema (i opsluživanje, i manuelni i automatski rad) se zaustavlja izborom 0 u glavnom meniju. Pri tom se obave sve radnje kao pri izboru opcije 10 (opisane u prethodnom pasusu), ali se na kraju izađe iz glavnog menija.

6.7.2 *Opsluživanje i praćenje FPS-a*

Programi za opsluživanje i praćenje FPS-a su, na principu ponovne upotrebljivosti, razvijeni kao standardizovani moduli. Oni služe prvenstveno za aktualiziranje stanja FPS-a i mogu se jednostavno prilagoditi specifičnoj strukturi podataka neke određene postavke problema.

Poslije svakog registrovanog događaja u sistemu pozivaju se odgovarajuće funkcije koje će aktuelizirati stanje sistema. Takvi događaji su prijave sa mašina:

- mašina završila rad,
- izvršena je predaja palete na sledeće mjesto u okviru mašine,
- mašina ima smetnje;

kao i prijave sa vozila:

- vozilo preuzelo paletu od izvora,
- vozilo predalo paletu cilju,
- vozilo objavljuje da je transport završen,
- vozilo odbija transportni nalog jer ne prepoznaje izvor,
- vozilo odbija transportni nalog jer ne prepoznaje cilj,
- vozilo odbija transportni nalog jer se tip palete ne podudara sa dozvoljenim tipovima paleta za izvor,
- vozilo odbija transportni nalog jer se tip palete ne podudara sa dozvoljenim tipovima paleta za cilj,
- vozilo odbija transportni nalog jer je izvor prazan,
- vozilo odbija transportni nalog jer izvor ima smetnje,
- vozilo odbija transportni nalog jer cilj ima smetnje.

Prijave od mašina i vozila treba prvo, pozivanjem procedura za dešifrovanje, dekodirati i, saglasno prispjelim porukama, pozvati procedure za aktualizaciju stanja sistema. Ovo je veoma bitno, jer u svakom trenutku sistem upravljanja treba da ima aktuelne informacije o stanju komponenti u sistemu, da bi na osnovu njih donosio adekvatne odluke.

Poslije izvođenja transportnog naloga slika sistema u računaru se, pozivanjem funkcija praćenja sistema, aktualizira.

6.7.3 *Upravljanje radnim nalogima*

Centralno mjesto u sistemu upravljanja FPS-om zauzima upravljanje radnim nalogima. Svakom radnom nalogu je pridružen radni plan, koji određuje prolaz radnog naloga kroz sistem. Radni nalozi su preuzeti od nadređenog sistema upravljanja proizvodnjom (u ravni 1 i 2, sl.6.1) ili su uneseni manuelno.

Radni nalozi su u datoteci radnih naloga "RNALOG" dati u određenom redosledu na osnovu njihovih prioriteta i na osnovu termina starta. Startovanjem radnih naloga oni se aktiviraju za obradu. Ovdje nije predviđena mogućnost izmjene redosleda radnih naloga, jer se smatra da je u sistemu za fino terminiranje na osnovu usvojenih kriterijuma i algoritama dobijen optimiziran redosled. Predviđena je međutim mogućnost manuelnog unosa novih hitnih radnih naloga sa pripadajućim radnim planovima.

Poslužitelj, a i program upravljanja imaju pristup datoteci radnih naloga preko ident-broja radnog naloga. Za brži pristup podacima radnih operacija u datoteci radnih planova za dati radni nalog razvijene su posebne rutine.

Postoji jednoznačna veza između broja radnog naloga i palete, tj. radnog komada. Svakoj radnoj stanici je dodijeljen red čekanja u koji se unose brojevi radnih naloga tj. paleta koje čekaju na tu mašinu.

Startovanjem radnih naloga se radnom nalogu dodjeljuje broj odgovarajuće palete, koji se dalje unosi u listu čekanja prve mašine predviđene u prvoj radnoj operaciji radnog naloga, ili se, ako je mašina (tj. radna stanica) slobodna, a lista čekanja prazna, izdaje transportni nalog za transport palete na tu mašinu. O tome je već bilo riječi u tački 6.7.1.

U zavisnosti od stanja radnih stanica i dužine redova čekanja mogu se primijeniti različite strategije opsluživanja stanica, npr. može se najviši prioritet dodijeliti stanici sa najdužim redom čekanja. Tako bi se vrijeme čekanja na najopterećenijim mašinama smanjilo i postiglo ravnomjerno opterećenje svih mašina.

6.7.4 Upravljanje tokom materijala

Prije nego što u sistemu može započeti automatski tok materijala, moraju biti računaru predati radni nalozi sa radnim planovima i moraju radni nalozi biti startovani. To se odvija, kako je to već rečeno u tački 6.7.1, preko maske na ekranu terminala na upravljačkom pultu.

Radni planovi sadrže sve informacije koje određuju tok procesa rada kod obrade radnih komada.

Osim redosleda obrade i sistemskih podataka, za upravljanje tokom materijala su potrebne i transportne informacije, tj. ident-broj palete i informacija o mjestu na kom se paleta nalazi. Podaci o cilju se dobijaju iz redosleda obrade tj. iz podataka aktuelne radne operacije, ili je cilj zadao poslužitelj preko zahtjeva za donošenje palete na U/I mjesto ili mjesto za stezanje. Pronalaženje cilja iz redosleda obrade je olakšano postojanjem lista čekanja na mašine. One predstavljaju polazne podatke za organizaciono upravljanje tokom materijala.

Kod do sada razvijenih sistema upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemima (v. tačku 4.2) su za upravljanje tokom materijala bile razvijene transportne liste čekanja

sa transportnim matricama, a za praćenje aktuelnog stanja mašina datoteke zauzetosti mašina. Transportne liste čekanja u ovim sistemima upravljanja sadrže podatke o stanju obrade, tipu palete i mjestu na kom se ona nalazi, a transportne matrice podatke o izvoru i cilju. Formiranje ovakvih datoteka (ovi sistemi rade samo sa datotekama) predstavlja značajno ponavljanje nekih podataka, što predstavlja bespotrebno opterećenje sistema upravljanja.

U ovdje razrađenom upravljačkom sistemu su za upravljanje tokom materijala formirane liste čekanja na mašine. Ove liste sadrže brojeve paleta koje čekaju na obradu na mašini u redosledu koji određuju radni nalozi sa radnim planovima. Izvor za paletu se dobija iz podataka odgovarajuće palete, a cilj je određen listom čekanja koja postoji za svaku mašinu.

Aktuelna stanja mašina definiše jedan broj podataka iz podataka za mašine, kako je to opisano u tački 6.6.3.1.

Zadatak upravljanja tokom materijala je da prepozna i usluži potrebu za transportom. Kod jednog FPS-a potreba za transportom postoji u sledećim slučajevima:

- upravljanje tokom materijala prepoznaje jednu slobodnu mašinu i snabdijeva je sledećom paletom iz njenog reda čekanja;
- neka od mašina javlja završetak radne operacije.

6.7.4.1 Strategija sprovođenja radnih naloga

Kod većeg broja radnih stanica može doći do više istovremenih zahtjeva za transport i tako do konflikata kod zajedničkog transportnog sistema. Zadatak strategije sprovođenja radnih naloga je da u ovakvim situacijama odluči koja mašina ima prednost pri opsluživanju.

Skratiti vrijeme čekanja obradnih mašina je bio cilj koji se želio postići u upravljačkom sistemu OPTIMA. Zato se smatralo da je najbolje rješenje prvo opslužiti mašine koje su završile rad, a zatim mašine koje čekaju na dovoz palete, imajući u vidu pri tom dužine redova čekanja na mašine. Odabrana strategija sprovođenja radnih naloga sadrži sledeće korake:

1. Za sve mašine koje su završile rad, počevši od one koja ima najdužu listu čekanja, se ispituje da li je paleta koja se nalazi na njoj prva na listi čekanja neke slobodne mašine.
2. Ako jeste, ispituju se transportni uslovi i, u slučaju da su zadovoljeni, organizuje se transport ka slobodnoj mašini.
3. Ako se, za sve mašine koje su završile rad i čekaju na odvoz palete, broj palete ne nalazi prvi u listi čekanja neke slobodne mašine, opslužuje se slobodna mašina sa najdužom listom čekanja.

4. U slučaju da nije pronađena nijedna slobodna mašina koja čeka na paletu, opslužuju se mašine koje su završile rad i čekaju na odvoz palete prema prioritetima koje određuju dužine lista čekanja na mašine. Palete u tom slučaju treba privremeno uskladištiti.

Strategija sprovođenja radnih naloga je izvedena kao jedna funkcija, tako da je lako napraviti izmjenu strategije upravljanja u programu.

6.7.4.2 Ispitivanje transportnih uslova

Prije sprovođenja nekog transportnog naloga upravljanje tokom materijala sprovodi kolizionu kontrolu. Za izvođenje ove kontrole je zadužena jedna funkcija čiji rad se može opisati po sledećim tačkama:

1. Funkciji su predati brojevi izvora, cilja i palete;
2. Prema broju palete se pronalaze podaci za paletu;
3. Određuje se da li je izvor skladišno mesto ili mesto na mašini;
4. Ispituje se stanje skladišnog mesta (da li je izvor spreman za transport);
5. Ako je izvor spreman za transport određuje se da li je cilj skladišno mesto ili mesto na mašini;
6. Ispituje se stanje cilja (da li je cilj slobodan i bez drugog dodijeljenog transporta);
7. Ispituje se da li tip palete dozvoljen za cilj;
8. Ako su svi uslovi zadovoljeni ova funkcija to objavljuje.

Osim ispitivanja kolizije, prije davanja transportnog naloga treba ispitati još neke uslove. naime, treba ispitati da li je pristup određenog vozila dozvoljen i izvoru i cilju. Tek ako su zadovoljeni i ovi uslovi može da se izda transportni nalog vozilu.

Poslije izvođenja transportnog naloga slika sistema u računaru se, pozivanjem funkcija praćenja sistema, aktualizira.

Razvijene su strategije za izbjegavanje i rješavanje blokada u transportu. O svim smetnjama u sistemu se na ekranu daje poruka poslužitelju. U nekim slučajevima je dovoljna intervencija poslužitelja na mjestu na kom su se pojavile smetnje pa da sistem nastavi da radi. Inače, sistem nastavlja svoj rad upravljajući preostalim dijelom sistema koji nema smetnje. Moguće je i manuelno upravljanje sistemom, ako je to potrebno.

Ako je usled smetnji u sistemu došlo do toga da je slika sistema u upravljanju neadekvatna stvarnom stanju, poslužitelj ima mogućnost da sliku sistema dovede u stanje koje odgovara realnom pomoću funkcija koje mu stoje na raspolaganju u meniju.

6.7.4.3 Privremeno skladištenje paleta i radnih komada

Zavisno od koncepcije samog fleksibilnog proizvodnog sistema, neki sistemi imaju samo centralno skladište, a neki pored centralnog i privremena skladišta u blizini nekih ili svih radnih stanica. Ovakva privremena skladišta se postavljaju uglavnom kod većih sistema da bi se skratilo vrijeme stajanja mašina skraćanjem vremena transporta do mašine. Ako paleta posle obrade na nekoj mašini ili posle startovanja radnog naloga ne može direktno biti predata sledećoj mašini, treba biti privremeno uskladištena, prema realnim uslovima u postrojenju, ili u centralno ili u privremeno skladište. Za pronalaženje slobodnog mesta za uskladištenje je zadužena jedna funkcija u upravljačkom programu koja kao rezultat daje broj tog mesta.

Razradene su i dve funkcije za aktualizaciju podataka posle dešifrovanja poruka od mašina i vozila, jedna za aktualizaciju podataka za mesta na mašinama, a druga za aktualizaciju podataka za skladišna mesta.

6.7.5 Komunikacija sa podređenim i nadređenim sistemima

Interface-ni moduli za vezu sa nadređenim i podređenim sistemima su:

- interface za vezu sa PPS/WSST-sistemima za prenos datoteka radnih naloga. Sadašnji transfer ASCII-file-ova je zamišljen u budućnosti kao povezivanje banki podataka.
- interface za vezu sa mašinama, izveden kao V.24 i digitalni ulazi/izlazi.

Prenos datoteka radnih naloga se vrši na inicijativu nadređenog računara sistema za fino terminiranje, u nekom određenom vremenskom intervalu, obično dnevno ili nedeljno.

6.7.5.1 Organizacija telegrama

Upravljački računar, tj. PA/PC na kom je instalisan i isproban upravljački program OPTIMA, i PA na vozilu za opsluživanje regala komuniciraju međusobno preko telegrama. Ovdje će biti pokazano kako telegram izgleda. Simbol "➡" označava da telegram šalje upravljački PA PA-u na vozilu, a simbol "➡" da je telegram poslat od strane PA na vozilu ili PA na nekoj mašini ka upravljačkom PA-u.

Pri slanju telegrama sa transportnim nalogom PA-u na vozilu mogu da se dese sledeći slučajevi:

1) *Transportni nalog je izvršen:*

Transportni nalog je generisan i poslat PA-u na vozilu:

☛	P_TO_O	0000	OD	004498	1001	3003	0
	oznaka	broj	tip	broj	izvor	cilj	prioritet
	telegrama	greške	palette	palette			

Napomena: Telegram se konstruiše kao niz karaktera, bez blankova koji su u primjeru korišćeni samo da se istaknu grupe podataka.

Vozilo preuzima paletu i to prijavljuje upravljačkom PA-u:

☛ L_TO_B0000OD004498100130030

Vozilo predaje paletu cilju i objavljuje kraj transporta:

☛ L_TO_E0000OD004498100130030

2) *Transportni nalog je odbijen:*

Transportni nalog je poslat PA-u na vozilu:

☛ P_TO_O0000OD004498100130030

Ako PA na vozilu ne prepoznaje izvor, javlja:

☛ L_TOER0001OD004498100130030

Ako cilj nije poznat, telegram ima sledeći izgled:

☛ L_TOER0002OD004498100130030

Ako se dozvoljeni tipovi paleta za izvor ne podudaraju sa tipom palete na izvoru, upravljačkom PA-u se šalje telegram sledećeg oblika:

☛ L_TOER0003OD004498100130030

Ako tip palete ne odgovara dozvoljenim tipovima paleta cilja, telegram izgleda ovako:

☛ L_TOER0004OD004498100130030

Ako je izvor prazan, telegram poslat upravljačkom PA-u ima sledeći izgled:

☛ L_TOER0005OD004498100130030

Ako je cilj zauzet, šalje se telegram sledećeg oblika:

☛ L_TOER0006OD004498100130030

3) *Transportni nalog je prihvaćen, ali se na izvoru dešava greška:*

Transportni nalog PA-u na vozilu:

➡ P_TO_O0000OD004498100130030

Vozilo dolazi ispred stanice sa koje treba odnijeti paletu, ali ta stanica ima smetnje:

➡ L_ST_I0008_____ (upozorenje)

Izvor ima smetnje (npr. mašina je isključena). Vozilo sada čeka ispred izvora da poslužitelj uključi mašinu. Poslužiteljeva odluka:

a) odvoz nije moguć:

➡ L_TOF0000OD004498100130030

Transport je završen.

b) Poslužitelj je reagovao na opslužnom pultu i mašina je ponovo spremna:

Vozilo je preuzelo paletu:

➡ L_TO_B0000OD004498100130030

i predalo je cilju; kraj transporta:

➡ L_TO_E0000OD004498100130030

4) *Transportni nalog je prihvaćen, ali cilj ima smetnje:*

Transportni nalog:

➡ P_TO_O0000OD004498100130030

Paleta prihvaćena od izvora:

➡ L_TO_B0000OD004498100130030

Ali, cilj ima smetnje:

➡ L_ST_I0009_____ (upozorenje)

Poslužitelj na opslužnom pultu potvrđuje da cilj ima smetnje:

➡ L_TO_Z0000OD004498100130030

Upravljački PA sada mora tražiti novi cilj i poslati novi transportni nalog:

➤ P_TO_A0000OD004498 1001 05140
 novi
 cilj

Objavljuje se završen transport:

➤ L_TO_F0000OD004498100105140

5) *Testiranje veze:*

Upravljački PA šalje PA-u na vozilu telegram sledećeg sadržaja:

➤ P_LT_B000000000000000000000

Ako su veze u redu dobiće sledeći prijavni telegram:

➤ L_TO_B000000000000000000000

6) *Prijava mašine da je završila rad:*

➤ L_ST_I 0055 4004
 objava broj
 završenog mašine
 rada

Značenja brojeva u telegramu:

0055 - mašina završila rad,

0054 - izvršena dalja predaja palete u okviru mašine,

0056 - mašina ima smetnje.

7) *Prijava smetnji na mašini se vrši telegramom sledećeg oblika:*

➤ L_ST_I 0056 4004
 smetnje broj
 mašine

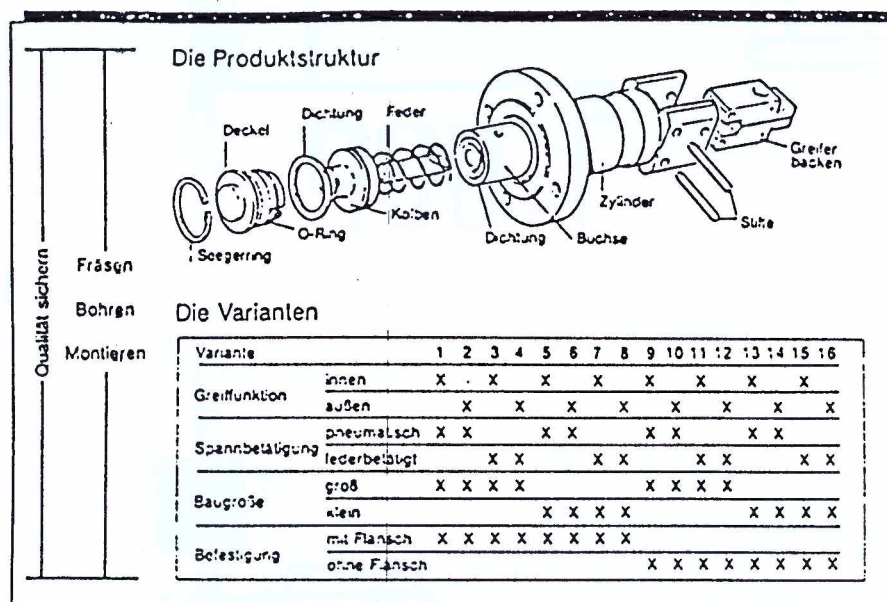
7 PRIMJENA RAZRAĐENOG SISTEMA UPRAVLJANJA NA MODELU FLEKSIBILNOG PROIZVODNOG SISTEMA

7.1 LAYOUT MODELA FLEKSIBILNOG PROIZVODNOG SISTEMA

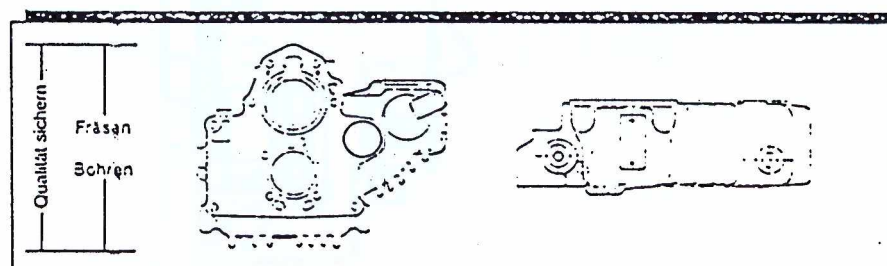
Kod koncipiranja modela fabrike u PTL-u na institutu wbk u Karlsruhe-u se posebno vodilo računa o tome da se razrade rješenja za srednja preduzeća. Fleksibilizacijom proizvodnje takvih preduzeća uvođenjem CIM tehnologije, ona mogu postići odlučujuće konkurentne prednosti i tako osigurati svoj udio na tržištu.

Za rad proizvodno-tehničke laboratorije (PTL) je izabran spektar proizvoda iz industrijske primjene (sl.7.1). Radi se o jednoj pneumatskoj hvataljci za robote koji su dio široko rasprostranjenog fleksibilnog montažnog sistema. Ova hvataljka se izrađuje u 16 varijanti. Tokom proizvodnje se koriste obradni postupci glodanje, bušenje, struganje i montiranje. Potrebno je uz to kupiti i neke djelove kao što su: semerinzi, zakivci,

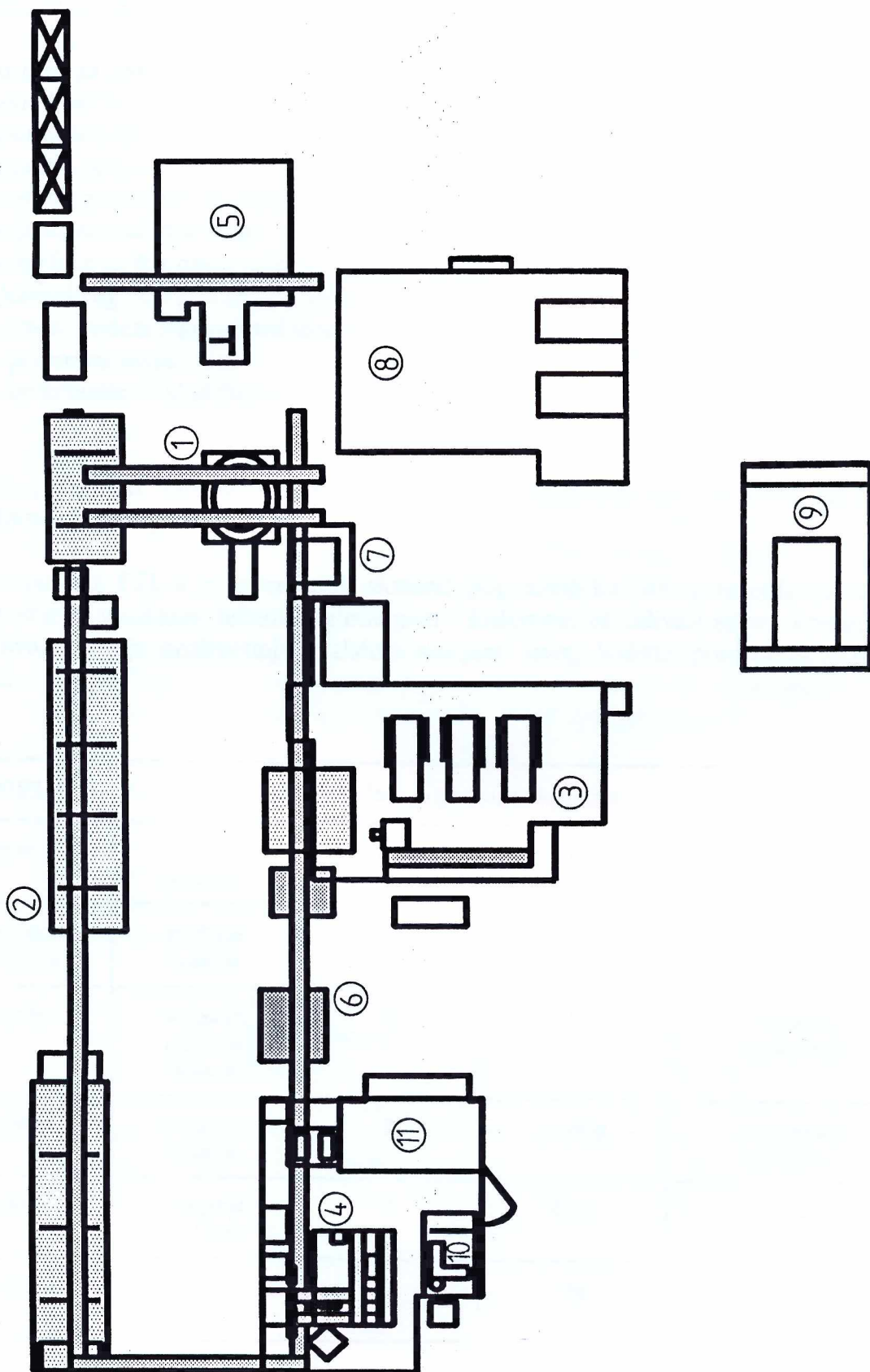
Industrieroboter-Greifer



Getriebegehäuse



Sl.7.1 Proizvodni zadaci (prema wbk-Karlsruhe)



Sl.7.2 Layout modela fabrike (prema wbk-Karlsruhe)

Legenda uz sl.7.2:

1. uređaj za opsluživanje regala
2. skladište (visoki regal)
3. obradni centar
4. mjerna ćelija
5. mašina za čišćenje metala
6. mjesta za snabdijevanje
7. interface za tok materijala
8. ćelija-strug
9. optički vođeni transportni sistem bez vozača
10. priprema alata
11. paternoster (skladište) za alat i uređaje

osovinice, različiti zaptivači i opruge. Varijante proizvoda su određene različitim mogućnostima primjene hvataljki.

Sledeći zadatak PTL-a je proizvodnja složenih pogonskih kućišta za teretna vozila. Pri tome treba sa visokom tačnošću glodanjem i bušenjem obrađivati sirove komade od sivog liva. I ovdje proizvodnja različitih varijanti ovog kućišta predstavlja poseban zadatak.

TABELA 7.1 Varijante i obradni zadaci pojedinih elemenata hvataljki				
element	obradni postupak	br. varijanti elementa	materijal	pretežni oblik
bočne strane hvataljke	glodanje bušenje	4	čelik	prizmatičan
cilindar	struganje glodanje bušenje	4	Al	rotaciono-simetričan
čašica	struganje bušenje	2	mesing	rotaciono-simetričan
vođica	struganje glodanje	4	čelik	rotaciono-simetričan
poklopac	struganje	4	Al	rotaciono-simetričan

Analiza proizvodnih zadataka (tabela 1) i mogućnosti modernog koncepta mašina preporučivala je kompletnu obradu radnih komada na obradnim centrima. Ovo ide

u susret ciljevima minimizacije skladištenja i skraćanja vremena protoka radnih komada kroz sistem, takode i kad se kod pojedinih obradnih koraka ne postignu bezuslovno optimalna glavna vremena.

Iz spektra obrade se nameće da se rotaciono-simetrični djelovi obrađuju na kombinovanoj strug-glodalica ćeliji, a prizmatični djelovi na glodalica-bušilica obradnom centru.

Izbor između strug/glodalica ćelija koje su dolazile u obzir, je vodio ka 4-osnoj mašini tipa Index GSC 65 (8, sl.7.2), koja je snabdjevena sa dva nezavisna alatna revolvera kojima se može upravljati, stanicom za struganje i bušenje, dodatnim uređajem za glodanje, sinhron-vratilu i integrisanim izmjenjivačem alata sa koturnim magacinom. Proširenje mašine sa portalnim roboterom za automatsko snabdijevanje radnim komadima i prošireno snabdijevanje alatom daje mogućnost integracije ovog CNC-struga u automatizovani tok obrade, tj. proizvodnje.

Obrada glodanjem i bušenjem, posebno pomenutih pogonskih kućišta, vodila je ka obradnom centru za horizontalno glodanje i bušenje firme Hueller Hille tip nb-h 150 (3, sl.7.2). Posebna karakteristika ove mašine, i za izbor jedna od odlučujućih, je magacin alata sa uređajima za rukovanje i izmjenu alata. Ovaj način snabdijevanja alatom sa kasetama omogućava integraciju alata ove mašine u proizvodni sistem. Dalje mogućnosti izgradnje ove mašine predstavljaju numerički upravljani kružni upravljački pult i uređaj za duplu izmjenu paleta. Koriste se palete prema DIN 55201 dimenzija 500 x 630mm.

Prethodno zadati planski cilj je bila integracija obezbjeđenja kvaliteta u obradni sistem. Kao centralna komponenta za obezbjeđenje kvaliteta se koristi 3-koordinatna mjerna mašina UMC firme Zeiss (4, sl.7.2). Ova mašina je, s obzirom na njenu radnu prostoriju i mjerne mogućnosti, prilagođena paletnom sistemu i specifičnim mjernim zahtjevima proizvoda.

Pored informaciono-tehničkog povezivanja, značajan problem predstavlja mehanička integracija koordinatnih mjernih mašina u automatizovani sistem toka materijala. Specijalnom izgradnjom ovih mašina sa granitnim pločama i pneumatskim prigušnim elementima se amortizuju vibracije, ali se ne omogućava a priori eksaktno pozicioniranje mjernog stola kod primopredaje paleta. Mašinu je neophodno izolovati (zaštita od prašine, klimatizacija). Zajedno sa Deimler-Benz AG je razvijeno rješenje za povezivanje mašine u sistem toka materijala, kojim se palete transportuju na mjernu mašinu na vazдушnim jastucima.

Za iskopčavanje mašine za mjerenje iz sistema toka materijala ostvareno je dvostruko mjesto za odlaganje paleta. Tako nastaje mogućnost da mjerna mašina radi kako u automatskom režimu kao integralni dio FPS-a, tako i da u manuelnom režimu izvodi posebne mjerne zadatke, ili da se mašina podesi i da se u "teach"-režimu razrađuju mjerni programi.

Da bi se radni komadi na kojima se izvodila obrada rezanjem doveli u stanje u kojem je moguće vršiti mjerenje, u sistem je integrisana mašina za čišćenje metala firme Markert (5, sl.7.2).

Posebna pažnja je pri planiranju bila posvećena skladištu i uređajima za opsluživanje regala i povezivanje mašina.

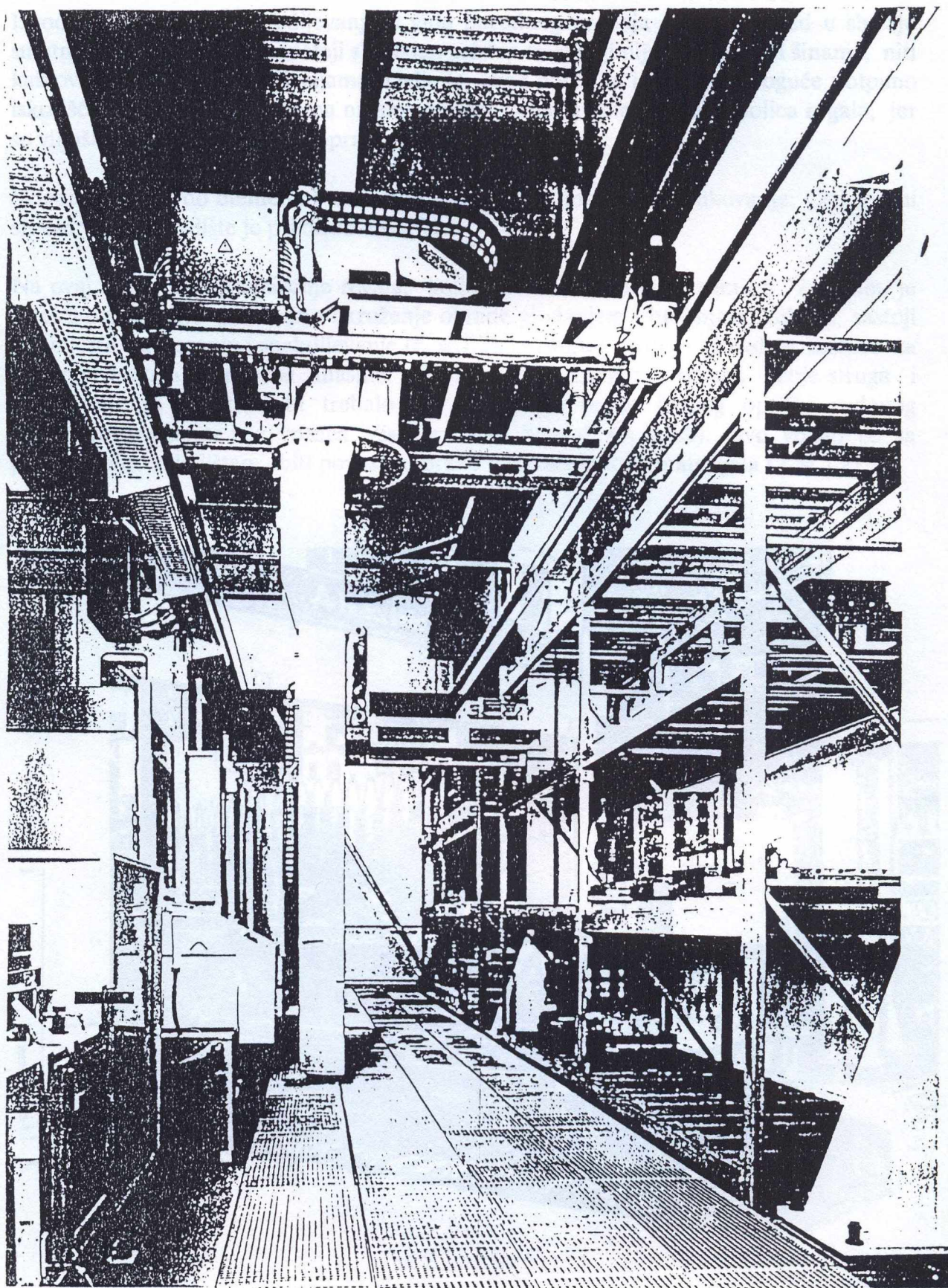
Pretpostavka je bila skladište (2, sl.7.2) integrisano u proizvodnju, koje može prihvatiti sirove i gotove komade i polufabrikate, koje može služiti za međuskladištenje radi izravnavanja različitih obradnih vremena i koje kod integracije različitih obradnih postupaka i tipova mašina (glodalica-čelija, strug-čelija, montaža) može prihvatiti različite tipove paleta koje dolaze u fleksibilni proizvodni sistem. Ovim povezivanjem funkcija toka materijala i funkcija skladišta sa obradnim zadacima postiže se optimalni protok materijala u okviru pogona, jer se umjesto pravog nagomilavanja materijala obavlja njegova dinamička priprema.

Skladištu, direktno integrisanom u proizvodnju, je potreban automat za opsluživanje koji uzima palete sa radnim komadima iz regala i donosi ih direktno u oblast preuzimanja kod alatne mašine. Radi toga ovaj uređaj treba da ima mogućnost rukovanja sa različitim paletnim sistemima, a takođe da bude u stanju da reaguje na specifične zahtjeve alatnih mašina u pogledu snabdijevanja. To znači npr. da se pri primopredaji paleta glodalici zahtijeva tačnost vozila za snabdijevanje od nekoliko desetina milimetra i da su neophodna djelimično kompleksna kretanja pri primicanju.

Pošto za postavljene zadatke nije postojalo uobičajeno komercijalno rješenje, razvijen je, zajedno sa firmom Gemminger Maschinenbau, novi uređaj za snabdijevanje izgrađen kao portalni roboter sa 5 NC-osa (1, sl.7.2).

Rješenje sa 5 NC-osa proisteklo je iz oblikovanog profila zadataka. Prijem različitih tipova paleta (paleta za alatne mašine prema DIN 55201 sa 630x500mm, paleta od čeličnih ramova za djelove za struganje i montažu dimenzija 800x1200mm i Euro-Flach-paleta prema DIN 15142 sa 800x1200mm) zahtijevao je fleksibilnu komponentu za nošenje (U-osa). Kod pristajanja mašinama ili mjestima za stezanje sa različitim visinama primopredaje, kao i kod vertikalne podjele regala koja se može slobodno izabrati, neophodna je programabilna osa podizanja (Y-osa). Obrtna osa (B) je potrebna za pristup skladištu i primopredajnim pozicijama sa obje strane trase vozila. Uobličavanjem ove ose kao servo-ose istovremeno je moguće koristiti i čeonu stranu trase.

Velika prednost numerički upravljane obrtne ose dobija se kombinovanjem sa takođe NC-upravljanom poprečnom osom (X-osa). Kombinovanim kretanjem obje ose izvodi se obrtanje oko središnje tačke palete; to daje pogodno smanjenje potrebne širine trase. Dužinska osa Z omogućava, preko slobodnog programiranja, mogućnost proizvoljnog postavljanja mašina, mjesta za stezanje ili skladišta, koja izlazi u susret potrebama korisnika kod često veoma uskih prostornih uslova.

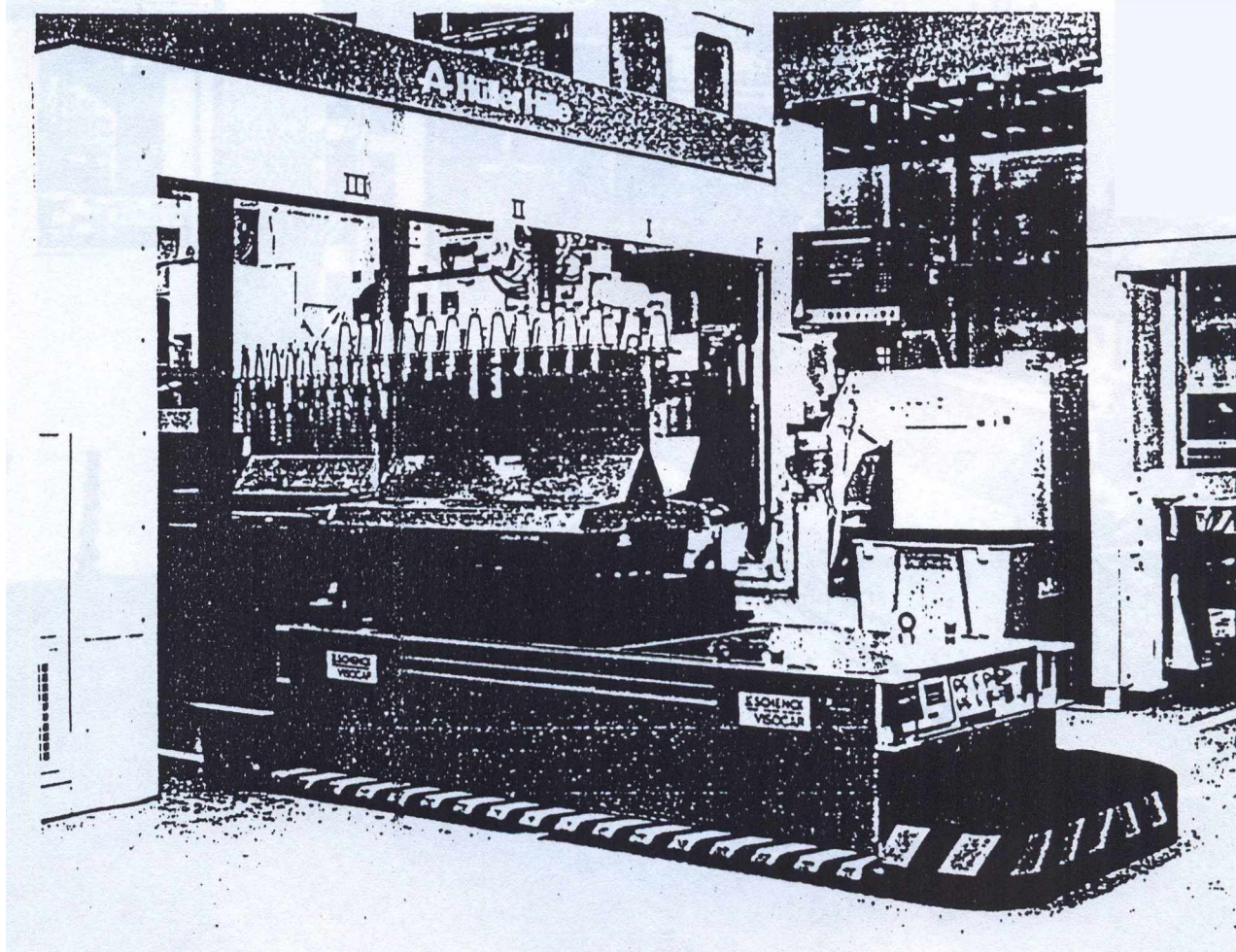


Sl.7.3 Sistem skladište - uređaj za opsluživanje regala

Izvođenje uređaja za snabdijevanje u vidu portalnog uređaja daje prednosti u slučaju smetnji, jer u svako doba postoji slobodan pristup trasi koji nije ometan niti šinama, niti kablovima ili sličnim instalacijama. Dalje je, zbog portalne izgradnje, moguće potpuno iskorišćenje visine regala; nema nikakvog ograničenja u oblasti donjih polica regala, jer se viljuške vozila mogu spustiti praktično na visinu tla.

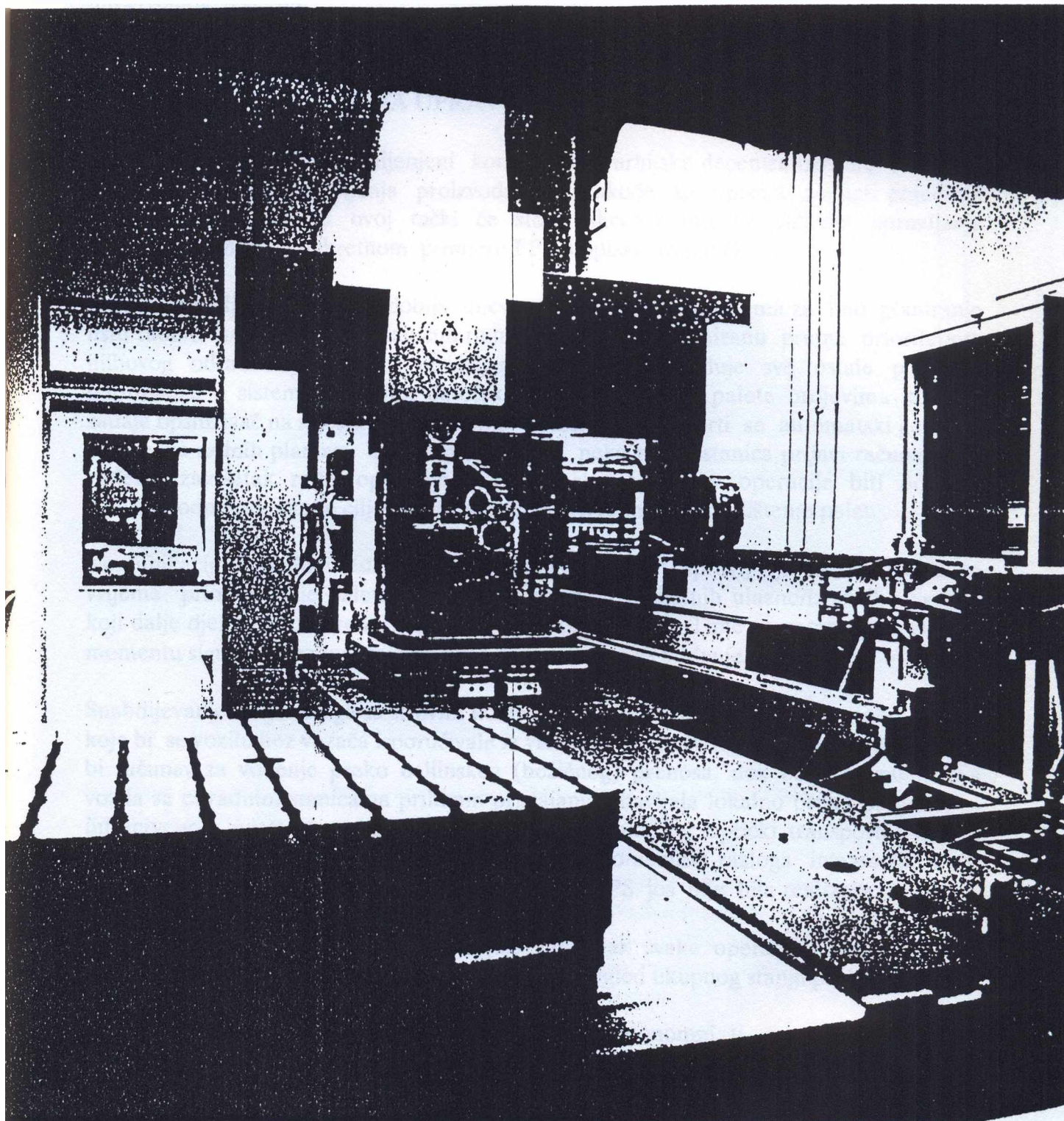
Skladište je, sve do elemenata za centriranje paleta, pogodno za rukovanje. Cjelokupni sistem vozilo/skladište je prikazan na sl.7.3.

Na ovaj uređaj za opsluživanje regala, koji ima maksimalnu brzinu od 72 m/min, je direktno povezano cjelokupno okruženje obrade glodanjem i bušenjem, koje se sastoji od mjesta za stezanje i snabdijevanje (6, sl.7.2), obradnog centra - glodalice, mašine za čišćenje metala i mjerne mašine. Snabdijevanje obradne oblasti ćelije-struga i postrojenja za montažu bi trebalo da se obavlja preko jednog optički vođenog transportnog sistema bez vozača Visocar firme Schenk (9, sl.7.2). Ovo vozilo će sa proizvodnim skladištem biti povezano preko interface-a toka materijala (7, sl.7.2).



Sl.7.4 Optički vođeni transportni sistem bez vozača

Drugi zadatak transportnog sistema bez vozača će biti snabdijevanje obradne ćelije - glodalice alatima u alatnim kasetama (sl.7.4).



Sl.7.5 Mjesto za primopredaju paleta u cjelokupnom sistemu

Ovom vozilu, koje je predmet posebnih istraživanja, i koje je u momentu realizacije razvijenog sistema upravljanja FPS-om još bilo u razvoju, neće biti potrebne nikakve podne instalacije, već će se orijentisati u okviru sigurnosnih graničnih linija koje će označavati kurs vožnje, a navigacija će se vršiti pomoću sistema za obradu slike integrisanog u vozilu.

7.2 REALIZACIJA SISTEMA UPRAVLJANJA FPS-OM

U tački 6.1 je opisan primijenjeni koncept hijerarhijske decentralizovane strukture ukupnog sistema upravljanja proizvodnjom. Takođe su opisani zadaci pojedinih hijerarhijskih ravni. U ovoj tački će stoga akcenat biti na sistemu upravljanja primijenjenom na konkretnom primjeru FPS-a opisanom u tački 7.1.

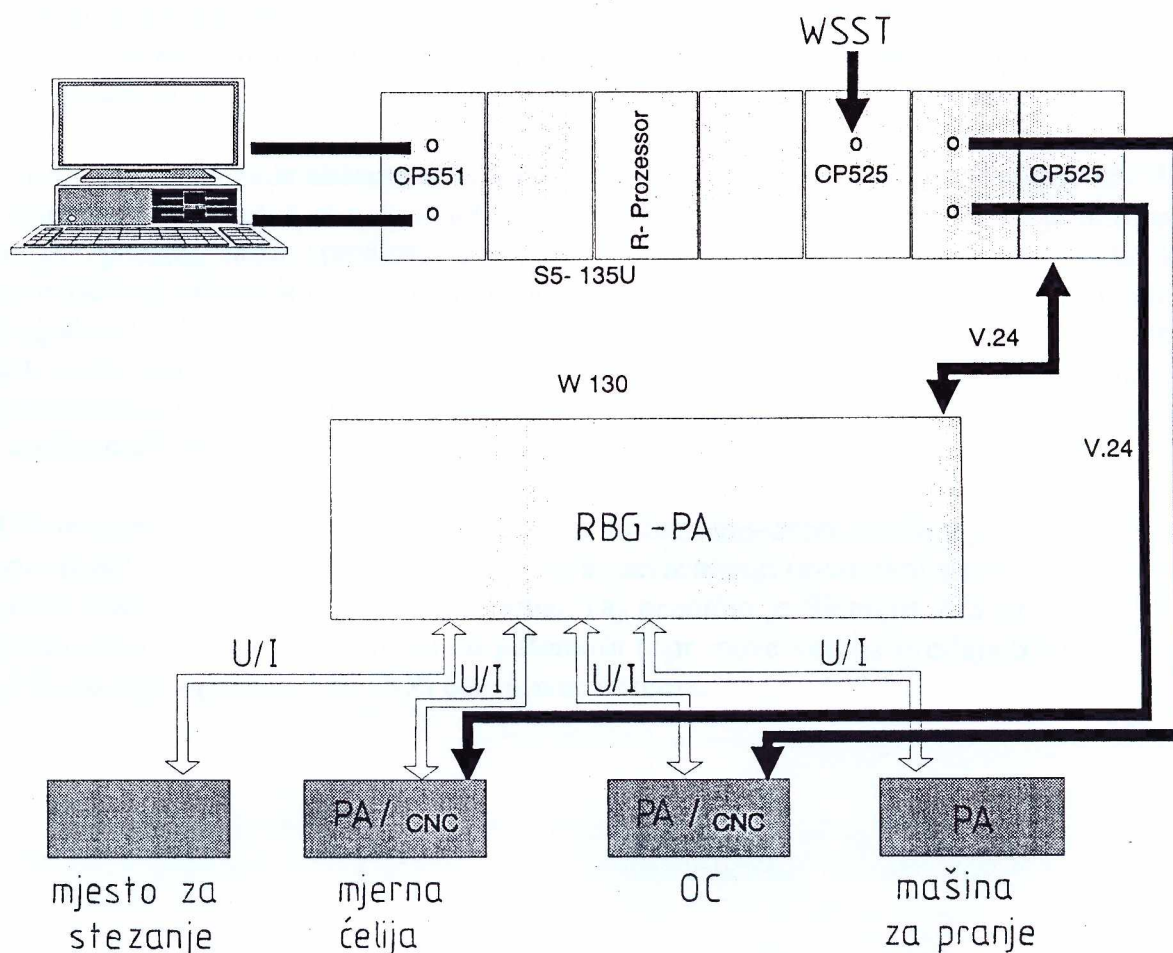
Sistem upravljanja FPS-om dobija dnevno od nadređenog sistema za fino planiranje listu radnih naloga sa pripadajućim radnim planovima, formiranu prema prioritetima njihovog odradivanja. Sistem upravljanja FPS-om posjeduje sve ostale potrebne informacije o sistemu u svojim datotekama. Pridruživanje palete brojevima komada zadaje opsluživač na mjestu za obavljanje stezanja. Transporti se automatski generišu na osnovu radnih planova. Pri tom će, kada neka radna stanica prijavi računaru za vođenje završetak radne operacije, na osnovu sledeće radne operacije biti određen novi cilj, odnosno, ako je cilj zauzet izvršiće se privremeno uskladištenje palete.

Komunikacija između uređaja za opsluživanje regala i upravljanja na mašinama za vrijeme primopredaje palete se odvija razmjenom digitalnih ulazno/izlaznih signala, koji dalje djeluju kao naredni upravljački uslovi (sl.7.6). Time se garantuje u svakom momentu sigurna primopredaja paleta i bez računara za vođenje.

Snabdijevanje ćelije-struga sa sirovim komadima bi trebalo da se obavlja preko paleta, koje bi se vozilu bez vozača isporučivale iz visokog regala. Nalog tom vozilu dodjeljivao bi računar za vođenje preko daljinskog (bežičnog) prenosa, dok bi se komunikacija vozila sa obradnim stanicama prilikom pristajanja obavljala lokalno preko pregrade sa infracrvenom svjetlošću sa 8-bitnom širinom podataka, jer optički transportni sistemi nemaju nikakve električne veze. Međutim, iz već pomenutih razloga integracija ovog transportnog sistema i integracija ćelije-struga u FPS još nije bila realizovana.

Pošto se za svaki radni nalog prijavljuje završetak svake operacije, sistem za fino terminiranje ima u svakom momentu aktuelan pregled ukupnog stanja proizvodnje.

Svi elementi fleksibilnog proizvodnog sistema su autonomni, tj. posjeduju sopstveno upravljanje, PA i/ili CNC. Obradni centar Hueller Hille nb-h 150 ima sopstveno CNC i PA upravljanje. Za DNC rad je snabdjeven sa V.24 interface-om. Mašina za mjerenje ima CNC i PA upravljanje. Vozilo za opsluživanje regala ima PA upravljanje, kao i mašina za pranje.



SI.7.9 Aktuelna hardware-ska izgradnja sistema upravljanja FPS-om

Pojedina upravljanja na mašinama su radi sinhronizacije njihovog rada povezana preko digitalnih U/I sa PA na vozilu, preko kojih javljaju takode svoja aktuelna stanja. PA na vozilu preuzima centralno upravljanje transportom. Za realizaciju funkcija upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemom ugrađen je jedan PA sa integrisanim personalnim kompjuterom, koji je sa PA na vozilu povezan preko V.24 interface-a. Veza ovog nadređenog PA sa CNC upravljanjima na mašinama preko V.24 interface-a omogućava izbor i start NC programa. Kao nadređeni PA je u laboratoriji instituta wbk u Karlsruhe-u ugrađen programabilni automat Siemens S5-135 U. Njegove glavne karakteristike su:

- R procesor kao CPU
- masovna memorija CP 551
- personalni kompjuter sa:
 - CPU 80186
 - 578 KB RAM

- 20 MB na disku
- operativni sistem PCP/M sa compiler-om za C jezik
- komunikacioni procesor CP 525
- 2 serijska interface-a (V.24/20 mA alternativno za komunikaciju po 3964 R proceduri).

U toku testiranja rada sistema se pokazalo da programabilni automat Siemens S5-135U posjeduje visok efekat obrade i dobre komunikacione mogućnosti. Memorija automata se po potrebi može proširiti. Prednost primjene jednog ovakvog automata kao upravljačkog računara za FPS je u ekonomičnosti i u kompaktnosti hardware-a. Postoji i mogućnost istovremene primjene automata za upravljanje fleksibilnim proizvodnim sistemom i za upravljanje vozilom (npr. uređajem za opsluživanje regala). Prednosti u komunikaciji između sistema upravljanja FPS-om i podređenih upravljanja na mašinama i uređajima kod ovakve dvostruke primjene automata su nesumnjive.

Tokom razvoja sistema upravljanja FPS-om na Siemens-ovom uređaju pokazalo se da je operativni sistem PCP/M prihvatljiv, ali da su savremeniji operativni sistemi pogodniji za razvoj kompleksnih upravljačkih sistema. Taj problem je Siemens AG prevazišao kod svojih novih verzija programabilnih automata (npr. nove verzije uređaja S5-135U i S5-155U) u koje ugrađuje MS-DOS operativne sisteme.

ZAKLJUČAK

"Fabrike unutar fabrike" (fleksibilni proizvodni sistemi, proizvodna ostrva itd.) omogućavaju drastično skraćanje vremena izvršavanja radnih naloga. Za njihovo upravljanje u budućnosti će moći proizvođači zaokruženih proizvodnih sistema isporučivati i odgovarajuće upravljačke sisteme. Takvu tendenciju ka decentralnom upravljanju podržava i talas decentralizacije hardware-a kroz razvoj mikrokompjutera.

Sistemi ranijih generacija su polazili od centralističkih koncepata planiranja i upravljanja. Oni danas često ne ispunjavaju zahtjeve fleksibilnih struktura, jer suviše iziskuju "rad po naredbi". Decentralizacija odgovornosti sa manjim obimom zadataka, hijerarhijski strukturisani sistemi planiranja i upravljanja, integrisane pomoći pri odlučivanju, integracija sistema planiranja proizvodnje i procesna upravljačka tehnika su noviji trendovi u ovim oblastima.

OP - (obrada podataka) arhitektura se usmjerava prema tehničkim i radnim zahtjevima. Na raspolaganju su interface-i iz nižih ravni i mreže sa zadovoljavajućom sposobnošću rada. Ipak, udio specifičnih komponenti i OP-sistema je još uvijek visok. Dugoročno će internacionalnim normiranjem interface-a (MAP, TOP itd.) biti postignuto bitno olakšanje u realizaciji pogodnih arhitektura. (Pod pojmom CIM-OSA - OPen System Architecture - podrazumijeva se razvoj koji čini mogućim otvorenu i modularnu realizaciju i modifikaciju hijerarhijskih struktura.)

Dosledno održani princip hijerarhijskog strukturisanja u funkcijskim modulima i decentralizacija inteligencije koji su primijenjeni u ovom radu omogućavaju ne samo djelimično automatizovani rad postrojenja pri smetnjama ili ispadu računara. Takođe test i puštanje u rad, prilagođavanja i proširenja sistema su znatno olakšani.

Prednosti koncepta decentralizovanog sistema upravljanja su prije svega pouzdanost, jednostavnost i mogućnost proširenja.

Decentralizacija zadataka dozvoljava kod ispada jedne od komponenti najmanje djelimično automatizovani dalji rad cjelokupnog sistema. Stoga se ovi dijelovi sistema mogu autonomno pustiti u rad, ispitati i postaviti njihovo stanje, a prilagođavanja i proširivanja sistema se mogu olakšano sprovesti.

U ovom radu je, osim opisane decentralizacije i hijerarhije, predstavljen novi način upravljanja tokom materijala orijentisanog na radne naloge u okviru jednog fleksibilnog

proizvodnog sistema. Sistem upravljanja FPS-om je modularno strukturisan i podijeljen je na sledeće module:

- modul za opsluživanje i praćenje sistema
- modul za sprovođenje radnih naloga
- modul upravljanja tokom materijala
- interface-ni moduli za vezu sa nadređenim i podređenim upravljačkim sistemima
- modul za opslužnu komunikaciju.

Podjela zadataka upravljanja na određene module omogućava uspješnije prilagođavanje sistema upravljanja različitim konfiguracijama FPS-a i predstavlja doprinos standardizaciji programa za upravljanje fleksibilnim proizvodnim sistemima.

Koncepcija upravljačkog software-a je tako postavljena, da se ovaj sistem upravljanja može koristiti i za upravljanje u okviru sistema ćelijskih računara za upravljanje, nadgledanje i vođenje jednog fleksibilnog proizvodnog sistema.

Realizovani, uslovno rečeno standardni paket za proizvodne upravljačke sisteme omogućava ekonomičnu primjenu fleksibilnih proizvodnih sistema. To je posebno postignuto izraženom decentralizacijom, modularnom strukturom sistema i mogućnošću povezivanja sa nadređenim sistemima (WSST).

Za upravljanje FPS-om su iskorišćene mogućnosti koje nudi jedan PA proširen sa personalnim kompjuterom. Na taj način su visoki vremenski zahtjevi u komunikaciji u okviru sistema veoma efikasno i jednostavno izvedeni i zadovoljeni povezivanjem mašina preko digitalnih U/I. Prilikom testiranja se pokazalo da je tako ostvarena razmjena informacija zadovoljavajuća za predstavljenu software-sku koncepciju. Dodatna prednost je kompaktan hardware, na kom se mogu integrisati upravljački program za vozilo i upravljanje tokom materijala. Kod upotrijebljene konfiguracije sistema upravljanja se pokazalo da je zastareli operativni sistem PCP/M samo uslovno pogodan za razvoj kompleksnih upravljačkih sistema. Međutim, Siemens već sada ima na tržištu novu verziju personalnog kompjutera CP 386, kompatibilnog sa svim programabilnim automatima serije S5, koji ima operativni sistem MS DOS verzija 3.3 (ili prema zahtjevu; podatak je iz 1990. godine), VGA grafiku, 4 serijska interface-a itd.

Kroz izradu ovog rada javljala se velika istraživačka radoznalost na više polja. Prva zainteresovanost je bila usmjerena na sistem za fino terminiranje koji ipak predstavlja, i pored tijesne povezanosti sa ovdje obrađenim problemom, oblast istraživanja za sebe. Međutim, zadatak upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemima predstavlja oblast na kojoj stalno treba raditi i dalje je usavršavati. Jedan od razloga je neprekidni razvoj u drugim oblastima koje se dodiruju ili prepliću sa ovom, kao što je npr. razvoj BDE/MDE-sistema, CAQ-a, razvoj CNC i DNC mašina, a time i veće mogućnosti za sistem upravljanja alatom, itd. Ovo doradivanje i usavršavanje funkcija neće predstavljati problem, jer su podaci svih sistemskih komponenti definisani globalno, tako da je lako uvesti odgovarajuće dopune u podacima. Funkcije inicijalizacije sistema bi pritom pretrpjele potrebne dopune, dok bi funkcije praćenja i nadgledanja sistema

ostale neizmijenjene. Saglasno uvedenim izmjenama u podacima i prvenstveno razlozima koje su dovele do tih izmjena, bile bi razrađene i u sistem upravljanja FPS-om integrisane i dodatne funkcije.

Razmišljajući o strategiji upravljanja tokom materijala iskristalisalo se saznanje da ovaj problem zaslužuje veću pažnju i da bi rad na njemu u stvari predstavljao jedan novi istraživački problem. Ideja koja se javila u vezi sa rješenjem ovog problema je da se ispituju različite strategije za konkretno postrojenje FPS-a i da se odabere najbolja. Ispitivanje strategije bi se odvijalo uz pomoć slike sistema (mogle bi se koristiti funkcije razvijene u ovom radu) i modela stanja (sa pomoćnim varijablama). Poslije ispitivanja strategija i odabiranja najbolje za svaki konkretan fleksibilni proizvodni sistem i konkretnu primjenu, model stanja bi bio zamijenjen realnim postrojenjem.

L I T E R A T U R A

- [ALD-85] Aldinger, L.:
Leitstandunterstuetzte kurzfristige Fertigungssteuerung bei Einzel- und Kleinserienfertigung.
Dissertation, IPA Stuttgart, 1985.
- [BAE-89] Baeuerle, H.-J.:
BDE/MDE Systeme - unerlaessliche Basismodule fuer CIM
in wt Wrkstattstechnik 79 (1989), S.85-88.
- [BAH-86] Bahke, E.:
Materialfluss und Fertigung gemeinsam steuern.
in Maschinenmarkt 92 (1986) 2, S.26-30.
- [BAU-86] Baumgartner, R.:
Einsatz und Erfahrungen in produktiven Betrieb mit einem Informations- und Leitstandsystem. Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der CIM-Realisierung, 18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1985, S.219-242.
- [BEI-89] Beier, H.H.:
Fertigungsleitstand und Fertigungsleittechnik - CIM in der Werkstatt.
in ZwF 84 (1989) 3, S.133-137.
- [BEJ-88] Beyer, J.-U., Janotta, F.:
Konzeption eines aktiven, portalen Software Dictionary mit integriertem Datenbank - Design - Tool Vernetzte und komplexe Informatik-Systeme, Industrieprogramm zur 18.Jahresgang der Gesellschaft fuer Informatik, Hamburg, Oktober 1988, S.91-107.
- [BEN-84] Benzinger, M.:
Flexibel automatisierte Fertigung ebener Blechteile in kleinen Stueckzahlen.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September 1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984, S.213-236.
-

-
- [BET-83] Bethlehem, W.F.:
Ueberlegungen zur automatischen Fertigungsueberwachung.
in wt-Z. ind. Fertig. 75 (1983), S.369-371.
- [BOJ-90] Bojanić, P., Velikić, Z.:
Prilog razvoju inteligentnih CIM-sistema.
Naučna konferencija Industrijski sistemi IS'90, Novi Sad, jun 1990, str.279-284.
- [BOR-89] Bornecke, G.:
Entwicklungsrichtungen der Logistik aus der Sicht des Anwenders.
in Technische Rundschau 19/89, S.86-91.
- [BRA-89] Bray, O.H.:
Computer Integrated Manufacturing
The Data Management Strategy Digital Press, 1989.
- [BRA-85] Braukamp, K., Bongartz, B.:
Bedienerlose Fertigen mit einer Werkzeugstandzeitueberwachung.
in Wt-Z ind. Fertig. 75 (1985), S.173-178.
- [BRI-88] Brinkmann, H.-G., Jorichs, H.:
Adaptionsmechanismen in innerbetrieblichen Materialflusssystemen.
in Automatisierungstechnische Praxis atp 30.Jahrgang Heft 9/1988.
- [BRO-84] Brodbeck, B.:
Rechnergestuetzte flexible Fertigung fuer Prazisionsteile.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.55-64.
- [BUK-90] Bukumirović, M., Pavlović, M.:
Fleksibilni transportni sistemi u proizvodnim sistemima i procesima.
Naučna konferencija Industrijski sistemi IS'90, Novi Sad, jun 1990, str.41-46.
- [BTR-89] Buergel, W.:
Automation und Verkettung von foerdertechnischen und
produktionstechnischen Anlagen.
in ZwF 84(1989) 4, S.198-201.
- [BYR-88] Byrne, G.:
Developments and current trends in maschine tools. Flexible
Manufacturing for small to medium Enterprises, European Conference, 1-2 June, Dublin 1988. IFS Publications/Springer-Verlag, p.107-130.
-

-
- [COM-88] Ed. Compton, D.:
Design and Analysis of Integrated Manufacturing Systems.
National Academy Press, Washington, D.C., 1988.
- [CZA-89] Czako, J.A.:
CIM-Bausteine als Bindeglied zwischen Planung und Fertigung.
in ZwF 84 (1989) 6, S.296-301.
- [DAN-89] Dangelmaier, W., Kthnle, H.:
Betriebsdatenerfassung bei der Serienfertigung.
in wt Wrkstattstechnik 79(1989) S.82-84.
- [DEM-89] Demmelmeier, F.:
Integration von Lagerverwaltung und PPS-System bei einem
metallverarbeitenden Unternehmen.
in ZwF 84(1989) 4, S.179-185.
- [DIE-89] Diemer, W.R.:
Lokale Netzwerke - kurz und buendig.
Vogel-Buchverlag, Wuerzburg, 1989.
- [DOL-87] Doll, H.K.:
Automatisierte Fertigungs- und Logistikkonzeptionen - "Beispiele
ausgefuehrten Systeme bei IBM, BULL, TA und EWD".
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987, Universitaet
Karlsruhe, S.81-91.
- [EVB-89] Eversheim, W., Baumann, M., Jacobs, S., Platz, U., Hartmann, W., Klein,
H., Mebler, M., Riese, K.F.:
CIM-Grobkonzept fuer den Grobpresswerkzeugbau.
in VDI-Z 131 (1989), Nr.9-September, S.127-132.
- [EVE-89] Eversheim, W., Bussmann, J., Rathjen, C., Wiegershaus, U.:
Strategien zur integrierten Produktion.
in VDI-Z 131 (1989), Nr.9-September, S.65-68.
- [ERK-88] Erkes, K.F.:
Gesamtheitliche Planung flexibler Fertigungssysteme mit Hilfe von
Referenzmodellen.
Dissertation, RWT, Universitaet Aachen, 1988.
- [EVE-86] Eversheim, W., Weck, W., Dern, U., Hausmann, A.:
Planung und Aufbau integrierter Fertigungs- und Montagesysteme.
Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der Cim-Realisierung,
18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart.
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1985, S.67-94.
-

-
- [FIN-89] Finkelstein, W., Guertin, J.A.R.:
Integrated Logistics Support.
IFS Publications, UK, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,
Tokyo, 1989.
- [FOR-88] Foerster, H.-U., Hirt, K.:
PPS fuer die flexible Automatisierung
Verlag TTV Rheinland GmbH, Koln, 1988.
- [FRE-89] Frey, V.:
CIM - Technologietransfer an der Universitaet Karlsruhe - Modellfabrik
der Zukunft.
in Industrie und Handel, Juni 1989, S.8-10.
- [FRI-85] Fricke, W.:
Rechnergestuetzte Planung von Uebergabesystemen zwischen Transport
und Fertigung.
Dissertation, Universitaet Dortmund, 1985.
- [FRV-87] Friedl, A., Voller, R.:
Modulares Steuerungskonzept fuer flexible Fertigungssysteme.
in wt Werkstattstechnik 77 (1987) S.427-430.
- [GAT-89] Gatalo, R., Rekecki, J., Zeljković, M., Borojev, LJ., Hodolič, J.:
Fleksibilni tehnološki sistemi za obradu rotacionih izradaka, knjiga II.
Novi Sad, 1989.
- [GER-89] Gerlach, H.-H., Vojdani, N.:
Materialflussgerechte Fertigungskontrolle. Verlag TTV Rheinland, 1989.
- [GOT-89] Gotz, E., Pawallek, G., Polensky, W.:
Losungsansatze fuer eine integrierte Produktionsorganisation.
in ZwF 84 (1989) 5, S.223-227.
- [GRA-88] O'Grady, P.J.:
Automatisierte Fertigungssysteme - Entwurf und Betrieb.
VCH Weinheim, 1988.
- [GRA-89] Grabowski, H., Anderl, R., Schilli, B., Schmitt, M.:
STEP - Entwicklung einer Schnittstelle zum Produktdatenaustausch.
in VDI-Z 131 (1989), Nr.9-September, S.68-76.
-

-
- [GRI-86] Grieve, R.J., Smith, G.W.:
Machine and Component Specification for Flexible Manufacturing Systems for Metal Cutting Processes. Flexible Manufacturing Systems: Methods and Studies
Ed. by Kusiak, E., North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 1986, p.59-70.
- [GRO-88] Groha, A.:
Universelles Zellenrechnerkonzept fuer flexible Fertigungssysteme. Dissertation, iwv, Universitaet Muenchen, 1988.
- [GRU-87] Grupp, B.:
Produktionsplanung und -steuerung mit Dialog-Computern. Verlag Industrielle Organisation Ztrich, 1987.
- [HAH-88] Hahn-Woernle, C.:
Automatische Zwischenlagerung in der verketteten Produktion. Europa-Seminar '88, Wasserburg/Bodensee: Neuentwicklung europaischer Werkzeugmaschinen und flexibler Fertigungssysteme; Computer-integrierte Fertigung - CIM CAD-CAM Anwendungen.
- [HAN-87] Handke, G.:
CIM systems and logistics. Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987, Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.115-130.
- [HAS-87] Hasselmann, H.:
Verkettung von foerder- und produktionstechnischen Systemen. Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987, Universitaet Karlsruhe, S.1-12.
- [HAU-89] Hausknecht, M.:
Expertensystem zur Konfigurationsplanung Flexibler Fertigungsanlagen. Dissertation, IFW Hannover, 1989.
- [HED-83] Hedrich, P. u.a.:
Flexibilitat in der Fertigungstechnik durch Computereinsatz. CW-Publikationen, Muenchen, 1983.
- [HEG-86] Heger, D.:
MAP-Leitlinie fuer die Kommunikation in der Automatisierungstechnik. Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der CIM-Realisierung, 18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart.
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1985, S.171-202.
-

-
- [HEU-89] Heuschel, B., Kohen, E.:
Fertigungsleittechnik fuer flexible Fertigungssysteme.
in VDI-Z 131 (1989), Nr.9-September, S.44-48.
- [HER-82] Herrscher, A.:
Flexible Fertigungssysteme - Entwurf und Realisierung prozessnaher Steuerungsfunktionen.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1982.
- [HES-88] Hesser, P.:
Codiersysteme fuer die Anwendung in der Montage. Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1988, Universitaet Karlsruhe, S.8-43.
- [HIN-88] Hintz, G.-W.:
PPS fuer flexible Fertigungssysteme.
in VDI-Z 130(1988), Nr.8-August, S.58-60.
- [HOM-83] Hommel, G., Jahnichen, S., Koster, C.H.A.:
Methodisches Programmieren - Entwicklung von Algorithmen durch schrittweise Verfeinerung.
Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1983.
- [HEI-89] Heinz, K., Martin, J., Gotker, A., Gild, M.:
Logistikorientierte Fertigungsstrukturen steigern die Wettbewerbs-faehigkeit.
in Technische Rundschau 6/89, S.40-45.
- [HOL-85] Bearb. von Holz, B.F., Gaebler, W.:
Flexible Fertigungssysteme. Der FFS-Report der Ingersoll Engineers.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.
- [HOL-84] Holz, B.F.:
Neue Wertmassstabe zur Wirtschaftlichkeitbeurteilung flexibler Fertigungssysteme.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September 1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1984, S.27-34.
- [HOV-94] Hovanec, M., Petkovska, G., Miković, V.:
Programski paket za upravljanje fleksibilnom proizvodnom ćelijom.
Rad pripremljen za objavljivanje.
- [ILR-94] N.N:
Lola Institut napravio softver ćelijskog kontrolera.
ILR omladinska fabrika, list korporacije A.D. Ivo Lola Ribar Beograd, Mart 1994, broj 649, str.3.
-

-
- [ITO-88] Ito, Y.:
The production environment of an SME in the year 2000.
Flexible Manufacturing for small to medium Enterprises, European
Conference, 1-2 June, Dublin 1988
IFS Publications/Springer-Verlag, p.207-234.
- [JAN-87] Jansson, U.B.:
Large automated warehouses: justification for today and in the integrated
production system of the 90th. Automated Manufacturing, 4th European
Conference, May 1987, Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.489-436.
- [KAU-88] Kaufmann, F.H.:
Informationsflussanalyse, eine metodische Vorgehensweise zur Funktions-
Informations- und Leistungsanalyse komplexer Systeme.
Vernetzte und komplexe Informatik-Systeme, Industrieprogramm zur
18.Jahresgang der Gesellschaft fuer Informatik, Hamburg, Oktober 1988,
S.179-200.
- [KER-83] Kernighan, B., Ritchi, D.:
Programmieren in C.
Carl Hanser Verlag, Muenchen, Wien, 1983.
- [KER-89] Kern, H.:
DFG-Antrag.
Universitaet Dortmund, Ke 359/2-4.
- [KIL-87] Killinger, E.:
Einsatz von Regalfoerderzeugen zur direkten Beschickung
unterschiedlicher Handhabungssysteme. Seminar fuer Materialfluss,
Sommersemester 1987 Universitaet Karlsruhe, S.57-62.
- [KIL-89] Kilberth, K.:
Einfuehrung in die Methode des Jackson Struktured Programming (JSP).
Friedr.Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, 1989.
- [KIL-88] Kilner, J.R.:
Flexible manufacturing for small to medium enterprises.
Flexible Manufacturing for small to medium Enterprises, European
Conference, 1-2 June, Dublin 1988
IFS Publications/Springer-Verlag, p.165-176.
- [KLU-70] Kluft, W., Frohlich, R.:
Automatische Werkzeugbruchererkennung bei der Drehbearbeitung.
in HGF-Kurzbericht, Heft 20 (1970), S.62-63.
-

-
- [KNA-86] Knauer, P.:
Flexible Fertigungssysteme im CIM-System.
Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der Cim-Realisierung,
18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1985, S.337-352.
- [KOH-88] Kohen, E.:
Adaptierbare Steuerungssoftware fuer Flexible Fertigungssysteme
Ein Beitrag zur Reduzierung der Softwarekosten in der Fertigungstechnik.
Dissertation, RWTH Aachen, 1988.
- [KOK-93] Kokić, M.M.:
Početna iskustva u primeni FTS kod nas.
15. jugoslovenski simpozijum NURobotiFTS, Prohor Pčinjski 1993.
- [KOL-88] Kohlhase, M.:
Flexibles Fertigungssystem zur Bearbeitung von Grobgubteilen.
Europa-Seminar '88, Wasserburg/Bodensee: Neuentwicklung europaischer
Werkzeugmaschinen und flexibler Fertigungssysteme;
Computerintegrierte Fertigung - CIM CAD-CAM Anwendungen.
- [KOW-87] Kowalsky, H.-J., Thon, H.-J.:
Steuerung von Fertigungszellen in der rechnerintegrierten Fabrik.
in atp - Sonderheft Fertigungsautomatisierung 1987, S.24-31.
- [KIE-88] Kief, H.B., Olling, G., Waters, T.F.:
Flexible automation
The international CNC Reference Book.
Becker Publishing Company (U.K.) Ltd., '87/88.
- [KRA-89] Krakat, K.:
Fertigungsautomatisierung und Automatisierungsplanungen in der DDR.
in Zwf 84(1989) 3, S.146-149.
- [KRI-89] Krieg, W.:
Integration von zukunftsweisenden Produktion in Materialflusssysteme.
in Technische Rundschau 17/89, S.38-45.
- [LAN-90] Langenberger, R.:
Steuerungs- und Antriebstechnik fuer moderne Werkzeugmaschinen -
Bausteine fuer mehr Produktion mit Prazision.
Naučna konferencija Industrijski sistemi IS'90, Novi Sad, jun 1990, str.743-
758.
-

-
- [LEC-86] Lechner, K.O.:
Implementierungsstrategien von CIM-Systemen.
Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der Cim-Realisierung,
18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1985, S.379-394.
- [LIN-89] Lindemann, F.:
Zeit- und Zielgesteuerter Materialfluss in der rechnergeführten
Fertigung.
in wt Werkstattstechnik 79 (1989), S.43-46.
- [LIN-88] Lindner, U., Trautloft, R.:
Grundlagen der problemorientierten Programmentwicklung.
Dr. Alfred Huethig Verlag, Heidelberg, 1988.
- [LOF-89] Loeffler, L.
Adaptierbare und adaptive Benutzerschnittstellen.
Dissertation, wbk, Universitaet Karlsruhe, 1989.
- [LOT-89] Lotz, E.:
Neue dezentrale Steuerungsstruktur fuer flexible Fertigungssysteme.
in ZwF 84(1989) 3, S.138-140.
- [LUC-88] De Luca, A.:
Flexible manufacturing cells modularity and expandability as a key factory
for successful operation.
Flexible Manufacturing for small to medium Enterprises, European
Conference, 1-2 June, Dublin 1988
IFS Publications/Springer-Verlag, p.23-34.
- [LUT-88] Lutz, P.:
Leitsysteme fuer die rechnerintegrierte Auftragsabwicklung.
Dissertation, iwv, Universitaet Muenchen, 1988.
- [MAI-87] Maier, H.J.:
Einsatz von Regalbediengeräeten in der Fertigung.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987
Universitaet Karlsruhe, S.63-72.
- [MAR-84] Martin, T.:
Mannlose Fabrik: die falsche Alternative.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.149-158.
-

-
- [MAU-74] Maurer, H.:
Datenstrukturen und Programmierverfahren.
B.G. Teubner, Stuttgart, 1974.
- [MER-87] Mertins, K.:
Steuerung rechnergefuhrter Fertigungssysteme.
Dissertation, Universitaet Berlin, 1987.
- [MIJ-90] Mijanović, M.:
Mogućnost primjene programabilnog automata kao leit-komputera u decentralizovanom sistemu upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemom. Naučna konferencija Industrijski sistemi IS'90, Novi Sad, jun 1990, s.743-758.
- [MIJ-91] Mijanović, M.:
Jedan novi način upravljanja procesima pomoću proširenog programabilnog automata.
Organizacija poslovno-proizvodnih sistema - Naučno-stručni skup - Sarajevo, juni 1991, s.435-442.
- [MIJ-94] Mijanović, M.:
Proizvodni leit-računar kao komponenta CIM-a.
V Međunarodna naučno-stručna konferencija mma'94, Novi Sad, jun 1994.
- [MIK-94] Mijanović, M., Vukasojević, R.:
Decentralizacija i hijerarhija u sistemu upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemom.
Rad prijavljen za 16. jug. simpozijum NUrobotiFTS, JUPITER-konferencija, Beograd, septembar 1994.
- [MIL-90] Mijanovic, M., Lenschow, R., Frey, V.:
SPS steuert den Materialfluss.
in SPS Magazin, Heft 4, August/September 1990, S.20-22.
- [MIN-87] Minning, B.:
Verkettung von NC-Maschinen einer mehrstufigen Getriebefertigung mit einem fahrerlosen Transportsystem.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987, Universitaet Karlsruhe, S.13-22.
- [MIN-94] Mijanović, M.:
Standardizacija software-a za upravljanje fleksibilnim proizvodnim sistemima.
Rad prijavljen za 16. jug. simpozijum NUrobotiFTS, JUPITER-konferencija, Beograd, septembar 1994.
-

-
- [MIT-89] Mittendorf, H.:
Die Programmiersprache C, Hinweise fuer die Praktiker.
in Automatisierungstechnische Praxis atp 31 (1989) 2, S.81-88.
- [MIV-94] Mijanović, M., Vukasojević, R.:
Sinhronizacija toka materijala i toka informacija u modernom preduzeću.
V Međunarodna naučno-stručna konferencija mma'94, Novi Sad, jun 1994.
- [MOY-87] Moyes, P.:
The factory of the future - today.
Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987,
Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.475-480.
- [MUL-82] Mueller, W.:
Ein- und mehrspindlige Bearbeitungszentren als Bausteine flexibel
automatisierter Fertigungsanlagen. VDI-Berichte Nr.440, 1982.
- [MYR-88] Myrup, A., Ahm, T.:
Flexible Assembly Systems.
IFS Publications, UK, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,
Tokyo, 1988.
- [NAS-86] Nass, A.:
Foerdersystem fuer die flexible Beschickung und Datenerfassung in der
Endmontage.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1986, Unuversitaet
Karlsruhe, S.29-38.
- [NAU-88] Nauheimer, K.:
Rechnergestuetzte Steuerung fuer den Werksttckfluss in mehrstufigen
automatisierten Fertigungssystemen.
Dissertation, IFK, Universitaet Karlsruhe, 1988.
- [NIE-88] Niendorf, G.:
Materialfluss in einer Automobilfabrik - eine komplexe Aufgabe.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1988, Universitaet
Karlsruhe, S.110-126.
- [NIE-89] Niehaus, T.:
Offene Kommunikation im rechnerunterschtuetzten Fabrikbetrieb.
in wt Werkstattstechnik 79 (1989) S.94-98.
-

-
- [NIP-88] Nitsche, M., Pfennig, V.:
Einsatz von CNC-Werkzeugmaschinen.
Organisation, Arbeitsteilung, Qualifikation.
RKW, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft, 1988.
- [NYH-89] Nyhuis, F., Woll, G.:
Programm zur Diagnose und Ueberwachung des Fertigungsablaufs.
in ZwF 84(1989) 2, S.84-86.
- [OLU-91] Oluić. Č.:
Automatizacija tokova materijala u proizvodnim sustavima.
in Technische Rundschau 23/89, S.52-57.
Organizacija poslovno-proizvodnih sistema - Naučno-stručni skup -
Sarajevo, juni 1991, s.290-299.
- [PEI-89] Peissard, W.G.:
Moderne Leitsysteme und Gefahrenmanagement.
in Technische Rundschau 23/89, S.52-57.
- [PRI-89] Pritschow, G., Wieland, E.:
Flexible Produktintechnik im Montagebereich.
in Technische Rundschau 24/89, S.22-31.
- [QUA-83] Quante, F., Fehrenbach, H., Ossenberg, K.:
Zur automatischen Ueberwachung rotierender Werkzeuge in der
spanabhebenden Fertigung unter Beruecksichtigung von Abstands- und
Schwingungssensoren.
in FHG-Berichte 2, 1983, S.25-29.
- [REM-85] Rembold, U., Blume, C., Dillman, R.:
Computer-Intergrated Manufacturing Technology and Systems.
Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1985.
- [REI-88] Reisch, D.:
Automatisierte Transportsysteme zur Versorgung der Montagebereiche.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1988, Universitaet
Karlsruhe, S.67-97.
- [REI-89] Reisch, D.:
Realisierung einer automatisierten Montageversorgung in der
Automobilindustrie.
in ZwF 84(1989) 4, S.187-193.
-

-
- [RIW-89] N.N.:
Flexible Fertigung in der Kunststoffindustrie (Riwisa AG-Erfahrungen).
in Technische Rundschau 24/89, S.46-47.
- [RUM-87] Rummert, T.:
Ablauforganisation und Materialflusssteuerung einer Kommissionier-
foerderanlage.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987 Universitaet Karlsruhe,
S.49-56.
- [SAC-87] Sackett, P.J., Cooper, D.J.:
Flexible handling and fixturing in manufacture.
Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987,
Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.131-140.
- [SCH-87] Schmidt, M.:
Automatisierter Materialfluss in der Fertigung - FTS verkettet
Bearbeitungsplaetze und Lager.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987, Universitaet
Karlsruhe, S.73-80.
- [SCG-89] Schmidt, J., Girsch, H.:
Fertigungsleitsystem in einem mittelstaendischen Unternehmen.
in ZwF 84 (1989) 3, S.125-129.
- [SCE-88] Scheer, A.-W.:
CIM - Der computergesteuerte Industriebetrieb.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1987.
- [SCH-88] Scholz, B.:
CIM-Schnittstellen Konzepte, Standards und Probleme der Verknuepfung
von Systemkomponenten in der rechnerintegrierten Produktion.
R. Oldenbourg Verlag, Muenchen, Wien, 1988.
- [SCH-89] Schmitt, E.:
Werkstattsteuerung bei wechselnder Auftragsstruktur.
Dissertation, wbk, Universitaet Karlsruhe, 1989.
- [SCH-91] Schaub, G.:
Steuerung von Flexiblen Fertigungszellen und -systemen.
Berichte aus dem Siemens AG, 1991.
-

-
- [SCH-84] Schmidt, J.:
Flexibles Fertigungssystem - Einsatz in der Serienfertigung.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.91-100.
- [SCN-89] Schneider, H.-J.:
Erhöhung der Verfügbbarkeit von hochautomatisierten Produktions-
einrichtungen mit Hilfe der Fertigungsleittechnik.
Dissertation, wbk, Universität Karlsruhe, 1989.
- [SCH-84] Schmoll, P.F., Popplewell, F.:
Flexible Automatisierung nach Mass.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.35-54.
- [SCU-88] Schulz, A.:
Software - Entwurf - Methoden und Werkzeuge
R. Oldenburg Verlag, München, Wien, 1988.
- [SCT-84] Schuetz, W.
Realisierte flexible Fertigungssysteme, -inseln und -zellen in Modul-
bauweise.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.123-148.
- [SCW-89] Schoenheit, M., Wiegershaus, U.:
Flexible Fertigung.
in VDI-Z 131 (1989), Nr.9-September, S.49-64.
- [SER-87] Serzeniewski, M.:
Design and application of programmable flexible transportation.
Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987,
Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.151-161.
- [SPA-89] Spath, D.:
Für die flexible Automatisierung - Säge- und Langgutlagersysteme.
in wt Werkstattstechnik 79 (1989), S.31-34.
- [SPU-89] Spur, G., Mertins, K., Hetmanczyk, A., Fischer, D.:
Planung und Steuerung von Fertigungszellen für die Montage
elektronischer Baugruppen.
in ZWF 84(1989) 4, S.169-175.
-

-
- [SPU-88] Spur, G.:
Computer integrated manufacturing in Europe.
Flexible Manufacturing for small to medium Enterprises, European
Conference, 1-2 June, Dublin 1988
IFS Publications/Springer-Verlag, p.1-22.
- [STA-88] Stahl, R.:
Computerunterstuetzte Fertigung fuer Werkzeugmaschinen.
in Werkstatt und Betrieb 121 (1988) 11, S.923-926.
- [STE-84] Steinhilper, R.:
FFS-geeignete Teilefamilien und Fertigungsaufgaben.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.111-122.
- [STO-83] Storr, A., Grossmann, B., Ohnheiser, R.:
Integration von NC-Mehrkoordinatenmessgeraten in flexiblen Fertigungs-
systemen (FFS).
Fortschritte durch digitale Mess- und Automatisierungstechnik.
Fachberichte Messen-Steuern-Regeln 10, Springer-Verlag, Berlin, New
York, 1983.
- [SUP-89] Suppan-Borowka, J.:
Netzwerkkonzepte auf Ethernet-Basis.
in Technische Rundschau 6/89, S.56-61.
- [TAL-88] Talavage, J., Hannam, R.G.:
Flexible Manufacturing Systems in Practice Applications, Design and
Simulation.
Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1988.
- [TCH-89] Tchijov, I.:
FMS Performance.
Manufacturing Competitiveness Frontiers, July 1989, p.8-12.
- [THU-87] Thumm, R.:
Vollautomatische Wendeschneidplattenfertigung mit integriertem
Fertigungsleitsystem.
Seminar fuer Materialfluss, Sommersemester 1987, Universitaet
Karlsruhe, S.23-28.
- [TUF-88] Tuffentsammer, K., Storr, A., Lange, K., Pritschow, G., Warnecke, H.-J.:
Flexibles Fertigungssystem.
Beitraege zur Entwicklung des Produktionsprinzips.
Sonderforschungsbereiche VCH 1988.
-

-
- [UMB-84] Umbricht, F., Boqr, C.R.:
TUFEKA: Fertigung von Turboladengehaeusen in einem flexiblen
Fertigungssystem.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.101-110.
- [VUK-94] Vukasojević, R., Mijanović, M.:
Strategije na putu ka fabrici budućnosti.
V Međunarodna naučno-stručna konferencija mma'94, Novi Sad, jun 1994.
- [WAL-88] Walker, M.:
Beitrag zur Schnittstellenfestlegung zwischen PPS und Leitsystemen.
in wt Werkstattstechnik 78 (1988), S.445-449.
- [WAN-86] Wang, H.:
An Experimental Analysis of the Flexible Manufacturing System (FMS).
Flexible Manufacturing Systems: Methods and Studies
Ed. by Kusiak, E., North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, 1986,
p.319-340.
- [WAR-87] Ward, R.E.:
New dimension in material handling.
Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987,
Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.109-114.
- [WAR-85] Warnecke, H.-J., Steinhilper, R.:
Flexible Manufacturing Systems, International Trends in Manufacturing
Technology.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.
- [WAR-84] Warnecke, H.-J., Zipse, T., Zeh, K.-P.:
Rechnergestuetzte Planung und digitale Ablaufsimulation flexibler
Fertigungssysteme.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.197-212.
- [WAZ-87] Warnecke, H.J., Zeh, K.-P.:
Leittechnik fuer flexible Fertigung Ein "Flirt" als Einstieg in CIM.
in Industrie-Anzeiger 24/1987, S.34-38.
- [WEC-82] Weck, M.:
Werkzeugmaschinen, Band 3: Automatisierungs- und Steuerungstechnik.
Duesseldorf, VDI-Verlag, 1982.
-

-
- [WEC-90] Weck, M. u.a.:
Wettbewerbsfaktor produktionstechnik
Leittechniken fuer flexible Fertigungssysteme.
RWTH, Universitaet Aachen.
- [WES-89] Westkamper, E.:
Konzepte der rechnergefuehrten Fertigung.
in Steuerungen, September '89, S.4-10.
- [WHI-89] Ed. White, J.A., Pence, I.W.:
Progress in Materials Handling and Logistics. Springer-Verlag, Berlin etc.,
IFS (Publications) Ltd., UK, 1989
- [WIE-87] Wiendahl, H.-P.:
Fertigungssteuerung als Automatisierungsbaustein.
in atp - Sonderheft Fertigungsautomatisierung 1987, S.19-23.
- [WIE-89] Wiendahl, H.-P.:
Das Durchlaufdiagramm - ein universelles Modell zur Abbildung,
Steuerung und Kontrolle logistischer Prozesse.
Teil 1 in wt Werkstattstechnik 78 (1988), S.675-678
Teil 2 in wt Werkstattstechnik 79 (1989), S.47-50.
- [WYK-88] Van Wyk, C.J.:
Data Structures and C Programs.
Addison-Wesley Publisching Company, 1988.
- [WIL-86] Wiendahl, H.-P., Ltssenhop, T.:
Ein neuartiges Produktionsprozessmodell als Basis eines Expertensystem
fuer die Fertigungssteuerung.
Produktionsplanung, Produktionssteuerung in der CIM-Realisierung,
18.IPA-Arbeitstagung, 22.-23. April 1986 in Stuttgart
Springer-Verlag, Berlin u.a. 1986, S.433-454.
- [WIL-84] Willenbacher, K.:
Gruende fuer die Beschaffung und Einfuehrungsschritte eines Flexiblen
Fertigungssystems fuer Prazisions-, Bohr- und Frasteile.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.77-90.
- [WIL-89] Wilhelm, M.C.:
Rechnergestuetzte Pruefplanung im Informationsverbund moderner
Produktionssysteme.
Dissertation, wbk, Universitaet Karlsruhe, 1989.
-

-
- [WIN-89] Winkelhake, U.:
Permanente Maschinendatenerfassung automatischer Montageanlage.
Dissertation, IFA, Universitaet Hanover, 1989.
- [WIN-89] Winterhalder, L.:
Rechnerunterstuetzung in der Qualitaetssicherung.
in wt Werkstattstechnik 79 (1989), S.39-42.
- [WIR-75] Wirth, N.:
Algorithmen und Datenstrukturen.
BG Teubner, Stuttgart, 1975.
- [WIR-85] Wirth, N.:
Systematisches Programmieren - eine Einfuehrung.
BG Teubner, Stuttgart, 1985.
- [WIS-89] Wieser, R.:
Methoden zur rechnergestuetzten Konfigurierung von Fertigungsanlagen.
Dissertation, wbk, Universitaet Karlsruhe, 1989.
- [WIT-89] Winterhalder, L.:
CAQ-Integration heute.
in CAD/CAM, Feb.1989, Sonderteil in Hanser-Fachzeitschriften, S.44-50.
- [WAL-89] Waller, S.:
Computerarchitekturen und Kommunikationsnetze in der Produktion.
in Technische Rundschau 8/89, S.60-65.
- [WAS-84] Warnecke, H.J., Roth, H.-P., Schuler, J.:
Perspektiven des Einsatzes flexibler Fertigungssysteme in Deutschland.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.9-26.
- [YAM-87] Yamashina, H., Okamura, K.:
General manufacturing strategy: the Japanese view.
Automated Manufacturing, 4th European Conference, May 1987,
Birmingham, UK.
IFS Publications/Springer-Verlag 1987, p.33-44.
- [YAO-86] Yao, D.D.:
An Optimal Storage Model for a Flexible Manufacturing Systems.
Flexible Manufacturing Systems: Methods and Studies
Ed. by Kusiak, E., North-Holland, Amsterdam,
New York, Oxford, 1986, p.113-126.
-

- [ZEE-84] van Zeeland, D.:
Software fuer FFS - Planung, Anpassung und Einbindung in die
Unternehmensorganisation.
Flexible Fertigungssysteme, 17. IPA-Arbeitstagung 11.-13. September
1984, Boeblingen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo,
1984, S.179-182.
- [ZHW-89] Zhang, S., Wei, H.:
Produktionsressourcennutzung und Wertfluss fuer Fertigungssysteme.
in ZwF 84(1989) 2, S.97-102.
- [ZIE-89] Ziegler, S.:
Leitstandsystem sorgt fuer Transparenz in der Fertigung.
in wt Werkstattstechnik 79 (1989), S.79-81.



PODACI POTREBNI ZA DIGITALIZACIJU DOKTORSKE DISERTACIJE

Ime i prezime autora Marina Mijanović

Godina rođenja 1956.

E-mail marinami@ac.me

Organizaciona jedinica Univerziteta Crne Gore

Mašinski fakultet

Naslov doktorske disertacije

Prilog istraživanju decentralizovanog sistema upravljanja kod fleksibilnih proizvodnih sistema

Prevod naslova na engleski jezik

Contribution to the research of a decentralized management system for flexible manufacturing systems

Datum odbrane 27.02.1995

Signatura u Univerzitetnoj biblioteci¹

Naslov, sažeci, ključne riječi (priložiti dokument sa podacima potrebnim za unos doktorske disertacije u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore)

Izjava o korišćenju (priložiti potpisano izjavu)

Napomena

¹ Podatak o signaturi (lokaciji) može ispuniti biblioteka organizacione jedinice/Univerzitetska biblioteka

**PODACI POTREBNI ZA UNOS DOKTORSKE DISERTACIJE U DIGITALNI ARHIV
UNIVERZITETA CRNE GORE**

Prevod naslova disertacije na engleski jezik

Contribution to the research of a decentralized management system for flexible manufacturing systems

Mentor i članovi komisija (za ocjenu i odbranu)

Prof.dr Radomir Vukasojević, mentor (Mašinski fakultet UCG)
Prof.dr Vladimir Šolaja (Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu)
Prof.dr Milan Perović (Mašinski fakultet UCG)
Prof.dr Svetislav Zarić (Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu)
Prof.dr Pavao Bojanić (Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu)

Sažetak *

U doktoratu je za predloženi decentralizovani hijerarhijski sistem upravljanja fleksibilnim proizvodnim sistemima razvijen nov način upravljanja tokom materijala orijentisanog na radne naloge. Sistem upravljanja je modularno strukturiran i podijeljen na: modul za opsluživanje i praćenje sistema, modul za sprovođenje radnih naloga, modul upravljanja tokom materijala, intefejсни modul za vezu sa nadređenim i podređenim upravljačkim sistemima i modul za opslužnu komunikaciju. Svi moduli podrazumijevaju i upravljanje informacijama. Modularizacija zadataka upravljanja omogućava uspješnije prilagođavanje sistema upravljanja različitim konfiguracijama FPS-a. Visoki zahtjevi u komunikaciji u sistemu su zadovoljeni korišćenjem prednosti programabilnih automata (PLC) i povezivanjem mašina preko ulaza/izlaza.

Sažetak na engleskom (njemačkom ili francuskom) jeziku

In the doctoral thesis, new control system for material flow control oriented on working orders is developed for proposed decentralized hierarchical system for management of flexible production systems. The control system is modularly structured and divided into: a module for serving and monitoring, a module for executing working orders, a material control module, an interface module with a higher and lower control levels, and a communications service module. All modules also include information control. Modularization of control tasks allows a more successful adjustment of the control system to various FMS configurations. High communication requirements in the system are met by using the advantages of programmable logic controllers and connecting machines through the inputs/outputs.

Ključne riječi fleksibilni proizvodni sistemi, tok materijala, tok informacija, radni nalozi, programabilni automati, upravljanje

Ključne riječi na engleskom jeziku flexible manufacturing systems, material flow, information flow, working orders, programmable logic controllers, control

Naučna oblast/uža naučna oblast

proizvodno mašinstvo / fleksibilni proizvodni sistemi

Naučna oblast/uža naučna oblast na engleskom jeziku

production engineering / flexible manufacturing systems

Ostali podaci

* Ukoliko je predviđeni prostor za polja Sažetak, Sažetak na engleskom jeziku, Ključne riječi i Ključne riječi na engleskom jeziku nedovoljan, priložiti ih u posebnoj prilogu.

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u **Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore** unese doktorsku disertaciju pod naslovom

Prilog istraživanju decentralizovanog sistema upravljanja kod fleksibilnih proizvodnih siste

koja je moj autorski rad.

Doktorska disertacija, pohranjena u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore, može se koristiti pod uslovima definisanim licencom Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio/la¹.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Autorstvo |
| <input type="checkbox"/> | Autorstvo – bez prerada |
| <input type="checkbox"/> | Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima |
| <input type="checkbox"/> | Autorstvo – nekomercijalno |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada |
| <input type="checkbox"/> | Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima |


Potpis doktoranda

u Podgorici

14/02/2018

¹ Odabrati (čekirati) jednu od šest ponuđenih licenci (kratak opis licenci dat je na poledini ovog priloga)

Autorstvo

Licenca sa najširim obimom prava korišćenja. Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Djelo se može koristiti i u komercijalne svrhe.

Autorstvo – bez prerada

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerade se moraju distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.

Autorstvo – nekomercijalno

Dozvoljavaju se prerade, umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio).

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada

Licenca kojom se u najvećoj mjeri ograničavaju prava korišćenja djela. Dozvoljava se umnožavanje, distribucija i javno saopštavanje djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Djelo se ne može mijenjati, preoblikovati ili koristiti u drugom djelu.

Komercijalna upotreba djela nije dozvoljena.

Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima

Dozvoljava se umnožavanje, distribucija, javno saopštavanje i prerada djela, pod uslovom da se navede ime izvornog autora (onako kako je izvorni autor ili davalac licence odredio). Ukoliko se djelo mijenja, preoblikuje ili koristi u drugom djelu, prerada se mora distribuirati pod istom ili sličnom licencom.

Djelo i prerade se ne mogu koristiti u komercijalne svrhe.