

UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNIČKI FAKULTET U BORU
ODSEK ZA INDUSTRIJSKI MENADŽMENT

Aca Jovanović
Ivan Mihajlović
Živan Živković

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

- Bor -
2005.

UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM

Autori:

Dr Aca Jovanović, docent
Tehničkog fakulteta u Boru
Univerziteta u Beogradu

Mr Ivan Mihajlović, asistent
Tehničkog fakulteta u Boru
Univerziteta u Beogradu

Dr Živan Živković, redovni profesor
Tehničkog fakulteta u Boru
Univerziteta u Beogradu

Izdavač:

Tehnički fakultet u Boru

Za izdavača:

Prof. dr Zvonimir Stanković, dekan

Tiraž:

500 primeraka

Štampa:

SADRŽAJ:

	Predgovor	
Poglavlje 1.0.	Uvod	1
Poglavlje 2.0.	Savremeni poslovno-proizvodni sistemi i interakcija sa okolinom	13
Poglavlje 3.0.	Proizvodni program	27
3.1.	Potrebe tržišta	30
3.2.	Proizvodni kapaciteti	33
3.3.	Metode i tehnike utvrđivanja korišćenja proizvodnih kapaciteta	43
Poglavlje 4.	Razvoj i proučavanje proizvoda	57
4.1.	Uprošćavanje proizvoda	68
4.2.	Standardizacija	71
4.3.	Analiza vrednosti	73
4.4.	Brz razvoj proizvoda	82
4.5.	Brz razvoj prototipa	85
4.6.	ABC-metod selekcije programa proizvodnje	89
4.7.	Matrice razvoja proizvoda	91
4.8.	Konkurentno projektovanje	95
Poglavlje 5.0.	Tipovi proizvodnje	97
5.1.	Optimizacija količine proizvoda-serije	103
Poglavlje 6.0.	Razvoj i priprema proizvodnje	109
6.1.	Planiranje procesa pomoću računara	113
6.2.	Projektovanje i konstruisanje	120
6.3.	Projektovanje tehnoloških procesa i razrada tehnoloških postupaka	122
6.4.	Normiranje utroška direktnog materijala	133
Poglavlje 7.0.	Organizacija neposredne pripreme proizvodnih procesa	135
7.1.	Operativno planiranje i terminiranje	137
7.3.	Neposredna priprema i obezbeđivanje uslova za proizvodnju	165
Poglavlje 8.0.	Upravljanje vremenom	203
		435

8.1.	Tipovi organizacije toka redosleda operacija	207
Poglavlje 9.0.	Just-in-time proizvodnja	215
Poglavlje 10.0.	Regulisanje proizvodnje	223
10.1.	Lansiranje	225
Poglavlje 11.0.	Makro i mikro organizacija proizvodnje	227
11.1.	Projektovanje radnih mesta	230
Poglavlje 12.0.	Čovekova radna sredina	249
12.1.	Karakteristični uticajni faktori u radnoj sredini	250
12.2.	Zaštita od mehaničkih povreda na radu	267
12.3.	Zaštita od električne struje	271
12.4.	Prava i obaveze organa preduzeća i pojedinaca u vezi sa zaštitom na radu	274
Poglavlje 13.0.	Kontrola kvaliteta proizvoda	279
13.1.	Organizacija i metode kontrole u proizvodnji	280
Poglavlje 14.0.	Karakteristični troškovi, uloga, priroda promenljivosti i proračun	291
14.1.	Troškovi po nosiocima i mestima	297
14.2.	Priroda promenljivosti troškova	298
	LITERATURA	315
	SADRŽAJ	319

POGLAVLJE 1.0. UVOD

Upravljanje proizvodnjom (manufacturing management) bavi se kreiranjem produkata kompanije te je, samim time, jezgro poslovanja kompanije. Iz tih razloga je neophodno poznavati ulogu, obaveze i oblasti uključene u upravljanje proizvodnjom.

Šta podrazumevamo pod Funkcijom proizvodnje i Upravljanjem proizvodnjom?

Funkcija proizvodnje je organizovanje resursa kompanije usmereno ka proizvodnji produkata.

Upravljanje proizvodnjom uključuje sve aktivnosti, odluke i obaveze menadžera proizvodnje. Sve navedene aktivnosti usmerene su ka konačnom proizvodu kompanije i profitu koji se na taj način ostvaruje.

Da bi se sa sigurnošću tvrdilo da se proizvodne operacije odvijaju efektno i efikasno i da su proizvedeni produkti u skladu sa zahtevima modernog tržišta primenjuje se planiranje proizvodnje i kontrola (PP&C). Proizvodnja mora organizovati svoje resurse tako da su oni dostupni:

1. U odgovarajućoj količini.
2. U odgovarajućem momentu vremena.
3. Na odgovarajućem nivou kvaliteta.

Da bi ovo ispunili, proizvodne operacije moraju uzeti u obzir sledeća dva elementa:

- Operaciono dostupne resurse kao što su: radna snaga, mašine, materijal, itd.
- Opšte i specifične zahteve stvarnih i potencijalnih kupaca. PP&C obezbeđuje sisteme, procedure i odluke da spoji ova dva elementa i na taj način poveže Ponudu i Potražnju.

Među mnogim tehnikama i metodama koje koristi PP&C, u cilju ostvarenja navedenih ciljeva, izdvajaju se:

Just in Time (JIT): Sistem za proizvodnju i distribuciju odgovarajućih produkata, u odgovarajuće vreme, u odgovarajućim količinama, prema zahtevima kupca. Principi Just in Time filozofije prihvaćeni su od mnogih organizacija u cilju smanjenja zaliha i pravilnog korišćenja resursa.

Kanban: Signal koji reguliše sistem pokretanja proizvodnje («pull» system) davanjem ovlašćenja za proizvodnju i nabavku potrebnih delova. Obično je u formi karte ali može biti obeleženo mesto na podu, radnom stolu ili polici, ili prazni kontejner.

Plan potrebnog materijala (MRP) (Material Requirements Plan=MRP): MRP je proces koji se koristi za određivanje potrebnog materijala prema narudžbinama i predviđanjima, zasnovano na tajmingu isporuke, naručenim količinama i rezervama gotovih proizvoda (signalnim količinama o kojima će se više govoriti u narednim poglavljima) na osnovu kojih se donosi odluka o tome šta je potrebno kupiti, u kojoj količini i kada.

Plan potrebnog materijala (MRPII): MRPII se zasniva na MRP ali takođe obuhvata raspored opreme i ljudskih resursa koji su potrebni za ispunjivanje narudžbine i predviđanja o proizvodnji.

Planiranje resursa kompanije (ERP)(Enterprise Resource Planing): ERP je postao novi integrisani pristup, sličan MRPII ali, kao što njegov naziv sugeriše, uključuje planiranje resursa

celokupnog poslovanja, uključujući, na primer, održavanje u okviru fabrike, ljudske resurse, itd.

Chaku-Chaku: (poznato i kao Load-Load) je metod za sprovođenje protoka jednog komada proizvoda kroz celokupni proizvodni proces, pri čemu se operator kreće od mašine do mašine, uzimajući komad sa jedne i šaržirajući ga u drugu mašinu.

Heijunka: je proces održavanja celokupnog opsega proizvodnje što je više moguće konstantnim. «Heijunka kutija» se ponekad koristi u kanban sistemu kao uređaj za merenje potrebne količine materijala, za vizualnu kontrolu.

Takt time: predstavlja osnovu za dizajn i ležaut proizvodnog sistema. Takt time (vreme trajanja pojedinih ciklusa u okviru proizvodnje i distribucije) je proizvodno vreme kojim raspolažemo podeljeno željenom količinom u jedinicama izlaznog gotovog proizvoda (odnosno zahtevima kupaca).

SMED (Single Minute Exchange of Die) ili «izmena alata pritikom na dugme»: je metod koj se koristi za smanjenje vremena postavljanja proizvodnje kao i promenama u okviru proizvodnog procesa. Idealna situacija je nulto vreme postavljanja, gde prelazak sa jednog na drugi proizvodni program ne utiče na kontinualni tok proizvodnje. Š.Šingo je razvio SMED sistem po prvi put za zamenu alata na 100-tonskoj presi u Toyoti čime je vreme zamene skratio sa četiri sata na tri minute i ostvario velike uštede u proizvodnji, jer je ovu presu učinio višenameskom.

Neke od važnijih oblasti upravljanja proizvodnjom, koje će značajnije biti obrađena u poglavljima koja slede, su:

LEJAUT (LAYOUT) POSTROJENJA

Lejaut postrojenja bavi se odlučivanjem gde u fabrici rasporediti mašine, opremu, operatere i materijal i kako ih organizovati u okviru fabrike. Odluka o rasporedu (Layout) postrojenja je jedna od najvažnijih odluka sa kojima se sreće menadžer proizvodnje. To je takođe jedna od prvih osobina koja je uočljiva u vezi sa fabrikom. Lejaut bitno utiče na vizualni utisak proizvodnog postrojenja ali takođe ima i druge važne osobine za celokupnu proizvodnu operaciju. Može odrediti, na primer, odgovarajući PP&C sistem ili način na koji će se vršiti održavanje opreme. Čak i male izmene u lejautu kao što su pozicije mašina ili magacina može uticati na tok materijala unutar fabrike. Zato je pitanje lejauta uvek povezano sa pitanjem tokova materijala.

Kompanije moraju voditi računa o lejautu i toku materijala iz sledećih osnovnih razloga:

- Dizajn lejauta i tokova materijala je kompleksan proces gde je svaki detalj vezan za operaciju proizvodnje važan.
- Implementacija lejaut dizajna neumitno uključuje zgrade fabrike i pomeranje velikih mašina i čitavih postrojenja.
- U slučajevima gde je lejaut pogrešno određen to će uticati na efikasnost proizvodnje i naravno na samu produktivnost.

Većina praktičnih lejauta su razvijeni od osnovnih kategorija lejauta:

Lejaut fiksnih položaja, Lejaut procesa, Lejaut ćelije, Lejaut na osnovu produkta.

Dizajn lejauta postrojenja je višestadijumski proces, koji uzima u obzir mnoge faktore. Kao i kod svake druge aktivnosti na dizajnu, pažljivo razmatranje mora biti posvećeno strategiji proizvodnje. Strategijska pitanja kao što su karakteristike varijacija kapaciteta moraju se uzeti u razmatranje pre izbora osnovnog tipa lejauta. Finalni stadijum dizajna lejauta je precizno definisati tačnu poziciju

celokupne opreme, postrojenja, mašina, operatera i drugih komponenti proizvodnog procesa.

PLANIRANJE I KONTROLA KVALITETA

Sistem upravljanjem kvalitetom ISO 9001:2000

Proizvođači moraju biti svesni korisnosti upotrebe sistema menadžmenta kvaliteta, zasnovanih na ISO 9000 seriji standarda, da bi obezbedili da njihovi produkti odgovaraju porebama i očekivanjima naručioca kao i svim ostalim statutarnim i regulatornim zahtevima. Ovaj sistem kvaliteta je primenjiv na sve organizacije bez obzira na tip, veličinu i karakter gotovog proizvoda. Jedna od tehnika kontrole kvaliteta je

Statistička kontrola procesa (SPC)

Statistička kontrola procesa (SPC) je odavno uspostavljen metod monitoringa, kontrole i, u idealnom slučaju, unapređenja procesa kroz statističku analizu. Četiri osnovna koraka uključuju merenje performansi procesa, eliminisanje identifikovanih odstupanja u procesu, monitoring prirodnih promena u procesu i unapređenje procesa u cilju smanjenja prirodnih promena u okolini prosečne vrednosti. Svaka kritična karakteristika procesa mora biti procenjena zasebno, pre svega u polaznim stadijumima procesa.

SPC uključuje upotrebu dijagrama kontrole procesa od kojih je najčešća XR karta za praćenje performansi svake kritične karakteristike kvaliteta. Mali uzorci se uzimaju u redovnim intervalima i podaci se snimaju i prikazuju na dijagramima. Kontrolne karte se mogu koristiti bilo za karakterističnu veličinu ili promenjivu. Karakteristična veličina je karakteristika kvaliteta koja ima dve moguće vrednosti (prihvati ili odbaci). Promenjiva je ona osobina koja se može meriti kao kontinualno promenjiva veličina.

Određivanjem i crtanjem gornjih i donjih graničnih vrednosti, tipično ± 3 standardnih devijacija prirodnih varijacija, kontrolne karte mogu dati moćnu vizualnu pomoć za monitoring procesa. Mogu označiti situacije van kontrole, trendove, netačna podešavanja i ostale podatke bitne za proces.

Menadžeri operacija takođe koriste karte kontrole procesa da bi učinili razliku između normalnih (prirodnih) varijacija ostvarenih u toku procesa i varijacija koje se javljaju usled izlaska procesa van kontrole.

PLANIRANJE LJUDSKIH RESURSA U OKVIRU PLANIRANJA PROIZVODNOG PROCESA

Ljudski resursi kompanije su njen najvažniji resurs. Upravljanje ljudskim resursima ima značajnu ulogu u tome koliko će efikasno i efektno ovaj resurs biti upotrebljen. U teorijskom smislu upravljanje ljudskim resursima definiše način na koji operatori rade svoj posao i pomaže definisanju njihovog ukupnog doprinosa organizaciji.

Elementi planiranja ljudskih resursa

- Koje radne zadatke treba dati kojem radniku ?
- Koje je pravo mesto obavljanje radnog zadatka ?
- Ko još treba biti uključen u posao ?
- Na koj način se u obavljanju radnog zadatka koriste mašine i alati ?
- Kakvi trebaju biti uslovi rada na radnim mestima ?
- Koje su veštine potrebne za obavljanje radnih zadataka ?

Neki od alata planiranja ljudskih resursa su:

Studija metoda rada predstavlja sistematsko snimanje i kritičko proučavanje metoda kojima se obavlja rad, u cilju razvoja jednostavnijih i efikasnijih načina.

Merenje učinka je tehnika koja se koristi za uspostavljenje potrebnog vremena da kvalifikovani radnik obavi određeni zadatak.

UNAPREĐENJE PERFORMANSI PROIZVODNJE

Menadžeri proizvodnje imaju na raspolaganju čitav niz metoda kojima mogu unaprediti performanse Poslovno Proizvodnog Sistema (PPS) uključujući koncepte:

- Lean proizvodnja
- Benchmarking
- Total Quality Management

Lean proizvodnja se bavi obezbeđivanjem dobara za potrebe kupaca, kroz proces stvaranja vrednosti, uz eliminaciju svih dodatnih aktivnosti koje ne donose upotrebnu vrednost ili dovode do nepotrebnih troškova. Koncept lean proizvodnje počinje specifikacijom vrednosti u smislu onoga za šta je kupac spreman da da svoj novac. Identifikuje se «Tok vrednosti» koji obuhvata sve specifične aktivnosti potrebne da se proizvod od koncepta dovede do konačnog oblika i takođe uključuje sve aktivnosti duž lanca snabdevanja. Treći stadijum ovog pristupa je načiniti tok vrednosti bez poremećaja kroz svaki stadijum smanjenjem ili uklanjanjem aktivnosti koje dovode do gubitka ili ne dovode do uvećanja vrednosti. Četvrti stadijum lean proizvodnje je upotreba proizvodnog sistema koji samo proizvodi proizvode koji su naručeni (pull production system), koji je suprotan tradicionalnom (push system-u) gde se materijal kreće kroz proizvodnju nezavisno od veličine naručene serije. Poslednji stadijum lean proizvodnje se naziva Perfekcija, koji teži da eliminiše sve gubitke u procesu primenom kontinualnih aktivnosti unapređenja. Za smanjenje

gubitaka se mogu primeniti mnoge tehnike i alati industrijskog menažmenta, kao što su: 5S, SMED, Just-in-Time, Kanban i Total Productive Maintenance.

Viši nivo lean proizvodnje je «lean razmišljenje», gde se vrši udaljavanje od tradicionalnog mentaliteta funkcionisanja pojedinih odeljenja u razmišljanje o procesu stvaranja kvaliteta u celokupnom integrisanom lancu snabdevanja. Lean razmišljanje upotrebljava navedenih pet stadijuma na sve aspekte organizacije, od naručivanja i kupovine sirovina, do isporuke gotovih proizvoda kupcu.

Benchmarking predstavlja upoređenje performansi kompanije sa konkurentima. Pomaže jasnijoj definiciji sopstvenog položaja, u odnosu na druge, u onim aktivnostima koje su najkarakterističnije za biznis posmatrane kompanije.

Total Quality Management(TQM) vrši proširivanje pojma kvaliteta van granica prakse vezane za proizvodnju. TQM ima perspektivu širine celokupne organizacije. Prema TQM principima, svaki deo i funkcija organizacije može učiniti doprinos kvalitetu uspostavljenjem koncepta unutrašnjih kupac-snabdevač lanaca.

Postoji veliki broj različitih pristupa Total Quality Management-u, prema tehnikama «gurua» kvaliteta kao što su Deming, Juran, Taguchi i Ishikawa. Osnovni princip o kome svi pristupi TQM-u uče je da kontinualno unapređenje kvaliteta sledi unapređenju procesa i smanjenju gubitaka. Timski rad, trening i upotreba kvalitetnih baza podataka su takođe ključ poboljšanju efektivnosti.

MENADŽMENT ODRŽAVANJA PROIZVODNIH POSTROJENJA

Total Productive (Preventive) Maintenance (TPM)

TPM je metod pomoću koga se može obezbediti stalna dostupnost mašina. Cilj je obezbediti da je svaka mašina u procesu uvek

sposobna da izvede potrebnu radnu operaciju, i na taj način izbeći zastoje. Aktivnosti održavanja se izvode planski prema unapred pripremljenom rasporedu.

Kritični element TPM-a je mera poznata kao Ukupna Efektivnost Opreme (OEE). Ovo je veoma oštra mera koja je proizvod tri faktora:

1. Dostupnost-iznos vremena koji je neki deo opreme bio dostupan proizvodnji kada je bio potreban. Ovaj se termin ne treba pomešati sa iskorišćenjem, čak – šta - više mašina sa niskom dostupnošću može imati visoko iskorišćenje kao direktan rezultat niske dostupnosti.
2. Performanse- koliko delova proizvodnog programa oprema proizvodi u određenom periodu u poređenju sa proizvodnjom u idealnim uslovima. Važno je u proračunu ne koristiti standardna vremena jer ona obično u sebe uključuju faktor zastoja u radu. Upotreba suviše ublaženih vremena proizvodnje može dovesti do pokazatelja performansi iznad 100%, što je jasno nerealna situacija. Izbor odgovarajućeg proizvodnog vremena mora uzeti u obzir način na koji mašina treba da radi, često tokom perioda kada mašina trpi smanjenje trajanja proizvodnog ciklusa da bi se kompenzovali eventualni problemi u radu.
3. Kvalitet-nivo kvaliteta je jednostavno proporcija dobrih (ispravnih) proizvoda u odnosu na sve proizvedene komade.

Cifre vezane za OEE ostvarene u svetu su diskutabilne, međutim Japanski Institut za Održavanje Postrojenja postavlja cilj OEE od 85%. Da bi se ovo postiglo potrebno je da Dostupnost bude 90%, Performanse 95% i Kvalitet 99% ($OEE = (D \cdot P / 100) \cdot Q / 100$; $85\% = (90 \cdot 95 / 100) \cdot 99 / 100$). Naravno ovo su izazovne cifre, obzirom da većina proizvodnih procesa rade ispod 30% i na nesreću nije redak slučaj procesa sa OEE oko 15%.

Akvizicija podataka iz samog proizvodnog procesa

Akvizicija podataka neposredno iz proizvodnog procesa je vitalna za upravljanje i unapređenje proizvodnog okruženja. Prilikom prikupljanja podataka moraju se uzeti u obzir dva važna pitanja:

1. Za šta će se ovi podaci upotrebiti?
2. Na koji način će podaci biti prikupljeni?

Ova se dva pitanja moraju uzeti u obzir pre primene bilo kog oblika prikupljanja podataka. Na primer, ukoliko postoji specifični problem sa proizvodnom linijom za kraći period vremena odgovarajući može biti neki oblik podataka sakupljen iz samog proizvodnog procesa u formi izveštaja, pri čemu se akvizicija podataka zaustavlja kada se problem sanira. Ne samo da odgovarajući oblici formi prikupljanja podataka moraju da budu dizajnirani da bi operatori sa njima lakše prikupljali podatke, već se mora uzeti u obzir na koji način će podaci biti analizirani od forme podatka do forme konačne regulišuće veličine. Na primer, ako se proizvodna linija sastoji od 15 mašina i u toku dana radi u dve smene, na ovaj način se generišu 30 kompletnih izveštaja (snimačka lista) na dan. Ako je za svaki od njih potrebno 10 minuta da se unese u PC, potrebno je minimalno 5 sati za unos podataka svaki dan.

Iz tih razloga mnogi MRPII i ERP sistemi koriste visok nivo elektronske akvizicije podatke iz proizvodnog procesa koji daju trenutnu informaciju o statusu proizvodnje, lokacije mašina, nivoa zaliha i gotovo svaki podatak koji se može naći u proizvodnom postrojenju. Ovo omogućava dobijanje širokog opsega informacije ali isti principi i dalje stoje – svi sakupljeni podaci moraju imati jasnu i specifičnu svrhu, bez obzira da li se koriste momentalno ili kasnije. U nekim slučajevima mašine mogu imati ugrađenu elektroniku za sakupljanje podataka koja može biti u sprezi sa centralnim računarom za akviziciju potrebnih podataka.

Bez obzira da li se koriste papirni izveštaji ili elektronski sistemi, mora se uspostaviti jednostavnost sakupljanja podataka sa visokom tačnošću. Pri akviziciji podataka je neophodno imati i usaglašenost jedinica mere u okviru samog sistema, na taj način se izbegava da sami operateri vrše konverziju čime se izbegava mogućost unosa greške u sistem.

POGLAVLJE 2.0. SAVREMENI POSLOVNO-PROIZVODNI SISTEMI I INTERAKCIJA SA OKOLINOM

Proizvodnja predstavlja svrhishodnu delatost u kojoj se određeni skup materijalnih elemenata i raznih vidova energije transformiše u određena materijalna dobra (takođe i nematerijalna, usluge-šire posmatrano) a koje zadovoljavaju određene iskazane potrebe.

Proizvodnja u bilo kojoj kompaniji ima na raspolaganju različite resurse. Priroda i ograničenja ovih resursa se određuje strategijskim planiranjem.

Svakodnevno odvijanje proizvodnje se oslanja na (PP&C). Osnovna svrha (PP&C) je da obezbedi efikasni tok proizvodnje i da su konačni proizvodi u svakom pogledu izrađeni prema potrebama tržišta.

Proizvodnja mora organizovati svoje resurse tako da su oni dostupni:

1. U odgovarajućoj količini
2. U odgovarajućem vremenu
3. Na odgovarajućem nivou kvaliteta

Da bi ostvarili navedene ciljeve operateri moraju uzeti u obzir dva elementa:

Prvi element su resursi dostupni operateru kao što su: radna snaga, mašine, materijal, itd.

Drugi element su opšti i specifični zahtevi stvarnih i potencijalnih kupaca, PP&C obezbeđuje sisteme, procedure i odluke za spajanje navedena dva elementa i na taj način povezuje Ponudu i Potražnju.

Sve operacije proizvodnje zahtevaju planiranje i kontrolu, iako međusobne veze i detalji samog načina proizvodnje mogu varirati.

Neke operacije je teže planirati od drugih. Teško je planirati one operacije koje imaju visok nivo nepredvidljivosti. Neke je teže kontrolisati u odnosu na druge. Postoje principi i tehnike koje su razvijene da pomognu menadžerima proizvodnje u planiranju i kontroli proizvodnih operacija. Neke od njih, kao MRP ili MRPII i JIT su razvijene do nivoa širokog koncepta pa čak i filozofije.

Današnje konkurentsko poslovanje u mnogome zahteva (PP&C) sisteme u kompaniji i njihovo stalno unapređenje. Postoje mnogi faktori koji izazivaju potrebu za boljim i efektnijim (PP&C) sistemima, među najvažnijim su:

1. Konkurencija. Adekvatna produktivnost je važan način poboljšanja konkurentskog položaja kompanije.
2. Povećana kompleksnost proizvedenih produkata ali i tržišta koje apsorbaju ove produkte. Ove promene su postavile veće zahteve operacijama proizvodnje, koje se moraju planirati i kontrolisati efikasnije i sa većom odgovornošću. Indikatori napredka su da kompanija povećava opseg proizvodnje i ima ambicioznije tržišne planove.

Mnoge proizvodne kompanije dobijaju ili gube svoje konkurentske prednosti zasnovano na tome kako pristupaju (PP&C), odnosno:

- Kako je dizajniran (PP&C) sistem
- Kako se primenjuje
- Kako funkcioniše
- Kako se poboljšava

EFEKTIVNI PPS

Efektivni PPS su oni koji imaju efektne PP&C sisteme. Kako je već rečeno, PP&C sistem nemože biti dizajniran za efikasnu proizvodnju ukoliko u obzir nisu uzeta razmatranja proizvodnje na višem nivou.

Dobar pristup je zasnovan na pregledu i ispitivanju da li PP&C sistem odgovara Biznis planu kompanije. PP&C sistem mora omogućiti proizvodnim operacijama da ispune ciljeve postavljene u okviru Biznis Plana u celini i tržišnim planovima u velikom delu. Iz tih razloga prodajna predviđanja moraju biti u vezi sa PP&C sistemom.

Moderni i efektni pristupi PP&C-u povećali su zahteve za višim nivoom znanja i profesionalizma u polju proizvodnje poslovnog sistema. PP&C se ne može sprovoditi kao kancelarijska funkcija već mora biti pravilno postavljen profesionalni odsek, podržan pravilno obučanim personalom koji je opremljen odgovarajućim softverskim sistemima.

STADIJUMI U USPOSTAVLJANJU EFIKASNIH PP&C SISTEMA U OKVIRU PPS-A

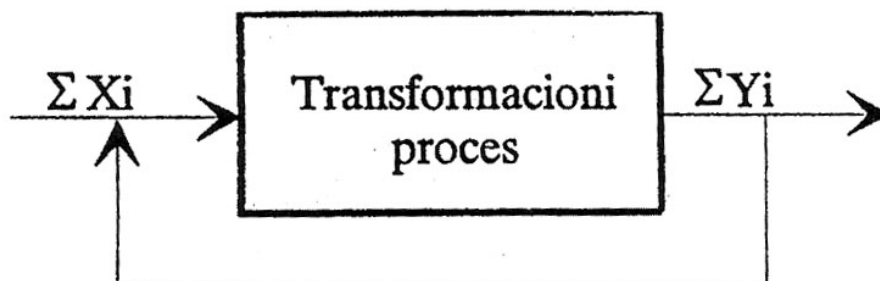
1. Razmatranje svih proizvodnih operacija u vezi sa Biznis(poslovnim) planom. U razmatranje se mora uzeti da li je uspostavljena prava ravnoteža međusobno kontradiktornih zahteva kao što su:
 - Proizvodnja prema narudžbini naspram Proizvodnja prema zalihama
 - Proizvodne linije fokusirane na proizvod nasuprot Fleksibilne proizvodne linije zasnovane na procesu
 - Čelijska proizvodnja zasnovana na kombinaciji gornja dva osnovna sistema

2. Razvoj PP&C sistema koji efektivno podržava tip Proizvodnog sistema koji je usvojen. U okviru ovog stadijuma treba razviti sistem implementacije koji:

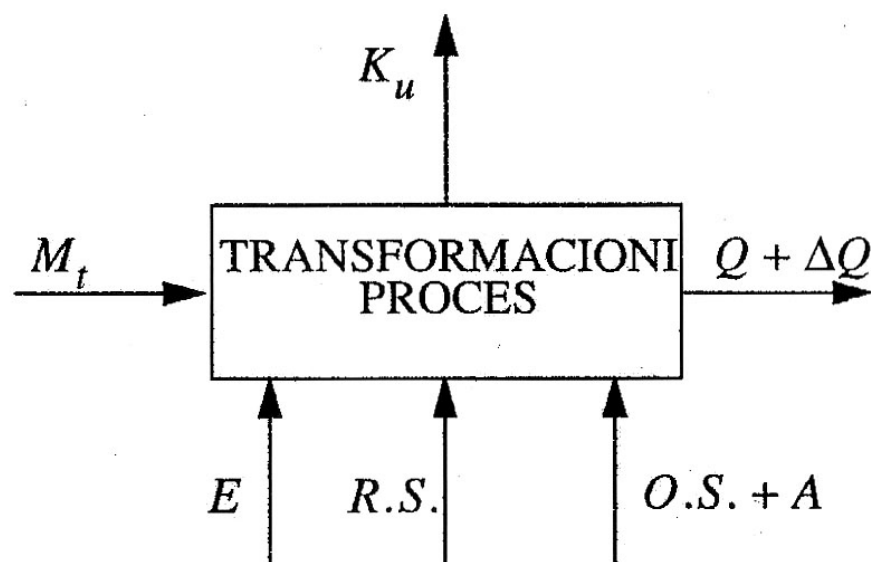
- Razvija funkciju planiranja proizvodnje koja generiše opšte planove od odeljenja za prognozu prodaje i odeljenja za marketing planiranje (Povezivanje sa odeljenjem prodaje i marketinga)
- Generiše Planiranje Procesu u okviru Odeljenja Proizvodnog Inženjerstva uspostavljanjem centara proizvodnih operacija (Radnih centara)
- Uspostavljanje glavnog plana proizvodnje na osnovu opštih planova u okviru funkcije Planiranja Proizvodnje i Kontrole.
- Uspostavljanje planiranja kapaciteta resursa (radna snaga i mašine) zasnovano na već uspostavljenim proizvodnim centrima.
- Uspostavljanje procedura za zatvaranje petlje između planiranja kapaciteta i Glavnog plana proizvodnje putem:
 - Izmena nivoa upošljenosti resursa (prekovremeni rad, zastoje, itd.)
 - Promena smena
 - Kontrola zaliha
 - Ugovaranjem poslova po ugovoru sa partnerima
 - Investiranje u dodatne kapacitete fabrika
- Povezivanje PP&C sa Kontrolom Zaliha i Nabavkom

3. Uređenje PP&C.

- Stvaranje neophodnih funkcija i resursa za rad sistema
- Formiranje programa obuke



Slika 2. Proizvodnja prikazana modelom transformacionog procesa



Slika 3. Kompleksniji prikaz transformacionog procesa

Mt-sirovina (materijal)

Q-gotov proizvod

ΔQ-otpadni materijl (škart)

E-energija

R.S.-radna snaga

O.S.-ostvarena sredstva

A-alati(standardni,
nestandardni, pomoćni
pribor)

Ku-ugrađeni proizvodni
kapacitet

Pri čemu ulazne veličine u procesu transformacije ΣX_i predstavljaju: energiju, materiju, rad i informacije, dok izlazne veličine ΣY_i predstavljaju proizvode i usluge kao osnovni motiv za organizovanje proizvodnje i egzistenciju PPS-a.

Sama proizvodnja se realizuje kroz brojne tehnološke procese. Proces proizvodnje predstavlja jedan dinamički sistem u kome postoji kretanje materijala (materijalni tokovi) i kretanje informacije (informacioni tokovi). Kod složenijih proizvodnih sistema ovi tokovi mogu biti veoma složeni, te zahtevaju određene sisteme za njihovo upravljanje.

Sistem upravljanja proizvodnjom funkcioniše po principu povratne sprege, Slika 2., na taj način što se vrši ocena kvaliteta finalnog proizvoda-Y, u kojoj meri ona zadovoljava planirane vrednosti. Ako postoji odstupanje, onda se na osnovu dobijenih informacija vrši korekcija polaznih elemenata (materijal, tehnološki proces i drugo) da bi se dobio željeni rezultat Y.

Proizvod treba stoga tretirati kao generator razvojnih i proizvodnih zbivanja, jer se u njemu prelamaju glavne linije uticaja:

- Primene naučnih dostignuća
- Tehnološka i proizvodna zbivanja
- Zadovoljavanje rastućih potreba korisnika po strukturi i po količini

Izuzetna dinamičnost inovacija postojećih proizvoda, kao i brzo kreiranje novih, potvrđuje tezu o izuzetnoj ulozi proizvoda u okviru tekuće delatnosti i razvoja poslovno-proizvodnog sistema.

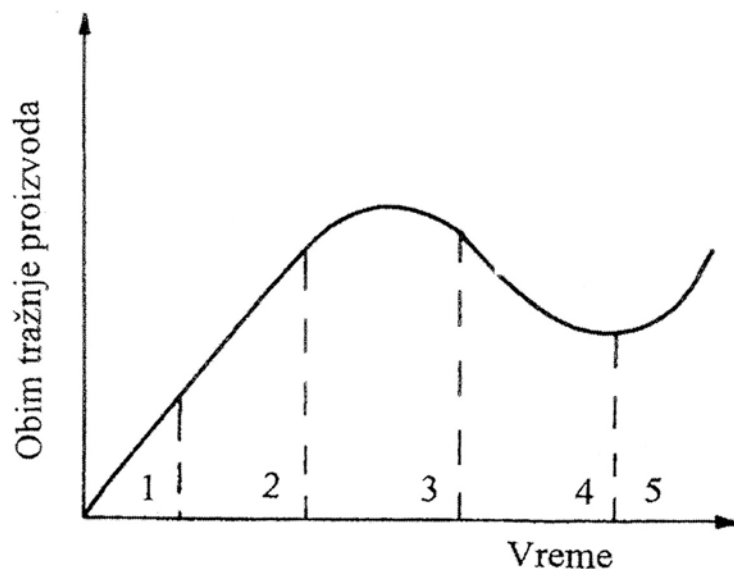
Kao pokazatelj navedenog stanovišta, karakterističan je podatak da 95% industrijskih proizvoda u SAD nisu stariji od 5 godina.

Visoka frekvencija zamene proizvoda nameće potrebu ubrzanog rešavanja brojnih problema, od kojih zavisi snižavanje troškova proizvodnje i unapređenje kvaliteta proizvoda.

Jedan od instrumenata dugoročnog planiranja razvoja preduzeća je kriva životnog ciklusa proizvoda. To je instrument koji može i treba da inicira proizvodnu preorijentaciju, a na osnovu marketing istraživanja. Konkretno ova kriva je osnov preduzeća za kontrolu prilagođenosti proizvodnog i prodajnog programa, kao i asortimana preduzeća tržištu i tražnji na njemu.

Pod životnim ciklusom proizvoda, podrazumevamo vremenski period od uvođenja proizvoda na tržište, pa sve do njegovog povlačenja iz prometa, sa stanovišta njegove realizacije, a posmatrano po fazama kretanja proizvoda na tržištu.

U životnom veku jednog proizvoda treba razlikovati sledeće faze, Slika 4: fazu «uvođenja» (1), fazu «rasta» (2), fazu «zrelosti» (3), fazu «opadanja» (4) i eventualno fazu «preporoda» (5), tj «regeneracije» proizvoda.



Slika 4. Životni ciklus proizvoda

Elementi koji utiču na životni ciklus proizvoda, vezani za potrošače se mogu definisati stavom: nabaviti što kvalitetniji proizvod odgovarajućih karakteristika, po što nižoj ceni.

Trgovačka mreža ima za cilj, da uz svoje postojeće elemente što bolje plasira proizvod.

Naglašena težnja da se zadovolje potrebe korisnika u uslovima izdiferenciranih individualizovanih zahteva, vodi ka proizvodnji odgovarajućih proizvoda koji će se u većoj ili manjoj meri međusobno razlikovati. Sa stanovišta organizacije i upravljanja proizvodnjom ova se različitost odražava na sniženje masovnosti. U takvim uslovima, proizvodnja je uslovljena sa pronalaženjem rešenja koje bi za manje količine obezbeđivala postizanje zadovoljavajućeg kvaliteta i nizak nivo troškova proizvodnje.

Svojevrsan organizaciono-tehnološki preobražaj proizvodnje u datom smeru nastaje primenom fleksibilnih proizvodnih sistema, formiranjem proizvodnih ćelija i adekvatno korišćenje kompjuterski upravljanim mašinama.

Saglasno tome, savremena organizacija i priprema proizvodnje kao odgovor na postavljene zahteve koristi sledeće mogućnosti:

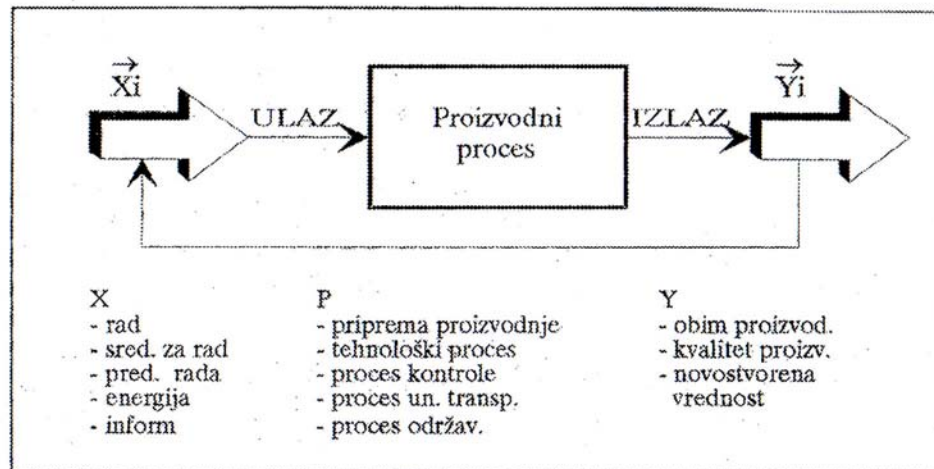
- Omasovljenje proizvodnje u slučajevima gde nema ograničenja plasmana čime se postiže ekonomski efekat sniženja troškova proizvodnje i omogućuje olakšana kontrola kvaliteta gotovih proizvoda.
- U uslovima ograničene masovnosti, korišćenje adaptivnih tehničko-tehnoloških i organizacionih rešenja (Fleksibilni Proizvodni Sistemi FPS, Kombinovani Obradni Centri CNC i dr.) kao i grupne tehnologije i posebno takozvana «fraktalna proizvodnja» i holonski sistem proizvodnje, o kojima će više biti rečeno u daljem tekstu. Na ovaj način se obezbeđuje da se i u maloserijskoj proizvodnji zadrži dostignut nivo kvaliteta i troškova proizvodnje.
- Svestrano uključenje naučno-tehnoloških saznanja na svim nivoima projektovanja i proizvodnje proizvoda sa naglašenim

efektom u odnosu na sniženje troškova i unapređenje kvaliteta proizvoda.

Taksativno nabranje prethodnih mogućnosti kao zasebnih celina ne znači da one jedna drugu isključuju. Naprotiv, moguće je njihovo kombinovanje kako bi se u datim uslovima našlo odgovarajuće rešenje.

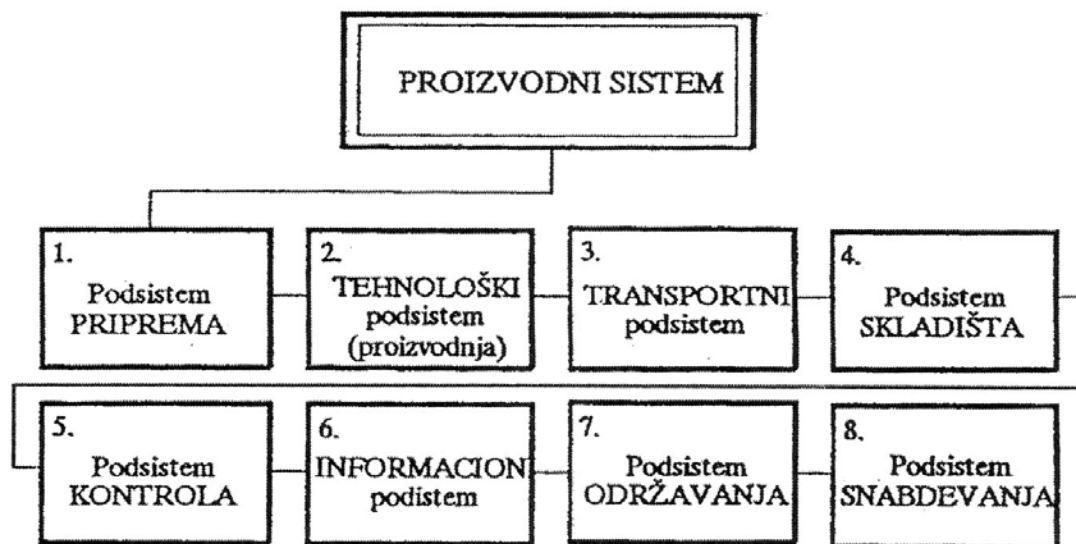
Na osnovu svega napred rečenog možemo izvesti definiciju Poslovno Proizvodnog Sistema (PPS) kao složene celine komponenti koja ima za osnovni cilj svrsishodnu transformaciju materijalnih elemenata i raznih vidova energije u određenu novoostvarenu vrednost a koje zadovoljavaju određene iskazane potrebe tržišta. Pri tome ta novoostvarena vrednost materijalnih ili nematerijalnih dobara ima odgovarajući kvalitet i ostvarena je uz odgovarajuće ukupne troškove poslovanja u okviru proizvodnog procesa.

Šematski prikaz Proizvodnog sistema dat je na slici 5.



Slika 5. Blok šema proizvodnog sistema

Ako se proizvodni sistem posmatra kao skup elemenata koji definišu sve ono što se dešava sa predmetom rada od ulaska sirovine u proizvodnju do izlaska gotovog proizvoda, onda se on može predstaviti kao skup podsistema, kao na slici 6.



Slika 6. Struktura proizvodnog sistema

Poslovno proizvodni sistem se nalazi u tržišnom okruženju te kao takav mora imati adekvatan i pravovremeni odgovor na relne promene okruženja u smislu brze transformacije u smeru tržišne konkurentnosti.

Iz tih razloga PPS mora imati unapred definisanu strategiju tržišnog nastupa. Izbor odgovarajuće organizacione strukture je prvi korak u realizaciji definisane strategije.

Definisanje organizacione strukture određenog preduzeća otpočinje analizom i definisanjem ukupnog zadatka, koji bi svojim celokupnim poslovanjem trebalo da realizuje, a zatim dekompozicijom, ukupnog zadatka na parcijalne i pojedinačne zadatke. Ovom dekompozicijom se definiše veći broj parcijalnih zadataka koje bi u PPS trebalo realizovati, i prema kome treba

struktuirati sistem, znači definisati odgovarajuće organizacione jedinice tako, da se omogući optimalna realizacija celokupnog poslovnog procesa.

Organizaciona struktura PPS-a povezuje sve ljudske i fizičke resurse u skladnu celinu (sistem), koja ima mogućnosti da funkcioniše na najbolji način. Uloge pojedinaca su pravilno određene, zadaci tačno definisani i određeni, načini obavljanja zadataka propisani, ovlašćenja i odgovornosti delegirani i sistem je sposoban da valjano funkcioniše.

Postoji veliki broj modela formiranja organizacione strukture koji su uslovljeni prema različitim kriterijumima. Svaki od ovih modela karakteriše se, između ostalog, načinom interakcije sistema u odnosu na okruženje. Savremeni pristupi predlažu sledeće tipove organizacionih struktura:

Prema funkcijama, predviđa grupisanje aktivnosti i definisanje organizacionih jedinica prema pojedinim funkcijama. Funkcije se najčešće definišu prema osnovnim specijalizovanim oblastima poslovanja. Osnovne prednosti funkcionalne organizacione strukture su u tome što su kadrovi grupisani na osnovu specijalnosti i uvek raspoloživi za korišćenje. Ovakva organizacija nije osetljiva na odsustvo pojedinaca. Osnovni nedostaci funkcionalne organizacije su vezani za sukob interesa pojedinih funkcija i preduzeća u celini, kao i za stvaranje menadžera koji su usko specijalizovani za određenu funkciju i nemaju osećaj za preduzeće kao celinu.

Prema proizvodima, predviđa da se organizacione jedinice formiraju za svaku vrstu proizvoda. Ovakva organizaciona struktura se najčešće formira kod velikih organizacija koje u svom asortimanu imaju nekoliko proizvoda. Za svaki proizvod formira se posebna organizaciona jedinica koja obuhvata sve funkcije potrebne za proizvodnju određenog proizvoda. Prednost ovakve organizacione strukture je mogućnost specijalizovane proizvodnje, takođe ovakva

organizacija omogućava diverzifikaciju proizvodnje i brzo uvođenje tehnoloških promena. Osnovni nedostatak je što se dupliraju organizacione jedinice i kadrovi, što je posebno nepovoljno kod malih preduzeća.

Prema procesima, predviđa da se organizacione jedinice definišu za svaku vrstu procesa ili za svaku fazu rada koja postoji u preduzeću. U ovim organizacionim jedinicama grupisani su svi potrebni specijalisti za realizaciju osnovnog procesa. Prednost ovakvog načina organizovanja je u tome što se grupišu specijalisti za jedan proces ili fazu rada i što su oni usmereni na realizaciju ovog procesa. Nedostaci se ogledaju u postojanju potrebe za većom koordinacijom celokupnog posla, da problemi u jednom procesu ne bi izazvali probleme u celokupnom poslu.

Prema teritoriji, podrazumeva da se organizacione jedinice formiraju prema geografskim područjima koja opslužuju. Ovaj način formiranja organizacione strukture je veoma pogodan za velike firme koje se prostiru široko na nacionalnom ili internacionalnom planu. Problemi mogu nastati kod troškova transporta, kao i kod potrebe za velikim brojem kadrova i menadžera za svako geografsko područje.

Diviziona organizaciona struktura predstavlja kombinaciju organizacionih struktura geografskog, proizvodnog i funkcionalnog principa. Ovde organizacionu strukturu čine divizije koje su formirane na proizvodnom i/ili geografskom principu. Divizije se mogu formirati i na funkcionalnom principu, ali glavna uprava kompanije zadržava neke ključne funkcije (planiranje, finansije i kadrovi).

Projektna organizaciona struktura, u okviru koje se stvara posebna, najčešće privremena organizaciona jedinica, projektni tim, čiji je zadatak da realizuje određeni poduhvat ili projekat. Projektni tim ima sve organizacione delove potrebne za rad na projektu, i

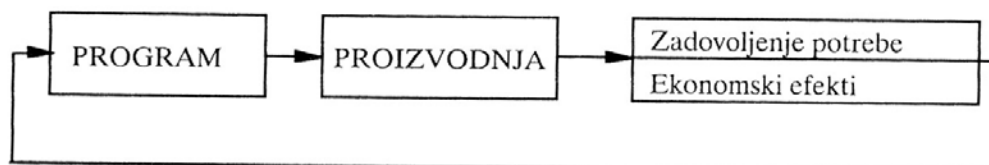
može biti funkcionalno organizovan. Prednost ovakve organizacione strukture je u tome što je ona direktno usmerena na realizaciju projekta i omogućava efikasniju realizaciju projekata i upravljanje projektom, a nedostaci su, pre svega, dupliranje kadrovskih resursa i problemi sa kadrovima nakon završetka projekta i raspuštanja projektnog tima.

Matrična organizaciona struktura predstavlja kombinaciju funkcionalne i projektne organizacije. Ideja je da se iskoriste prednosti a smanje nedostaci projektne i funkcionalne organizacije. Ovakvu strukturu koriste ona preduzeća koja imaju na raspolaganju nekoliko projekta koje treba realizovati istovremeno, a nemaju dovoljno kadrova da organizuju čisto projektnu organizacionu strukturu. Prednosti ovakve organizacione strukture su što omogućava efikasno upravljanje velikim brojem projekata i efikasno korišćenje resursa. Nedostaci su vezani za složenije komunikacije, izveštavanje o realizaciji projekta, kao i za mogućnosti pojave konflikta između rukovodioca projekta i funkcionalnih rukovodioca u vezi alokacije resursa.

U realizaciji usvojene strategije koja vodi preduzeće u budućnost i novo kvalitetnije stanje sa boljom konkurentskom pozicijom, potrebno je najpre analizirati postojeću organizacionu strukturu i utvrditi da li ona omogućuje realizaciju projektovane strategije. Pri tome postojeća organizaciona struktura može biti adekvatna realizaciji nove strategije. Može biti potrebno da pretrpi male korekcije da bi omogućila uspešnu realizaciju predložene strategije. Moguće je da postojeća organizaciona struktura ne omogućava realizaciju predložene strategije, već je potrebna sasvim nova organizaciona struktura. U poslednjem slučaju radi se o reinžinjeringu koji podrazumeva korenitu promenu svega postojećeg u preduzeću.

POGLAVLJE 3. PROIZVODNI PROGRAM

U industrijskom poslovnom sistemu proizvodni program se definiše vrstom i količinom pojedinih proizvoda. Kako je već ranije naglašeno, proizvod se javlja u funkciji «generatora» poslovnih tokova, koji su usmereni ka ostvarenju proizvodnje, da bi se podmirile odgovarajuće potrebe potrošnje i postigli ekonomski efekti koji bi obezbedili permanentnost cikličnog poslovnog procesa u sistemu po shemi:



Slika 7. Blok dijagram sprege Proizvodnje i Proizvodnog programa

Obzirom da proizvodni program obuhvata više različitih proizvoda, u proučavanje i praćenje generišuće linije proizvoda neophodno je uključiti brojne interakcije koje nastaju između pojedinih proizvoda kroz sve faze, jer se u ovoj sferi nalaze značajne mogućnosti za razne vidove racionalizacije.

Opšti ciljevi poslovnog sistema orijentišu njegovu sveukupnu delatnost. Na osnovu opštih ciljeva poslovnog sistema razrađuje se odgovarajuća strategija i taktika. Programska orijentacija jedan je od ključnih elemenata u nastojanjima poslovnog sistema ka ostvarenju ciljeva. Programska orijentacija sintetizuje veoma složen skup činilaca i interakcija. Tokom vremena programska orijentacija je podložna dodatnim uticajima, koji proističu iz promenljivog karaktera pojedinih uticajnih činilaca i uslova u kojima se ostvaruje. U procesu nastanka proizvodnog programa razlikuju se tri nivoa:

1. Predviđanje budućih zbivanja relevantnih za programsku orijentaciju sa detriminisanjem ključnih elemenata ka kojima treba usmeriti delatnost poslovnog sistema.
2. Izrada proizvodnog programa na bazi elemenata predviđanja sa ciljem da se konkretizuju odgovarajući elementi u vremenu i prostoru.
3. Kratkoročno planiranje proizvodnog programa u skladu sa postavkama dugoročnog plana i realno sagledanih mogućnosti u cilju definisanja neposrednog proizvodnog programa kao podloge za akciju, odnosno, operativno delovanje.

Zavisno od opštih i specifičnih uslova u kojima se ostvaruje poslovanje, postoje relativne razlike u pogledu egzaktnosti primenjivanih metoda i tehnika predviđanja, odnosno planiranja. To ima dalje posledice i u pogledu vremenskog horizonta, dugoročnog, odnosno srednjoročnog planiranja koje se razlikuje od slučaja do slučaja. Dugoročni planovi imaju sadržaje na bazi predviđanja, pored onih koji su posledica primena metoda i tehnike planiranja.

Projektovanje programske orijentacije sažima i prelama u sebi sve stvarne i prividne protivurečnosti savremenog poslovanja, a koje se pretežno odnose na:

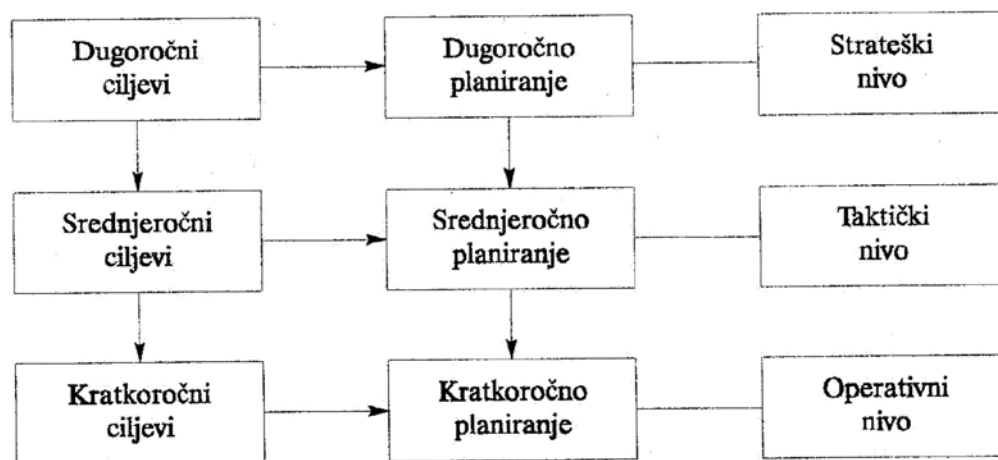
- veoma visoko izraženu neizvesnost budućih zbivanja zbog intenzivne promene uslova,
- neophodnost dugotrajnih priprema radi ostvarenja kompleksnih zadataka.

Sa porastom složenosti problematike u vezi sa optimizacijom programske orijentacije, razvijaju se metode i tehnike čija se osnovna karakteristika sastoji u stvaranju uslova za uspešno, više ili manje, rešavanje rastućih problema.

Dugoročna programska orijentacija, predstavlja u izvesnom smislu interpretaciju dugoročne razvojne koncepcije preduzeća, a što je u neposrednijoj sprezi sa stratejskim ciljevima.

Proizvodni program srednjeročno i kratkoročno, predstavlja dalju razradu u smislu konkretizacije stratejskog koncepta razvoja poslovnog sistema. Realizacija srednjeročnih i kratkoročnih proizvodnih programa povratno utiče na koncepte dugoročnih programa. Veoma je značajno istaći razliku u pogledu prirode i ponašanja pojedinih elemenata (resursi, potrebe tržišta) koji se koriste na pojedinim nivoima predviđanja, odnosno planiranja.

Putem planiranja (dugoročnog, srednjeročnog i kratkoročnog) postiže se prevođenje PPS-a iz trenutno u novo željeno stanje. Na slici 8., data je šema sprege ciljeva, planiranja i nivoa PPS-a.



Slika 8. Sprega ciljeva, planiranja i dostignutog nivoa PPS-a

Za sve kategorije proizvodnih programa, zajednici su kao najznačajniji elementi u vezi resursa, prvenstveno proizvodni kapaciteti, zatim potrebe korisnika, do kojih se dolazi proučavanjem tržišta.

Uz sliku 8: Elementi sastava operativnog menadžmenta

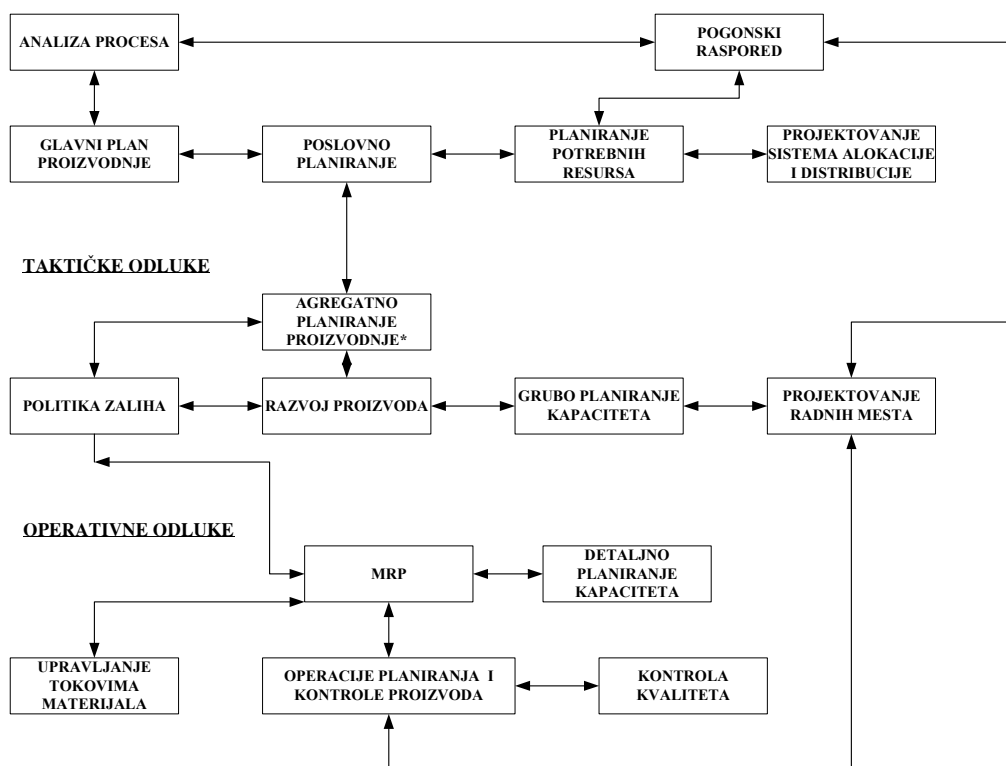
Efikasno upravljanje poslovnom operativom obično pretpostavlja postojanje koncepcije sistematizacije. Jedan od pristupa sistematizaciji upravljanja poslovnom operativom je prema vremenskim rokovima odlučivanja:

- Strateške odluke-uskladiti razvoj operativnog sistema s poslovnom koncepcijom preduzeća.
- Taktičke odluke-organizovati efikasnu politiku sprovođenja specifičnih aktivnosti planiranja, proizvodnje, planiranje proizvodnje, planiranje skladišta i transporta, prilagođavanje i održavanje opreme, upravljanje kvalitetom, projektovanje radnih mesta i zaštita na radu.
- Operativne odluke-tekuće upravljanje i adaptaciono prilagođavanje.

Osnovne odluke u operativnom menadžmentu

Odluke	strateške	taktičke	operativne
Resursi	Kakvi su resursi potrebni?	Kako bi resursi trebali biti alocirani u organizaciji?	Kako se resursi mogu efikasno iskoristiti?
Tehnologija	Koje bi tehnologije trebalo razviti u budućnosti?	Koje bi od raspoloživih tehnologija trebalo koristiti?	Kako se tehnologija može produktivno koristiti?
Upravljanje	Kakav organizacioni okvir bi trebalo razviti?	Kako mogu menadžeri najbolje reagovati na promjenjivu okolinu?	Koji je najbolji način sprovođenja i kontrole planova?

STRATEŠKE ODLUKE



Slika 8a. Strateške, taktičke i operativne odluke

* Agregatni plan: plan resursa koji se temelji na količinama koje se, rukovodeći se potražnjom, nameravaju proizvesti u određenom vremenskom periodu (godina, tromesečje).

3.1. POTREBE TRŽIŠTA

Razvoj industrijske proizvodnje kroz povećanje raznovrsnosti proizvoda kao i odgovarajućih količina, tekao je u skladu sa razvojem potreba ljudi. Između proizvodnje i potrošnje, odnosno korišćenja proizvoda saglasno uslovima, uspostavljeni su «kanali» kako bi se oživotvorila osnovna svrha proizvodnje: zadovoljenje potrebe korisnika. Tržište sa svojim aktivnostima i zakonima se istorijski javlja kao instrument odnosa između proizvođača i potrošača. Nastalo u ranijim društveno-ekonomskim formacijama u znatno primitivnijem izdanju, doživljava kulminaciju u kapitalističkom društveno-ekonomskom sistemu.

U uslovima egzistencije tržišta paralelno sa sistemom društvenog planiranja privrede, poslovni sistem se u fazi projektovanja proizvodnog programa nalazi permanentno suočen sa zadacima:

- Obezbeđenja potrebnih količina reproduktionog materijala i drugih sredstava za proizvodnju,
- Obezbeđenja plasmana gotovih proizvoda

To znači da PPS kontaktira sa tržištem i u ulozi kupca ali i u ulozi ponuđača svojih proizvoda.

Sa umnožavanjem proizvođačkih kapaciteta raste ponuda, koja na određenim delovima tržišta prevazilazi po obimu potražnju, pa se razvija konkurencija. U takvim uslovima plasman postaje težišna preokupacija u poslovnim sistemima, utoliko više naglašena ukoliko su teškoće sa plasmanom veće.

Sadržaj rada kao i primenjene metode i tehnike u radu funkcije plasmana polarizuju se u smislu:

- Prodaje robe kao operativne aktivnosti u okviru finalizacije poslovno-proizvodnog ciklusa,

- Proučavanja mogućih potreba korisnika kao budućih kupaca proizvoda.

Posebno treba pomenuti prisutan koncept marketinga u industrijski najrazvijenijim zemljama koji karakteriše stvaranje potreba na sistematski način sa u tu svrhu razvijenim metodama.

U kontekstu uspostavljanja i razvoja potrošačkog društva u ulozi veoma aktivne komponente javlja se koncept marketinga.

Prema izvorima Američkog udruženja za marketing definicije ovog koncepta su:

- Kao operativna aktivnost: «Marketing je obavljanje poslovnih aktivnosti koje usmeravaju tokove proizvoda i usluga od proizvođača ka potrošačima ili korisnicima»
- Kao aktivnost u smislu proučavanja potreba potrošača: »marketing je sistematsko sakupljanje, registrovanje i analiza podataka u vezi sa plasmanom proizvoda i usluga».

Iz aspekta projektovanja proizvodnog programa poseban naglasak je potrebno staviti na proučavanje potreba korisnika, koje obuhvata:

- Proučavanje svojstava proizvoda
- Proučavanje potreba i kupovne moći potrošača
- Proučavanje distributivne mreže

Proučavanje svojstva proizvoda

Svaki proizvod poseduje izvesna svojstva, koja uslovljavaju njegov povoljniji ili manje povoljan plasman. Kroz upoređenje svojstva različitih proizvoda namenjenih istoj svrsi može se doći do elemenata koji su presudni za plasman pojedinih proizvoda. Bilo da su posredi tehničke karakteristike, oblik, boja, cena itd., ovakvi

zaključci mogu biti veoma instruktivni za proizvođača, jer to mu omogućava usredsređivanje snaga na rešavanje svih problema koji stoje na putu uspešnijeg plasmana proizvoda. Kroz ovakva proučavanja tehničke i druge zainteresovane službe dolaze do veoma dragocenih elemenata za dalji rad na usavršavanju proizvoda. Ovakav sistematski rad obezbeđuje privlačenje novih potrošača, a time se obezbeđuje poslovni uspeh preduzeća.

Proučavanje potreba potrošača

Cilj je ovih proučavanja je da se ustanovi:

- koliko potrošača kupuje konkurentske proizvode;
- koliko ima potrošača koji bi mogli kupovati proizvode, a ne kupuju i zašto,
- mogućnost pridobijanja novih potrošača pomoću snižavanja cene, poboljšanja proizvoda i sl.

Prikupljanje potrebnih podataka za proučavanje ove vrste je veoma složen problem. Ali korišćenjem raznih statističkih izveštaja, anketa i direktnim kontaktiranjem, može se prikupiti potrebna dokumentacija. Razne forme obaveštenja, direktno i indirektno, omogućavaju pružanje pomoći potrošačima u njihovom opredeljenju, kultivisanju ukusa i usmeravanju interesa.

Proučavanje distributivne mreže

Neposredni akt prodaje ostvaruje se:

- direktno preko sopstvene trgovačke mreže;
- preko trgovačkih kuća;
- preko posrednika.

Od formi kontaktiranja sa potrošačima mnogo zavisi i mogućnost proučavanja njihovih želja i potreba. Pored neophodnosti osluškivanja njihovih želja i predloga, za uspešno vršenje prodaje, osvajanje tržišta, od posebnog je značaja delovanje na potencijalne i sadašnje kupce preko sredstava ekonomske propagande. Savremena sredstva komuniciranja pružaju u tom

smislu izvanredne mogućnosti. Međutim, veoma je važno celishodno korišćenje tih sredstava bez preterivanja ma koje vrste ili zloupotrebe.

U svrhe proučavanja potreba korisnika, koriste se sledeće metode i tehnike:

- statističke metode proučavanja proteklih zbivanja,
- metode anketiranja,
- metode intervjuisanja,
- metode snimanja i posmatranja,
- metode uzorkovanja.

Korišćenjem matematičke statistike i metoda operacionih istraživanja značajno se podiže kvalitet dobijenih rezultata u pogledu određivanja mogućih potreba korisnika. Ugrađivanjem pouzdanih elemenata o potrebama korisnika u projekciju proizvodnog programa dobija se kvalitetnija orijentacija poslovnog sistema.

3.2. PROIZVODNI KAPACITETI

Značajan element proizvodnih mogućnosti u industrijskoj proizvodnji predstavlja kapacitet proizvodne opreme. Složen karakter proizvodnih procesa u savremenim uslovima pretpostavlja raznovrsno kombinovanje pojedinačnih uređaja i mašina. U datim uslovima međusobnih kvalitativnih i kvantitativnih odnosa kao sintetizovan efekat dobija se proizvodni kapacitet.

Adekvatan pristup problematici proizvodnih kapaciteta uslovljava odvajanje projektovanog kapaciteta od stvarno iskorišćenog.

Sa metodološkog stanovišta ima dosta problema prilikom izračunavanja mogućeg projektovanog kapaciteta pojedinačno za mašinu i još više u slučaju izračunavanja za fabriku kao celinu. Posebno se ističe značaj adekvatnog određivanja projektovanog

kapaciteta, jer isti služi kao osnova za utvrđivanje iskorišćenosti kapaciteta. Prilikom određivanja ostvarenog kapaciteta nailazi se na niz poteškoća. Obimnost i složenost ove problematike zahteva mnogo više mesta, pa će se u nastavku pažnja usredsrediti na najbitnije.

U cilju sistematizacije kategorije kapaciteta proizvodne opreme prihvata se sledeće razvrstavanje:

- projektovani kapacitet shodno tehničkim karakteristikama - **tehnički kapacitet**,
- projektovani kapacitet shodno eksploatacionim i organizacionim uslovima - **eksploatacioni kapacitet**,
- **ostvareni kapacitet**.

Složena priroda uzajamnih odnosa mašina i uređaja u skupini koja predstavlja proizvodni kapacitet fabrike uslovljava razlikovanje kapaciteta mašine od kapaciteta fabrike prilikom određivanja odgovarajuće kategorije kapaciteta.

3.2.1 Kapacitet mašine

Kapacitet mašine je njena radna sposobnost da u okviru određenog vremenskog perioda (uobičajeno godinu dana) izvrši izvestan broj određenih operacija. Za adekvatno utvrđivanje kapaciteta jedne mašine bitan je uslov poznavanja njenih tehničkih i eksploatacionih karakteristika. Tehničke karakteristike mašine determinišu mogućnost upotrebe date mašine za obavljanje određenih poslova - operacija. Eksploatacijske karakteristike mašine odnose se na režim korišćenja, rukovanja, održavanja, što u celini određuje radnu sposobnost mašine kroz mogućnost obavljanja određenog broja operacija u okviru jednog vremenskog intervala.

Racionalno korišćenje jedne mašine sa stanovišta njenih tehničkih karakteristika predstavlja posebno složen problem. Rad

svake mašine je optimalan, ukoliko konkretni zadatak - operacija, sa svojim zahtevima pada u raspon definisanih tehničkih karakteristika u pogledu dimenzija radnog prostora, broja obrtaja, dubina rezanja, odnosno utroška energije, kod struga npr.

Karakteristike mašina sa izuzetkom specijalizovanih, dopuštaju obavljanje različitih operacija, što onemogućava izražavanje kapaciteta preko broja izvršenih istovrsnih operacija. Stoga se u takvim slučajevima kao jedinica za izražavanje kapaciteta usvaja vremenska jedinica - mašinski čas: MČ.

Tehnički kapacitet mašine

U okviru projektovanog kapaciteta u skladu sa tehničkim karakteristikama uočavaju se dve osnovne kategorije:

- idealni tehnički kapacitet - C_{mi} koji karakterise kontinuirani rad mašine:

$$C_{mi} = 365 \cdot 24 \quad [\text{MČ/god}]$$

- realni tehnički kapacitet - C_{mt} pod kojim se podrazumeva fond MČ u kome je mašina u stanju da proizvodi. To, drugim recima, znači kalendarski fond časova umanjen za onaj broj časova koji je neopohodan za osposobljavanje mašine za normalan rad, proizvodnju.

Znači:

$$C_{mt} = 365 \cdot 24 - t \quad [\text{MČ/god}]$$

t - projektovan ukupan broj časova godišnje za održavanje normalne radne sposobnosti.

Eksploatacioni kapacitet mašine

Prilikom određivanja projektovanog eksploatacionog kapaciteta mašine ugrađene su određene pretpostavke u pogledu projektovanih uslova eksploatacije mašina. Saglasno uobičajenim uslovima eksploatacije u prerađivačkim granama industrije kod nas u proračun projektovanog eksploatacionog kapaciteta mašine - C_{me} se ulazi sa sledećim pretpostavkama u pogledu projektovanog smanjenja realnog tehničkog kapaciteta, i to:

- projektovan broj radnih smena,
- projektovan broj neradnih dana (praznici, nedelje, subote i sl.),
- projektovani obavezni prekidi (polučasovni odmor u toku dana i sl.) i dr.

Pored navedenih, na veličinu ove kategorije kapaciteta mašine utiče proizvodni program, utoliko što u skladu sa tehnološkom strukturom zastupljenih proizvoda (po vrsti i obimu) u odnosu na uočenu proizvodnju određena projektovana potreba izražena u MČ. Vrsta proizvoda u isto vreme znači i određen % prihvaćenog škarta prilikom obavljanja odgovarajuće operacije na odnosnoj mašini, što je od značaja kada se C_{me} želi iskazati u naturalnim jedinicama.

Upoređujući navedene uticajne činioce valja konstatovati da uticaj proizvodnog programa shodno tome i % škarta ima izrazito promenljiv karakter. Ostali činioци isto tako su podložni promenama ali te promene nisu u toj meri frekventne.

Eksploatacioni kapacitet mašine, za slučaj rada u tri smene, računa se putem obrasca:

$$C_{me} = C_{mt} - N \bullet 24 - P \bullet 24 - R \bullet 1,5 \text{ [MČ/god]}$$

Prvo je potrebno odrediti R- broj radnih dana godišnje:

$$R = 365 - N - P - t_1/24$$

Gde su: N – broj neradnih dana (subote, nedelje, remont i sl.), P- broj prazničnih dana, R-broj radnih dana (koeficijent od 1,5 h, predstavlja tri pauze od po 0,5 h u toku dana, za svaku smenu po jedna). t_1 -vreme potrebno za održavanje tehničke ispravnosti mašine.

Ostvareni kapacitet mašine

$$C_{ms} = C_{me} - ?$$

Stvarni uslovi rada mašine se više ili manje razlikuju od projektovanih. Stoga se ostvareni kapacitet mašine C_{ms} razlikuje od C_{me} i to uglavnom iz sledećih razloga:

- pretpostavke na kojima je zasnovan projektovani eksploatacioni kapacitet se ne ostvaruju;
- deluju i drugi nepredviđeni uticajni činioci, pretežno stohastičkog karaktera.
- ? – razlozi stohastičke prirode.

Stepen iskorišćenja proizvodnog kapaciteta mašine

U skladu sa prikazanim kategorijama proizvodnih kapaciteta mašine mogu se izračunati sledeći stepeni iskorišćenja proizvodnog kapaciteta mašina:

$$\eta_{mt} = \frac{C_{me}}{C_{mt}} \cdot 100\%$$

$$\eta_{me} = \frac{C_{ms}}{C_{me}} \cdot 100\%$$

Za realnije sagledavanje iskorišćenja raspoloživog kapaciteta mašine u datim uslovima prikladniji je η_{me} . S druge strane η_{mt} može da posluži za utvrđivanje stepena uticaja projektovanih uslova

eksploatacije, objektivno ili subjektivno uslovljenih, na iskorišćenje projektovanog tehničkog kapaciteta.

3.2.2 Kapacitet fabrike

Tehnički kapacitet fabrike

U skladu sa interpretacijom projektovanog tehničkog kapaciteta mašine može se za fabriku kao skup od n proizvodnih mašina i uređaja dati sledeći izraz za izračunavanje projektovanog tehničkog kapaciteta fabrike, i to za:

- a) idealni tehnički kapacitet fabrike:

$$C_{fi} = \sum C_{mi} \quad [\text{MČ/god}]$$

- b) realni tehnički kapacitet fabrike:

$$C_{ft} = \sum_{j=1}^n C_{mt,j} \quad [\text{MČ/god}]$$

Esploatacioni kapacitet fabrike

Postupkom proračunavanja projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike treba obuhvatiti, po analogiji, sve uticajne okolnosti prisutne prilikom izračunavanja odgovarajuće kategorije kapaciteta mašine. Međutim, prilikom interpretacije projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike treba uzeti u obzir činjenicu da se pod ovim kapacitetom fabrike ne može smatrati suma odgovarajućih kapaciteta mašina. Osnovni razlog za ovu tvrdnju leži u okolnosti da ova kategorija kapaciteta

fabrike uključuje u sebe uticaje tehnološke strukture proizvoda - kvalitativno i kvantitativno.

Aдекватna interpretacija projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike iziskuje klasifikaciju svih mašina u jednorodne grupe - komponentne kapacitete. Glavni kriterijum za razvrstavanje pojedinih mašina u odgovarajuću grupu, komponentni kapacitet, je utvrđivanje mogućnosti uzajamne zamenljivosti po osnovu tehničko-eksploatacionih karakteristika za obavljanje odgovarajućih operacija. Ovo je naročito značajno za uslove diskontinuirane tehnologije proizvodnje.

Prema tome, projektovani eksploatacioni kapacitet fabrike (za uslove više proizvoda i diskontinuirane tehnologije proizvodnje) interpretira se kao skup od m komponentnih kapaciteta – C_{ke} . Veličina pojedinačnog komponentnog kapaciteta dobija se posredstvom izraza:

$$C_{ke} = \sum_{j=1}^n C_{me_j} \text{ [MČ/god]}$$

$$C_{fe} = \sum_{j=1}^n C_{ke_j} \text{ [MČ/god]}$$

U izvesnim slučajevima kada fabrika u programu ima jedan proizvod, ili se na prikladan način mogu različiti proizvodi preračunati na jedinstven etalon-proizvod na primer, onda se projektovani eksploatacioni kapacitet fabrike može izraziti brojem odgovarajućih jedinica proizvoda (na pr. komada, metara, tona itd.).

Međutim, bez obzira na koji način se interpretira C_{fe} ne može se zanemariti istaknuta činjenica u vezi postojanja strukture komponentnih kapaciteta.

Ovi se kapaciteti ne mogu posmatrati izolovano, jer u toku eksploatacije se obrazuju različite kombinacije da bi se ostvario dati proizvodni zadatak. Pri tome, uzajamni odnosi i međuzavisnosti komponentnih kapaciteta više ili manje se uzajamno ograničavaju.

Ako se uzme u obzir objektivno uslovljena promena proizvodnog programa po količini i asortimanu proizvoda iz perioda u period, onda raste verovatnoća varijacije stepena uskladenosti komponentnih kapaciteta.

Prilikom projektovanja izgradnje novih ili rekonstrukcije postojećih proizvodnih kapaciteta, treba nastojati da se ostvari optimalni sklad komponentnih kapaciteta. Međutim, dinamika izmene proizvodnih programa uslovljava, ranije ili kasnije, nastanak nesklada komponentnih kapaciteta.

Neuskladenost komponentnih kapaciteta uslovljava pojavu "uskih grla". Pod "uskim grlom" podrazumeva se potpuno iskorišćen u datim uslovima eksploatacije proizvodni kapacitet (mašine, odnosno grupa mašina kao tehnološki zaokružene skupine ili komponentni kapacitet).

"Usko grlo" može biti:

- grupa proizvodnih kapaciteta - mašina
- pojedinačni kapacitet - mašina (kao specijalni slučaj)

"Uska grla" mogu nastati usled:

- neusklađenosti proizvodnog programa sa strukturom i veličinom proizvodnih kapaciteta,
- niskog nivoa organizacije proizvodnih procesa,
- lošeg održavanja radnih sposobnosti osnovnih sredstava.

S obzirom na činjenicu da postojanje "uskog grla" objektivno ograničava mogućnosti korišćenja ostalih zavisnih kapaciteta, nužno je preduzeti odgovarajuće mere u cilju otklanjanja uočenog uskog grla.

Prema prirodi mera koje treba preduzeti razlikuju se uska grla koja se otklanjaju:

- novim investicijama uz nabavku dopunske opreme
- organizaciono-tehničkim merama.

Nesumnjivo da u svakom konkretnom slučaju treba svestrano ispitati mogućnosti otklanjanja uskog grla preduzimanjem organizaciono-tehničkih mera. Osnovna je prednost ovih mera što su zahtevi za investicijama nikakvi ili bez većeg značaja. Ukoliko problem treba rešiti kroz investicije, onda je bitno proučiti dugoročnost i stabilnost takve potrebe, kako bi nameravana investicija bila opravdana.

Ostvareni kapacitet fabrike

U skladu sa interpretacijom projektovanog eksploatacionog kapaciteta fabrike, na odgovarajući način, smanjenjem ili proračunom dobiće se:

C_{fs} - ostvareni kapacitet fabrike u MČ ili u naturalnim jedinicama

C_{ksi} - ostvareni komponentni kapacitet fabrike u MČ (a u specijalnim slučajevima moguće ga je izraziti i u naturalnim jedinicama).

Stepen iskorišćenja proizvodnog kapaciteta fabrike

S obzirom na postignuto ujednačavanje jedinica za izražavanje pojedinih kategorija projektovanih i ostvarenih kapaciteta u nastavku će biti dati odgovarajući stepeni iskorišćenja proizvodnih kapaciteta fabrike odnosno komponentnih kapaciteta.

Iskorišćenje tehničkog kapaciteta fabrike:

$$\eta_{ft} = \frac{C_{fe}}{C_{ft}} \cdot 100$$

zatim, iskorišćenje eksploatacionog kapaciteta fabrike:

$$\eta_{fe} = \frac{C_{fs}}{C_{fe}} \cdot 100$$

odnosno, iskorišćenje komponentnih kapaciteta fabrike računa se na osnovu:

$$\eta_{ke} = \frac{C_{ksi}}{C_{ke}} \cdot 100$$

η_{fi} - prikazuje koliko projektovani uslovi eksploatacije uslovljavaju nekorišćenje tehničkog kapaciteta, što na svojevrsan način ukazuje na moguće rezerve.

η_{fe} i η_{ke} - pokazuju koliko se stvarno koriste projektovani eksploatacioni kapaciteti fabrike, odnosno pojedinog komponentnog kapaciteta, te kao takvi predstavljaju i najznačajniji pokazatelj korišćenja, uz pretpostavku da su projektovani uslovi eksploatacije dovoljno realno zasnovani.

3.3 METODE I TEHNIKE UTVRĐIVANJA KORIŠĆENJA PROIZVODNIH KAPACITETA

U oblasti proizvodnih kapaciteta u prerađivačkim granama industrije, utvrđivanje rezultata korišćenja nailazi na brojne probleme. Razvijen je izvestan broj metoda i tehnika koje omogućavaju da se utvrdi stanje korišćenja kako pojedinačnih tako i ukupnih kapaciteta. Između postojećih metoda i tehnika biće izvršen izbor onih koje daju zadovoljavajuće rezultate.

Sa stanovišta pristupa problemu korišćenja kapaciteta treba uočiti razliku među postupcima tako što će se diferencirati metode i tehnike, koje:

- a) koriste proračunatu veličinu projektovanog eksploatacionog kapaciteta za sve postojeće mašine u pogonu;
- b) daju stepen iskorišćenja kapaciteta u procentima (čime se implicitno sa 100% označava projektovani eksploatacioni kapacitet) na osnovu statističkog praćenja procesa proizvodnje.

3.3.1 Metoda snimanja korišćenja kapaciteta

Ova metoda spada u grupu a) Zasniva se na sistematskom registrovanju:

- rada
- i nerada (sa eventualnim razvrstavanjem po uzrocima za svaku mašinu pojedinačno ili grupno).

S obzirom na prirodu fenomena koje treba registrovati, koji karakteriše masovnost, dislociranost objekata i stohastičnost, postavlja se pitanje kvalitetnog postupka za registrovanje, naročito kod većih pogona.

Postoje sledeće mogućnosti:

- pogonska evidencija u okviru klasičnog informacionog sistema, uspostavlja se "negativan" podsistem registrovanja, tj. evidentiraju se prekidi -zastoji u radu mašina, po uzrocima, da bi se sumirali po dva osnova:
 - vremenskom (npr. za mesečni period),
 - prostornom (za različito definisane grupe mašina, kao npr. komponentni kapacitet, ili proizvodno odeljenje, odnosno fabrika kao celina), (prirodno je da se ova dva osnova kombinuju, čime se dobijaju reprezentativni rezultati o korišćenju kapaciteta)
 - registrirajući instrumenti kojima se automatski preuzimaju podaci o radu odnosno neradu mašina, kao što su centralograf i kientzle,
 - terminalski uređaji u koje se unose neposredno podaci o radu odnosno neradu mašina, od kojih se obrazuju datoteke, koje se u skladu sa programom obrade koriste za dobijanje rezultata o korišćenju i uzrocima nekorišćenja mašina pojedinačno i skupno.
- Korišćenje elektronskih računarskih sistema u ove svrhe bez sumnje ima prednost i ovom rešenju pripada budućnost.

3.3.2 Metoda trenutnih zapažanja

Ova metoda spada u grupu b) Njome se dobijaju podaci o stepenu korišćenja kapaciteta, kako pojedinačno tako i grupno, u okviru posmatranog vremenskog perioda, koji se usvaja u skladu sa

potrebama. Iskaz je dat u % i može obuhvatiti do 10 različitih stanja aktivnosti i neaktivnosti skupno.

S obzirom na stohastičku prirodu pojava u vezi sa radom odnosno neradom mašina, može se reći da metoda trenutnih zapažanja poseduje određene prednosti u odnosu na klasičnu evidenciju.

U nastavku će biti dat prikaz metode trenutnih zapažanja u obliku i sadržaju dovoljnim za praktičnu primenu.

U savremenoj industrijskoj proizvodnji, naročito u domenu organizacije, prisutne su brojne pojave i zbivanja slučajnog ili stohastičkog karaktera. Efikasno proučavanje takvih pojava i zbivanja moguće je ukoliko se koriste odgovarajuće metode i postupci. U novije vreme, veoma je raširena primena metoda trenutnih zapažanja (u inostranstvu poznate pod nazivom Work sampling, Ratio delay, Methode des observations instantanees).

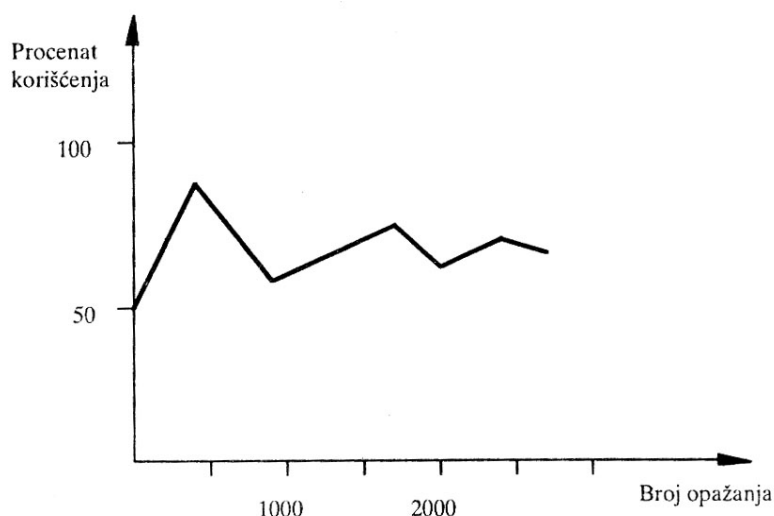
L. N. C. Tippett prvi put primenjuje ovu metodu u tekstilnoj industriji 1934. godine. Od tada na ovamo uz izvesne modifikacije i upotpunjavanje primena, Metoda trenutnih zapažanja stalno se širi i postaje svestranija.

Osnovna karakteristika metode trenutnih zapažanja sastoji se u tome što se predstava o nekoj pojavi dobija na osnovu trenutnih opažanja, koja se vrše u slučajno odabranim momentima. Na primer: posmatra se rad jedne mašine. U okviru ukupnog broja posmatranja od 1.000 puta, koliko je izvršeno u periodu od nekoliko meseci, konstatovano je:

- mašina radi 600 puta,
- mašina ne radi (iz različitih razloga) 400 puta.

Zaključak koji se može izvesti je sledeći: u toku posmatranog perioda mašina je korišćena sa 60% ($\frac{600}{1000} \cdot 100 = 60\%$), dok 40% predstavljaju razni zastoji.

Kao što se iz opisa primenjenog postupka može zaključiti, snimanje uočene pojave nije bilo kontinuirano, već povremeno, u slučajno odabranim trenucima, a u okviru nekog relativno kratkog vremenskog perioda. Izveden eksperiment u proizvodnji sa pojavama rada i nerada mašine, koje su kao što je poznato pod uticajem velikog broja činilaca, s toga neizvesna, pa su prema tome slučajnog karaktera, sličan je slučaju npr. sa bacanjem novčića. Za određeni broj bacanja dobili bismo neki odnos između dobijenih rezultata za "glavu" odnosno "pismo". Dobro je poznato da bilo jedan ili drugi ishod nije izvestan, već predstavlja slučajnu pojavu. Prema tome, analogija između dva posmatrana slučaja je očigledna, uz napomenu da se i u jednom i u drugom slučaju radi o uzorku, dakle ograničenom broju opažanja u proizvodnji, odnosno bacanja novčića. Ako se broj bacanja novčića dovoljno uveća, odnos ishoda "glava" i "pismo" težiće da bude u odnosu 50% prema 50%, tj. 0,5 prema 0,5, pod uslovom da novčić nije ni na koji način deformisan. Na sličan način, ako se uvećava broj opažanja pomenute mašine, kao što je na Slici 9., prikazano, pokazaće se da odnos "radi" - "ne radi" teži ka jednoj vrednosti (na slici to je 70% : 30% za oko 3.000 opažanja).



Slika 9. Odnos ishoda slučajnog događaja (rad – nerad mašine) zavisno od broja opažanja pojave

Osnovanost korišćenja ovako dobijenih rezultata počiva na verovatnoći, odnosno Zakonu velikih brojeva. Ukoliko je veći broj izvršenih zapažanja, veći uzorak, veća je verovatnoća da dobijeni rezultat odgovara stvarnom stanju posmatrane pojave, u ovom slučaju da mašina "radi" u datim proizvodnim uslovima, što predstavlja osnovni skup u odnosu na izdvojeni uzorak.

Iz rečenog proizilazi da se povećanjem ili smanjenjem broja opažanja, veličine uzorka, može smanjivati odnosno povećavati odstupanje rezultata dobijenog trenutnim opažanjima u odnosu na stvarno stanje posmatrane pojave. Koristeći se pomenutim teorijama i zakonitostima, formulisan je obrazac za izračunavanje broja opažanja koji glasi:

$$n = \frac{k^2 \cdot (1-p)}{r^2 \cdot p}$$

gde je:

n - ukupan broj potrebnih opažanja;

k - broj koji reprezentuje stepen verovatnoće;

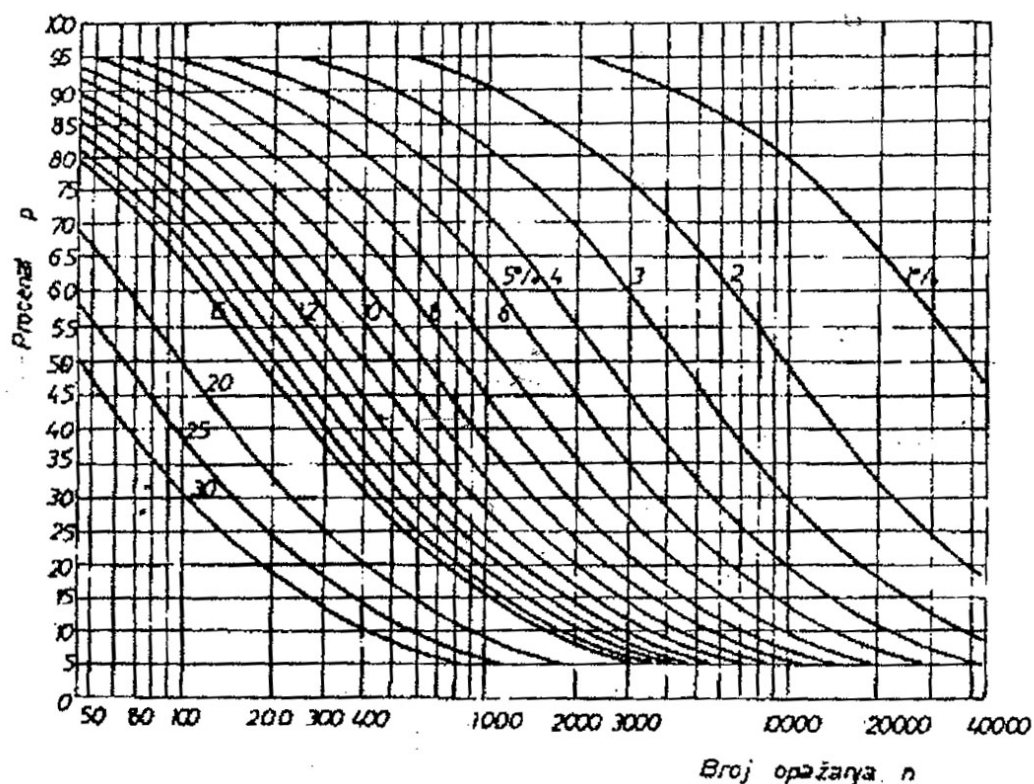
- p - procentualno izražena pojava koja se istražuje;
r - predstavlja granice očekivanog odstupanja dobijenog rezultata, ili grešku sa kojom treba računati.

Za pojavu čija je distribucija normalna, što se uglavnom može pretpostaviti da je slučaj u proizvodnji, mada se ova pretpostavka može i proveriti u cilju izbegavanja grešaka, veličina k će biti:

- 1 ukoliko se usvoji da je verovatnoća posmatrane pojave 68%;
- 2 ukoliko se usvoji da je verovatnoća posmatrane pojave 95%;
- 3 ukoliko se usvoji da je verovatnoća posmatrane pojave 99,7%.

Na dijagramu, Slika 10, date su krive veličine posmatrane pojave - p u % u zavisnosti od broj opažanja n za različite veličine greske r. Pri tome je usvojena verovatnoća od 95% pa je za formiranje ovog dijagrama korišćen sledeći obrazac:

$$n = \frac{4(1-p)^5}{r^2 \cdot p}$$



Slika 10. Dijagram za određivanje potrebnog broja snimanja

Za praktično korišćenje dijagrama, odnosno gornje formule, neophodno je:

- usvojiti željenu - dopustivu grešku u pogledu rezultata koji će se dobiti snimanjem,
- preliminarnim ograničenim brojem snimanja odrediti polaznu veličinu za p .

Pretpostavljene početne vrednosti za r i p se u nastavku optimiziraju postupkom postupnog približavanja (iteracijom).

Metoda trenutnih zapazanja (MTZ) može se primeniti u sledeće svrhe:

- utvrđivanje procentualne zastupljenosti pojedinih oblika aktivnosti, odnosno zastoja u radu radnika u okviru ukupnog radnog vremena;
- utvrđivanje stepena korišćenja mašina;
- utvrđivanje procentualne zastupljenosti odmora, vremena utrošenog za fiziološke potrebe i drugih prekida u radu radnika.

Na osnovu snimanjem prikupljenih i obračunatih podataka i rezultata, isti se mogu koristiti za:

- programiranje mera za bolje korišćenje proizvodnih kapaciteta;
- preduzimanje mera za bolje i racionalnije korišćenje fonda radnog vremena zaposlenih u proizvodnji i van proizvodnje;
- adekvatno određivanje pripremno-završnih, pomoćnih i dopunskih komponentnih vremena u okviru izračunavanja normalnog vremena izrade.

Postupak primene MTZ ima četiri faze:

- pripremu snimanja,
- snimanje,
- sređivanje snimljenih podataka sa izračunavanjem rezultata,
- proučavanje dobijenih rezultata sa izradom izveštaja.

U okviru *pripreme snimanja*, a na osnovu definisanog zadatka, neophodno je uraditi sledeće:

- Odrediti aktivnosti koje će biti podvrgnute snimanju sa detaljnom obradom svojstava i obeležja što treba da omogući jednostavnu, brzu i tačnu identifikaciju od strane snimača na licu mesta. Broj aktivnosti treba ograničiti u skladu sa mogućnostima snimača i potrebama obuhvatanja bitnih karakteristika u vezi definisanog zadatka.

- Izvršiti izbor objekata - radnih mesta koje treba obuhvatiti snimanjem. Broj i struktura izabranih objekata

snimanja moraju biti reprezentativni u odnosu na postavljeni zadatak, a raspored pogodan za obilazak u što kracem vremenu.

- Napraviti vremenski program snimanja na osnovu izračunatog broja snimanja za određeno p i usvojeno r , kao što je ranije objašnjeno, a koji mora sadržati:

- definisan početak i prognozirani kraj snimanja (period snimanja mora biti dovoljno dug da se otklone periodične, sezonske sistematske pojave);
- detaljno razrađen program snimanja po danima.

Vreme obilaska objekata u cilju snimanja mora biti slučajno, u kom cilju je najpogodnije koristiti tablicu slučajnih brojeva (Tabela 1) ili neki od softverskih generatora slučajnih brojeva, odnosno u tu svrhu se može koristiti odgovarajući program za automatsku obradu, koji za date uslove (vreme trajanja obilaska i eventualna druga ograničenja) vrši izbor termina za obilaske i štampa program obilaska u toku dana, po danima ili satima prema potrebama.

- Pripremiti potreban kadar snimača i uvežbati ih kroz nekoliko probnih snimanja u cilju dobijanja što kvalitetnijih izvornih podataka.
- Obezbediti potpunu informisanost izvršioca i neposrednih rukovodioca o svrsi i načinu izvođenja snimanja, te ostvariti klimu pune saradnje svih zainteresovanih.
- Pripremiti potrebnu dokumentaciju za obavljanje snimanja:
 - Snimački list (Slika 11)
 - Zbirni obračunski list (Slika 12)

Tabela 1. Kombinacije slučajnih brojeva

03 47 43 73 86	36 96 47 36 61	46 98 63 71 62	33 26 16 80 45	60 11 14 10 95
97 74 24 67 62	42 81 14 57 20	45 53 32 37 32	27 07 36 07 51	24 51 79 89 73
16 76 62 27 66	56 50 26 71 07	32 90 79 78 53	13 55 38 58 59	88 97 54 14 10
12 56 85 99 26	96 96 68 27 31	05 03 72 93 15	57 12 10 14 21	88 26 49 81 76
55 59 56 35 64	38 54 82 46 22	31 62 43 09 90	06 18 44 32 53	23 83 01 30 30
16 22 77 94 39	49 54 43 54 82	17 37 93 23 78	87 35 20 96 43	84 26 34 91 64
84 42 17 53 31	57 24 55 06 88	77 04 74 47 67	21 76 33 50 25	83 92 12 06 76
63 01 63 78 59	16 95 55 67 19	98 10 50 71 75	12 86 73 58 07	44 39 52 38 79
33 21 12 34 29	78 64 56 07 02	52 42 07 44 38	15 51 00 13 42	99 66 02 79 54
57 60 86 32 44	09 47 27 96 54	49 17 46 09 62	90 52 84 77 27	08 02 73 43 28
18 18 07 92 46	44 17 16 58 09	79 83 86 19 62	06 76 50 03 10	55 23 64 05 05
26 62 38 97 75	84 16 07 44 99	83 11 46 32 24	20 14 85 88 45	10 93 72 88 71
23 42 40 64 74	82 97 77 77 81	07 45 32 14 08	32 98 94 07 72	93 85 79 10 75
52 36 28 19 95	40 92 26 11 97	00 56 76 31 38	80 22 02 53 53	86 40 42 04 53
37 85 94 35 12	83 39 50 08 30	42 34 07 96 88	54 42 06 87 98	35 85 29 48 39
70 29 17 12 13	40 33 20 38 26	13 89 51 03 74	17 76 37 13 04	07 74 21 19 30
56 62 18 37 35	96 83 50 87 75	97 12 25 93 47	70 33 24 03 54	97 77 46 44 80
99 49 52 22 77	88 42 95 45 72	16 64 36 16 00	04 43 18 66 79	94 77 24 21 90
16 08 15 04 72	33 27 14 34 09	45 59 34 68 49	12 72 07 34 45	99 27 72 95 14
31 16 93 32 43	50 27 89 87 19	20 15 37 00 49	52 85 66 60 40	38 68 88 11 80
68 34 30 13 70	55 74 30 77 40	44 22 78 84 26	04 33 46 09 52	68 07 97 06 57
74 57 25 65 76	59 29 97 68 60	71 91 38 67 54	13 58 18 24 76	15 54 55 95 52
27 42 37 86 53	48 55 90 65 72	96 57 69 36 10	96 46 92 42 45	97 60 49 04 91
00 39 68 29 61	66 37 32 20 30	77 84 57 03 29	10 45 65 04 26	11 04 96 67 24
29 94 98 94 24	68 49 69 10 82	53 75 91 93 30	34 25 20 57 27	40 48 73 51 92
16 90 82 66 59	83 62 64 11 12	67 19 00 71 74	60 47 21 29 68	02 02 37 03 31
11 27 94 75 06	06 09 19 74 66	02 94 37 34 02	76 70 90 30 86	38 45 94 30 38
35 24 10 16 20	33 32 51 26 38	79 78 45 04 91	16 92 53 56 46	02 75 50 95 98
38 23 16 86 38	42 38 97 01 50	87 75 66 81 41	40 01 74 91 62	48 51 84 08 32
31 96 25 91 47	96 44 33 49 13	34 86 82 53 91	00 52 43 48 85	27 55 26 89 62
66 67 40 67 14	64 05 71 95 86	11 05 65 09 68	76 83 20 37 90	57 16 00 11 66
14 90 84 45 11	75 73 88 05 90	52 27 41 14 86	22 98 12 22 08	07 52 74 95 80
68 05 51 18 00	33 96 02 75 19	07 60 62 93 55	59 33 82 43 90	49 37 38 44 59
20 46 78 73 90	97 51 40 14 02	04 02 33 31 08	39 54 16 49 36	47 95 93 13 30
64 19 58 97 79	15 06 15 93 20	01 90 10 75 06	40 78 78 89 62	02 67 74 17 33
05 26 93 70 60	22 35 85 15 13	92 03 51 59 77	59 56 78 06 83	52 91 05 70 74
07 97 10 88 23	09 98 42 99 64	61 71 62 99 15	06 51 29 16 93	58 05 77 09 51
68 71 86 85 85	54 87 66 47 54	73 32 08 11 12	44 95 92 63 16	29 56 24 29 48
26 99 61 65 53	58 37 78 80 70	42 10 50 67 42	32 17 55 85 74	94 44 67 16 94
14 65 52 68 75	87 59 36 22 41	26 78 63 06 55	13 08 27 01 50	15 29 39 39 43
17 53 77 58 71	71 41 61 50 72	12 41 94 96 26	44 95 27 36 99	02 96 74 30 83
90 26 59 21 19	23 52 23 33 12	96 93 02 18 39	07 02 18 36 07	25 99 32 70 23
41 23 52 55 99	31 04 49 69 96	10 47 48 45 88	14 41 43 89 20	97 17 14 49 17
60 20 50 81 69	31 99 73 68 68	35 81 33 03 76	24 30 12 48 60	18 99 10 72 34
91 25 38 05 90	94 58 28 41 36	45 37 59 03 09	90 35 57 29 12	82 62 54 65 60
34 50 47 74 37	98 80 33 00 91	09 77 93 19 82	74 94 80 04 04	45 07 31 66 49
85 22 04 39 43	73 81 53 94 79	33 62 46 86 28	08 31 54 46 31	53 94 13 38 47
09 79 13 77 48	73 82 97 22 21	05 03 27 24 83	72 89 44 05 60	35 80 35 94 88
88 75 80 18 14	22 95 75 42 49	39 32 82 22 49	02 48 07 70 37	16 04 61 67 87
90 96 23 70 00	39 00 03 06 90	55 85 78 38 36	94 37 30 69 32	90 89 99 76 33

SNIMAČKI LIST br. _____ Datum _____																															
R.b.	VREME	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10		
		+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x			
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
n																															
Ukupno:																															
U %																															
SVEGA snimanje																															
		+ radi									- ne radi									x u pripremi											

Slika 11. Izgled praznog snimačkog lista

ZBIRNI OBRAZAC REZULTATA SNIMANJA										Snimano od _____ do _____																		
R.b.	Datum snimanja	Ukupan broj opažanja	RADNO MESTO																									
			1			2			3			4			5			6										
			+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x	+	-	x								
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
Ukupno:																												
U %																												
Svega opažanja _____ od toga																				+	_____	u	_____	%				
																				-	_____	u	_____	%				
																				x	_____	u	_____	%				

Slika 12. Izgled praznog zbirnog obrazca

Navedeni obrasci mogu se dobiti korišćenjem odgovarajućeg programa za automatsku obradu podataka.

Drugu fazu - snimanje - treba sprovesti u svemu kako je pripremljeno, pri čemu je veoma značajno ostvariti savestan odnos snimača u obavljanju snimanja, kako u poštovanju izrađenog programa snimanja tako isto u pogledu tačnog obeležavanja konstatovanog stanja na licu mesta.

U sledecoj, *trecoj fazi*, treba sistematski srediti snimljene podatke i izračunati ukupne veličine snimanih obeležja, sa određivanjem veličine greške za dati broj snimanja. U skladu sa dobijenim rezultatima može proizaći iniciranje za produžavanjem programa snimanja kako bi se postigla zadovoljavajuća veličina greške, odnosno tačnosti.

Uz odgovarajuću kompjutersku podršku sređivanje i obrada prikupljenih podataka može se dobiti automatski, što se odnosi i na štampanje, izveštaja o obavljenom snimanju koji se može prilagođavati po strukturi unetih podataka za odgovarajuće korisnike.

U *završnoj fazi* radi se izveštaj, koji treba da sadrži:

- a) opis zadatka,
- b) protokol snimanja,
- c) tabelarni i grafički prikaz dobijenih rezultata,
- d) ocenu uslova u kojima je izvršeno snimanje i pouzdanosti dobijenih rezultata,
- e) primedbe i predloge za unapređenje daljeg rada na snimanju.

Prednosti MTZ su:

1. Mnoge aktivnosti i operacije suviše je skupo snimati kontinualno.
2. Jedan snimač može sa uspehom da snimi veći broj radnih mesta.

3. Iziskuje znatno manje rada, a troškovi su znatno manji u odnosu na troškove kad se sprovodi kontinuirano snimanje.
4. Period posmatranja se može prema potrebi dovoljno produžiti, kako bi se izbegao uticaj periodičnih i sezonskih varijacija.
5. Manji su izgledi za dobijanje netačnih podataka, jer su posmatrači oslobođeni dugotrajnog neprekidnog posmatranja koje izaziva dosadu. Osim toga, radnici nemaju tegoban osećaj da su izloženi neprekidnom posmatranju - kontroli, pa se normalnije odnose prema radu.
6. Ne koriste se nikakvi instrumenti a za snimače nisu potrebni posebni stručnjaci, već kadar sa neznatnom obukom.
7. Primenjuje se sa unapred utvrđenim stepenom pouzdanosti u pogledu dobijenih rezultata.
8. Deo najmasovnije obrade podataka se obavlja uz kompjutersku podršku.

Slabosti MTZ su:

1. Neekonomična je za primenu na samo jedno radno mesto ili pri znatnoj dislokaciji.
2. Ne daje detaljne informacije, kao što je to moguće sa kontinuiranim snimanjem.
3. Teže je razumljiva za proizvodno osoblje.

U celini posmatrana, ova metoda predstavlja veoma uspelo rešenje i omogućava pribavljanje dragocenih podataka o korišćenju kapaciteta, strukturi radnog vremena i sl.

POGLAVLJE 4. RAZVOJ I PROUČAVANJE PROIZVODA

U okviru poslovnog sistema, dugoročni i kratkoročni proizvodni programi definišu radne zadatke. Usvojena struktura asortimana proizvoda i odgovarajuće količine u najvećoj meri predodređuju zadatke pojedinih organizacionih jedinica u okviru realizacije prihvaćenih programa.

Svojstva proizvoda bliže određuju obim i vrstu poslova i operacije koje treba obaviti da bi se sa uspehom obavljali predviđeni zadaci. Shodno tome, svaki proizvod predstavlja generišući element poslovnog procesa.

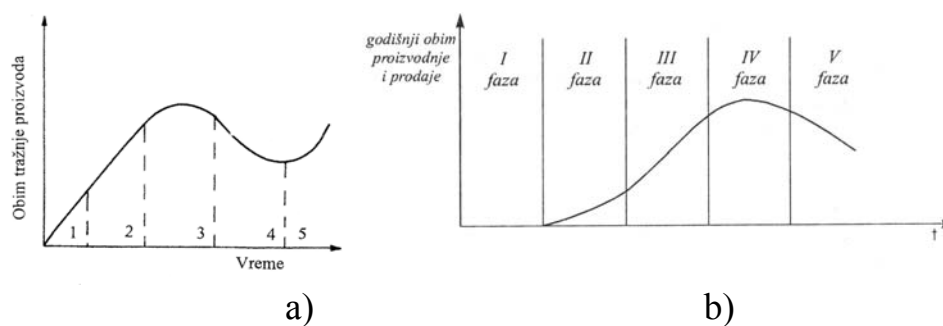
Kvalitet proizvoda predstavlja nivo uspeha sinteze:

- potreba korisnika
- poslovnih potencijala
- tehničko-tehnoloških i proizvodnih mogućnosti.

Dinamičan karakter navedenih determinanti tokom vremena, kao i prisutna uzajamna uslovljenost, uzrokuju izuzetno složen proces u kome se proizvod proizvodi, inovira, prodaje i odumire. U okviru poslovnog sistema normalno postoje više proizvoda u različitim fazama svoga "života", čime se i inače složen karakter zbivanja usložnjava. Traganje za optimalnim rešenjima postaje posebno komplikovan problem. Između brojnih mogućih puteva, opredeljenje je da u okviru poslovnog sistema treba usredsrediti snage na proučavanje proizvoda kao generišućeg elementa poslovno-proizvodnog procesa kao celine, vodeći pri tom računa o interakcijama koje proizilaze iz paralelnog postojanja drugih proizvoda. S obzirom da proizvod prolazi kroz različite faze od ideje do odumiranja, pa shodno tome i odgovarajuće sadržaje, što se podvodi pod "životni vek" proizvoda, u nastavku će biti izložena

karakteristična problematika u tom procesu.

Raščlanjavanje procesa od ideje o novom proizvodu pa do odumiranja, može biti sprovedeno sa različitim stepenom složenosti zavisno od svrhe i pokazatelja posledica koje nastaju tokom "životnog veka". Na slici 13 je dat ideogramski prikaz "životnog veka" uspešno ostvarenog proizvoda u skladu sa potrebama proučavanja proizvoda kao generatora poslovno-proizvodnog zbivanja. Na slici 13. a) je prikazana kriva životnog veka proizvoda bez učešća faze idejne razrade i razvoja novog proizvoda, dok je na slici 13.b) data kriva životnog veka proizvoda sa uključenim periodom idejne razrade i razvoja proizvoda.



Slika 13. Kriva životnog veka proizvoda u slučaju bez a) i sa b) uzetim u obzir periodom idejne razrade i razvoja novog proizvoda

U I fazi - idejna razrada i razvoj novog proizvoda - dolaze do izražaja -kreativni potencijali PPS sa osnovnim ciljem da se dođe do rešenja koje na optimalan način usaglasava potrebe korisnika i poslovne, tehničko-tehnološke i proizvodne mogućnosti datog sistema.

U II fazi - uvođenje proizvoda - razvijen proizvod se suočava sa korisnicima jer putem prodaje dospeva u eksploataciju.

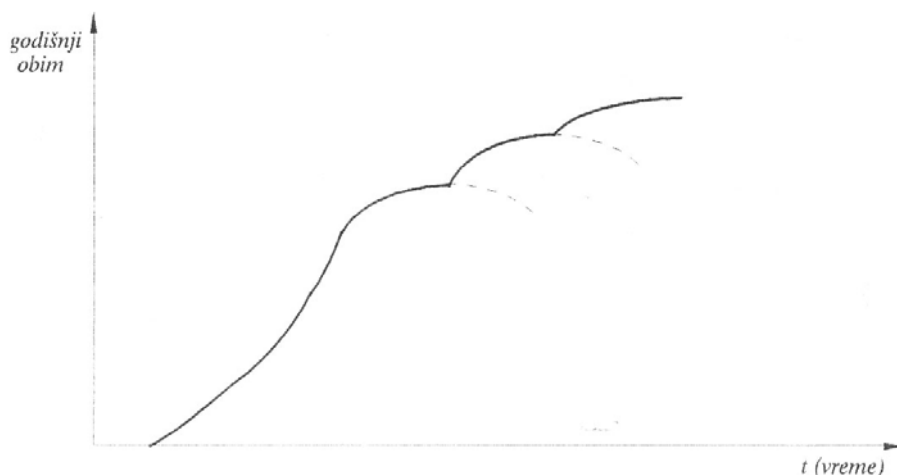
U III fazi - rast - obim proizvodnje pokazuje izraziti porast, pa posledično i prihod od prodaje čime se manifestuje prihvatanje

proizvoda od novih korisnika.

U IV fazi – zasićenje (zrelost) - dati proizvod doseže kulminaciju prihvatanja od strane korisnika bez tendencija daljeg rast.

U V fazi - odumiranje - proizvod biva postepeno potisnut pojavom novih kvalitetnijih proizvoda ili usled postupnog prestanka potreba korisnika za tom vrstom proizvoda, a što se izražava padom prihoda i, konačno, prestankom proizvodnje date varijante proizvoda.

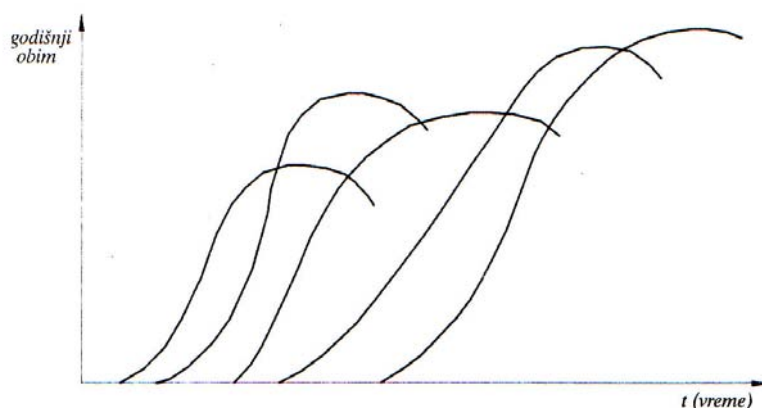
Relativno je usamljen slučaj da proizvod proživi svoj vek u početnoj varijanti. Usled simultanog dejstva spoljasnih i unutrašnjih faktora, koje brojne organizacione funkcije prate i dejstvuju, shodno ovim uticajima, dolazi do transformacije usvojenog prvobitnog rešenja, što se odražava kroz odgovarajuće inovacije. Na slici 14 dat je ideogramski prikaz "životnog veka" proizvoda sa inovacijama.



Slika 14. Životni vek proizvoda sa uključenim stadijumom inovacija

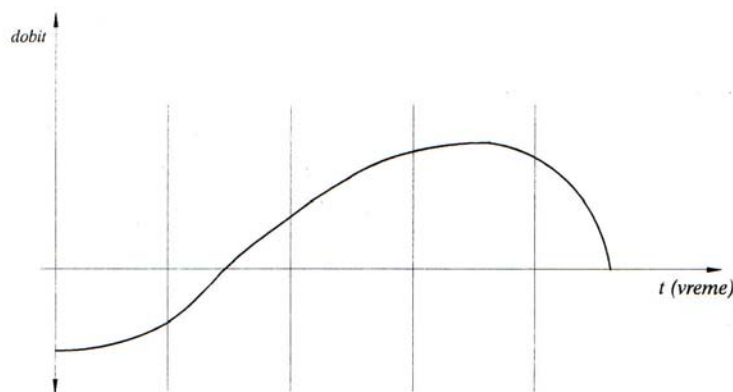
Shodno napomeni da poslovno-proizvodni sistem proizvodi više proizvoda, nužno je osvetliti interakciju koja proizilazi iz fazne pomenosti između krivih koje reprezentuju različite proizvode, što je dato na slici 15. Sinhronizacija prikazanih dinamičkih promena,

koje se odražavaju na prihode poslovnog sistema, iziskuje razradu poslovne strategije koja bi na optimalan način pokrenula i održavala odgovarajuće aktivnosti. Pored strategije, veoma je značajno organizovati rad brojnih funkcija, grupa i pojedinaca kako bi se ostvarili očekivani efekti poslovne strategije.



Slika 15. Krive životnog veka više različitih proizvoda

Projektovanje poslovne strategije kao i njeno sprovođenje pod određenim je neposrednim uticajem, kao i pod povratnim dejstvom ostvarivanja dohotka odnosno dobiti poslovnog sistema. Karakter krive ostvarene dobiti u funkciji vremena tokom životnog veka prikazan je na slici 16.

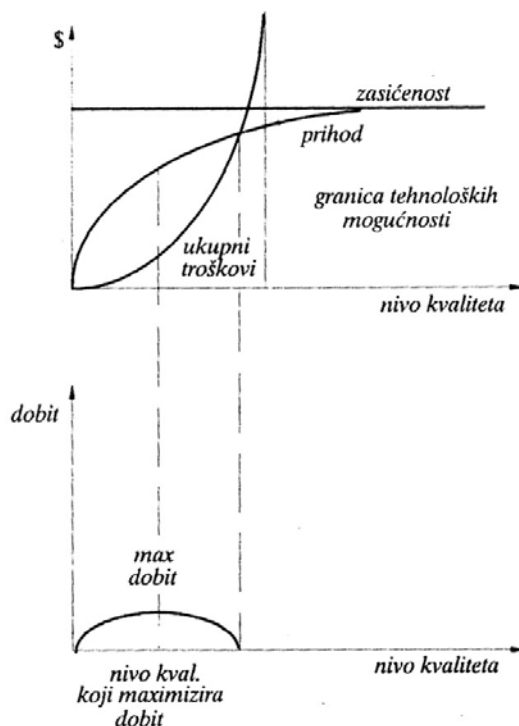


Slika 16. Ostvarena dobit PPS-a od proizvoda u toku vremena prisustva na tržištu

Veličina dobiti u sebi prelama nivo ostvarenih troškova i kvaliteta proizvoda koji su svaki za sebe zasebni pokazatelji, pored ostalog, uspešnosti funkcionisanja niza organizacionih jedinica u okviru poslovnog sistema. Kako je dobit razlika između prodajne cene i cene koštanja, o čemu će mnogo više biti rečeno u narednim poglavljima, proizilazi da za proizvod postoje tri kritične dimenzije i to:

- kvalitet,
- troškovi
- i prodajna cena.

Na slici 17 prikazana je zavisnost između prihoda, troškova i kvaliteta i posledično dobiti u funkciji kvaliteta. Očigledna je poruka iz prikazanih dijagrama zavisnosti u pogledu politike kvaliteta koju treba da vodi poslovni sistem.



Slika 17. Međuzavisnost kvaliteta, troškova i prihoda ostvarenih kod proizvoda

Naime, na osnovu dijagrama prikazanog na slici 17, očigledno je da se maksimalna dobit postiže upravo kod srednjeg nivoa kvaliteta, odnosno kod proizvodnje tzv. robe široke potreošnje. Troškovi proizvodnje ovakvog kvaliteta nisu visoki dok prodajna cena može biti formirana zavisno segmentu tržišta ovog proizvoda koji je relativno veliki. Ukoliko je proizvod jedinstven na tržištu, cena može biti veća iako kvalitet ostaje srednji. Tek pojavom konkurenata može doći do opadanja tražnje pa samim time i sniženja cene ove vrste proizvoda.

S druge strane, suviše kvalitetni proizvodi povećavaju cenu koštanja proizvodnje dok je segment tržišta ovakvih proizvoda mali. Na taj način se proizvodnjom ovakvih proizvoda ne može očekivati velika dobit čak iako ne postoji konkurencija na tržištu.

Kvalitet proizvoda je ukupnost relevantnih svojstava proizvoda u njegovoj ulozi zadovoljavanja potreba korisnika. Kompleksan sadržaj moguće je interpretirati putem rasčlanjavanja. Jedan od pristupa je diferenciranje elemenata kvaliteta na:

- funkcionalne
- i nefunkcionalne.

U funkcionalne elemente kvaliteta proizvoda spadaju:

- efikasnost primene u namenskoj oblasti saglasno eksploataciono-tehničkim performansama, odnosno podobnost za upotrebu od strane korisnika,
- pouzdanost u radu za vreme korišćenja, koja se manifestuje kroz što manji broj otkaza u eksploatacionom periodu,
- adekvatni uslovi za održavanje u toku eksploatacije (troškovi, snabdevanje rezervnim delovima, servisna služba i sl.),
- prilagođenost ergonomske kriterijumima za proizvode namenjene neposrednom korišćenju od strane čoveka,
- primerenost unapređenju očuvanja čovekove životne sredine,
- optimiziranje utroška resursa adekvatnih svojstava (sirovina i

energije) za izradu i eksploataciju proizvoda,
- eksploatacioni vek trajanja proizvoda.

U nefunkcionalne elemente kvaliteta proizvoda ubrajaju se:

- estetsko oblikovanje proizvoda i ambalaže,
- usklađenost sa tekućim kriterijumima korišćenja (tzv. moda).

Nefunkcionalni elementi kvaliteta se pretežno odnose na proizvode namenjene tzv. širokoj potrošnji, odnosno individualnom korišćenju.

Na slici 18. dat je jedan od načina prikaza komponenti kvaliteta proizvoda, koji je obzirom na široku interpretaciju pojma kvaliteta, zasnovan na podeli na kvalitet zadovoljstva i upotrební kvalitet.



Slika 18. Komponente kvaliteta proizvoda

Očigledno je da značenje i uzajamne zavisnosti kritičnih "dimenzija" proizvoda, s obzirom na generišuću ulogu proizvoda, imaju veliki uticaj i posledice u procesu kreiranja novih, odnosno poboljšanih proizvoda, njihovoj proizvodnji i plasmanu na tržište.

Uporedna analiza pojedinih elemenata kvaliteta proizvoda, te naročito postojeće prakse u pogledu usvojenih rešenja navodi na konstatovanje egzistencije nekih solucija, koje mogu biti sporne zavisno od uslova u kojima se, tehnološkim napretkom, eksploatacioni vek za pojedinačni proizvod smanjuje. Između brojnih primera koje nudi svakodnevno iskustvo za ilustraciju neka posluže sledeći primeri:

1. prve nylon čarape trajale su godinu i više dana, a sada je vek sveden na nekoliko dana.
2. prosečan vek trajanja putničkog vozila prema istraživanjima na bazi statističkih podataka iz Zapadne Nemačke je za proizvode iz 1950. godine bio 11,9 godina, da bi za vozila iz proizvodnje 1959. godine pao na 9,4 godine.

Na jednom detalju, naplatku (blatobran) za točak putničkog vozila, istraživanjima je utvrđeno da se sa povećanjem debljine lima za 0,2 mm, koje predstavlja povećanje utroška ugrađenog materijala za 10% dobija na produženju veka trajanja naplatka za 40%. Prirodno, da ovakve promene imaju i druge posledice, kao na primer, sa povećanjem težine vozila, raste potrošnja goriva tokom vožnje, kao i cena samog proizvodnog procesa zbog utrošene veće količine repromaterijala, dok pokazatelji kvaliteta koje ova izmena može doneti nisu direktno i trenutno uočljivi, već se uočavaju dugoročno, što ne može povećati prodajnu cenu proizvoda bez gubitka dela potencijalnih kupaca. Međutim očigledno je i nesumnjivo jedno, da pre donošenja odluke o sistematskom, programiranom, skraćivanju veka trajanja proizvoda, treba svestrano ispitati sve pozitivne i negativne strane takvog rešenja.

Sa stanovišta zemalja u razvoju čiji su privredni potencijali slabiji i materijalni standard stanovništva značajno zaostaje, ovo pitanje zaslužuje posebno ozbiljno proučavanje. Osnovna orijentacija u ovim zemljama treba da bude u smislu vođenja politike kvaliteta

orijentisane na proizvode sa dužim vekom trajanja uz uslov da to ne usporava tehničko-tehnološki razvoj i napredak.

Kao što je već rečeno, kvalitet se može definisati na mnogo različitih načina. S jedne strane, kvalitet proizvoda ili usluga može se posmatrati kao odsutnost defekata, poklapanje sa zahtevima ili samo kao nivo zadovoljstva kupca. S druge strane, kvalitet se može razmatrati mnogo šire kao nivo savršenstva. Ključno pitanje je da li proizvod i/ili usluga u potpunosti odgovara očekivanjima kupca, bez obzira da li je njegova primena krenula ili nije. Očekivanja kvaliteta u njegovom najširem smislu su sada veoma visoka u razvijenom svetu. *Odsustvo zvaničnih žalbi ne mora obavezno da znaci da su kupci u potpunosti zadovoljni proizvodom.*

Mnoge korporacije su shvatile da imati proces definisan sistemom kvaliteta predstavlja odličnu polaznu tačku. Nakon toga prihvatanje neke od strategija vodi do biznis savršenstva (excellence). Postoji niz različitih pristupa koji se mogu usvojiti, uključujući ISO9001:2000, QS9000, TS16949, nekoliko pristupa TQM-u, Business Excellence Model i 6Sigma. Postoji širok opseg alata koji se može primeniti za podršku ovim pristupima.

Totalni Kvalitet je koncept koji cela organizacija mora da sprovodi, i da teži unapređenju, da bi postigla zadovoljenje kupaca. Ovo uključuje upotrebu statističkih tehnika, efektivne komunikacije, kooperativnih odnosa sa snabdevačima, uključenje zaposlenih i dobre lidere.

Kod menadžmenta kvalitetom, široko korišćena definicija je da je kvalitet ukupnost karakteristika produkta ili usluge koje se zasnivaju na mogućnosti postizanja zahtevanih osobina. ISO9000:2000 definiše kvalitet kao nivo do koga postojeće karakteristike produkta dostižu zahteve (potrebe ili očekivana koja su zadata, podrazumevana ili obavezna). Kvalitet takode uzima u obzir koliki uticaj organizacija ima na stejkholdere (stakeholders), okolinu i

društvo.

Problemi kvaliteta mogu se razmatrati kao jaz(razlika) između očekivanja kupca, prema produktu ili usluzi, i stvarnih performansi u praksi. Eksperti kvaliteta su identifikovali četiri osnovne kategorije ovih razlika:

- razlika između specifikacija kupca i specifikacija snabdevača
- jaz između stvarno postignutih pokazatelja kvaliteta i osobina i karakteristika koje su predstavljene kupcu.
- jaz između koncepta proizvoda ili usluge i načina na koji ga je organizacija specifikovala
- jaz između specifikovanog kvaliteta i zaista postignutog.

Šest koraka za postizanje zahtevanog koncepta specifikacije kvaliteta su:

- definisati karakteristike kvaliteta
- odrediti kako meriti svaku od karakteristika kvaliteta
- odrediti standarde kvaliteta za svaku karakteristiku
- odrediti stvarni kvalitet nasuprot standarda
- identifikovati i otkloniti razloge lošeg kvaliteta
- kontinualno činiti unapređenja

Planiranjem kvaliteta treba obezbediti da se svaki aspekt svih procesa, koji mogu uticati na kvalitet produkta ili usluge, definiše i kontroliše da bi se smanjila odstupanja na najmanji praktični nivo. U mnogim sistemima sa masovnom proizvodnjom, kao što je automobilska ili elektronska, planiraje kvaliteta kao i kontrola procesa i monitoring su visoko razvijeni i skoncentrisani na postizanje visoko izdržljivih i postojanih procesa i na taj način smanjenja potreba za inspekciju i ispravke.

U kontekstu rečenog proizilazi da je materija proučavanja proizvoda izuzetno složena, delikatna i multidimenzionalna. Pristup

proučavanju proizvoda je moguć u okviru realnog poslovnog sistema u dve varijante:

- proučavanje novog proizvoda
- proučavanje postojećeg proizvoda u cilju inovacije.

Pri čemu «nov» proizvod može biti potpuno nov na tržištu ili samo nov za razmatrati PPS.

Ova dva aspekta se odvajaju više stoga da bi se ukazalo na veće mogućnosti koje postoje prilikom proučavanja potpuno novih proizvoda. Jer, kod postojećih proizvoda postoje ograničenja uslovljena nekim od datih rešenja. Međutim, u suštini radi se o jedinstvenom procesu produženja, koji se završava prividno sa odumiranjem nekog proizvoda. Prividnost je u tome što najčešće kompleksan zahvat u proučavanju postojećeg proizvoda, rađa ideje o kreiranju novih varijanti u odnosu na postojeći proizvod, ili potpuno novog proizvoda.

Problematicu proučavanja proizvoda treba razmotriti sa stanovišta:

- uprošćavanja
- standardizacije.

Razdvajanje ova dva aspekta ima za cilj da se omogući sistematsko obuhvatanje karakterističnih mogućnosti, ali se ne može insistirati na potpunom izolovanom tretiranju.

Uprošćavanje i standardizaciju treba široko shvatiti, do te mere da se odnosi na:

- projektovanje
- konstruisanje
- razradu tehnoloških postupaka

- specifikaciju materijala
- snabdevanje materijalom
- izradu alata
- reglažu mašina
- manipulaciju materijalom
- montažu proizvoda
- kontrolne postupke
- ambalažiranje.

4.1 UPROŠĆAVANJE PROIZVODA

Između brojnih mogućnosti koje stoje na raspolaganju za sprovođenje uprošćavanja proizvoda i njegovih delova, napor treba usredsrediti na sledeće slučajeve:

- zameniti složene sklopove ili delove sa drugim prostijim uz obezbeđenje zahtevane funkcije,
- za obavljanje iste funkcije koristiti po mogućstvu manji broj jednostavnijih delova,
- složena i komplikovana konstruktivna rešenja pojednostaviti sa stanovišta fabrikacije,
- zameniti ili izmeniti delove, koji se teško nabavljaju,
- skupe materijale smenjivati jeftinijim materijalom,
- velike i teške komade pojednostaviti,
- komade za čiju je izradu potrebno više operacija na više mašina treba pojednostaviti,
- delove i proizvode koji se proizvode u većim serijama treba uprostiti do krajnjih granica,
- uprošćavati delove pri čijoj izradi nastaje mnogo otpadaka ili škarta,
- konstrukciju delova treba prilagoditi zahtevima što je moguće jednostavnije montaže.

Za rešavanje postavljenih mogućih problema suština metodološkog

postupka sastoji se u sledećem:

- proučiti proizvod kao celinu,
- razviti proizvode na sastavne delove i svaki deo (podsklop, sklop) proučiti posebno,
- sklopiti celinu od izmenjenih delova uz proučavanje novodobivenog usavršenog proizvoda sa aspekta zadovoljenja osnovnih zahteva funkcionalnosti, kvaliteta i sl.

U cilju sistematizacije postupaka analiziranja, najprikladnije je služiti se upitnicima, koji bi sadržavali ključna pitanja. Postojanje ovakvih upitnika ne isključuje mogućnost upotpunjavanja pitanjima, koja treba da omoguće rešenje postavljenog problema u konkretnom slučaju.

Analiza proizvoda u celini

Koristiti sledeća glavna pitanja:

- može li se poboljšati simetrija proizvoda,
- mogu li se uprostiti ili odstraniti izvesna kretanja,
- postoji li mogućnost da se efikasno odstrane uočeni negativni efekti u radu (zagrevanje, vibracije, deformacije),
- mogu li se koristiti izvesna kretanja za više svrha,
- može li se uprostiti način rukovanja,
- mogu li se pojednostaviti zahtevi u vezi sa održavanjem (naročito manje intervencije),
- može li se pojednostaviti proces sklapanja proizvoda.

Analiza delova

Za svaki deo posebno postaviti sledeća pitanja:

- kakve sve funkcije ima,
- da li su funkcije jednog dela međusobno nezavisne,
- mogu li se neke funkcije preneti na druge delove i kako će se to odraziti na njih,
- sa modifikacijom (i kakvom),
- bez modifikacije,
- može li se odstraniti taj deo bez negativnih posledica,
- koje su sve operacije predviđene, kojim redosledom i zbog čega,
- šta sve uslovljava dimenzije i oblik (otpornost, sklapanje, snabdevanje i sl.).

Analiza sklapanja proizvoda

U okvir ove analize ulazi i proučavanje samog procesa sklapanja kao i novodobijene celine. Da bi se to proverilo treba dati odgovore na sledeća pitanja:

- da li je proces sklapanja u celini pojednostavljen,
- da li su potrebni specijalni alati za montažu i koji,
- da li je smanjen broj operacija montaže,
- može li se uočiti još neki elemenat kao podloga za uprošćavanje,
- funkcioniše li proizvod u granicama predviđenih zahteva.

Opisani metodološki postupak za uprošćavanje proizvoda omogućiće svestrano i dovoljno detaljno proučavanje i iznalaženje svih mogućnosti koje treba da dovedu do optimalnog rešenja u pogledu pojednostavljenja proizvoda sa stanovišta konstrukcije i izrade, a da se pri tome obezbedi zadovoljenje zahteva u vezi sa primenom i korišćenjem.

4.2. STANDARDIZACIJA

Široko prodiranje standardizacije najvećim delom se ostvaruje kroz primenu različitih vidova standardizacije prilikom konstruisanja i izrade raznih proizvoda.

Prema definiciji "standardizacija je sporazumno ili zakonsko utvrđivanje normi i uslova koje mora da zadovolji određeno rešenje u privredi i van nje". Pri čemu postovanje standarda nije zakonom obavezno.

Sa stanovišta proučavanja proizvoda, standardizacija, pod kojom se podrazumeva tipizacija, unifikacija i uopšte bilo kakva normalizacija, se obavlja paralelno sa uprošćavanjem, pri čemu se uzajamno upotpunjavaju ostvarajući racionalnije rešenje proizvoda.

Sprovođenje standardizacije u odnosu na jedan proizvod ili više proizvoda treba kanalisati u dva smera:

1. standardizovanje oblika,
2. standardizovanje materijala, postupaka izrade, kontrole i drugog.

Navedeno raščlanjavanje treba da omogući što efikasnije iznalaženje puteva za svestraniju primenu standardizacije, a da pri tome ne treba nikako isključivati kombinovano dejstvovanje.

Metodološki postupak analiziranja mogućnosti uvođenja standardnih rešenja zasniva se na proučavanju:

- proizvoda u celini,
- jednog po jednog sklopa, podsklopova odnosno dela.

Osnovni princip koga se bezuslovno treba pridržavati, se sastoji u sledećem: Standardizovati na što je moguće višem nivou (na primer,

efikasnije je usvojiti jedinstven sklop, nego istraživati mogućnost unificiranja pojedinih delova).

Analiza proizvoda

Zavisno od vrste proizvoda, njegove namene, dimenzije i drugih karakteristika, analiza se može postaviti na odgovarajući način.

Ove mogućnosti su uglavnom sledeće:

- koristiti jedno od već postojećih standardnih rešenja,
- razviti familiju tipova na bazi postojećeg izvođenja,
- kombinovanjem elemenata ostvariti novu celinu - proizvod traženih karakteristika,
- mogućnost modifikovanja sa ciljem da se uklopi u jedno od postojećih tipiziranih rešenja,
- izmene radi uklapanja u standardni gabarit, dimenzije, oblik i sl.
- izmene radi usaglašavanja sa standardima kvaliteta za tu vrstu proizvoda.

Analiza elemenata

Ukoliko zbog specifičnosti zahteva namene proizvoda kao celine, nije moguće sprovesti njegovu standardizaciju, onda treba nastojati da se to ostvari kroz analizu sklopova, podsklopova i delova.

Korišćenje tipiziranih i unificiranih elemenata stvara povoljne uslove sa stanovišta primene tipiziranih tehnoloških, kontrolnih i drugih postupaka.

Kao što je već naglašeno, zbog specifičnosti zahteva u pogledu karakteristika pojedinih proizvoda, ne može se izbeći potreba za konstruktivnom razradom izvesnog broja detalja. Spontano oblikovanje ovih delova moglo bi se prilično nepovoljno

odraziti na racionalnost daljih postupaka u pripremi i uvođenju. Stoga se uvođenjem grupne i tipske tehnologije i odgovarajućom saradnjom između konstruktora i tehnologa u okviru savremene prakse concurrent engineering-a, mogu stvoriti uslovi povratnog uticaja tehnologije na konstrukciju. Radi se, ustvari, o prilagodavanju konstruktivnih rešenja delovima za koje postoje razrađeni tipski tehnološki procesi ili postupci.

Pored navedenih mogućnosti standardizovanja elemenata proizvoda, treba ukazati na postojanje niza drugih oblika za uvođenje standarda, koji se odnosi na:

- materijal (naročito sa stanovišta smanjenja raznovrsnosti),
- postupke izrade,
- alate,
- kontrolne postupke i sredstva,
- tolerancije,
- dimenzije,
- detalje oblika,
- i ostalo.

Efekti koji se mogu očekivati od primene standarda po ovim pitanjima nisu tako veliki i nemaju onu širinu u pogledu zahteva, kao što je to slučaj sa standardizacijom elemenata. Međutim, veliki broj detalja koji se na ovaj način standardizuju kompenzira relativno mali individualni efekat.

4.3. ANALIZA VREDNOSTI

Prema definiciji analiza vrednosti je: sistematsko korišćenje metoda i tehnika koje treba da omoguće utvrđivanje potrebne funkcije, te minimiziraju troškove za tu funkciju, obezbeđujući pri tom projektovani nivo kvaliteta proizvoda, odnosno komponente koje treba da obave tu funkciju.

Prvi pokušaji primene Analize vrednosti dešavaju se za vreme Drugog svetskog rata u okviru vojne industrije SAD. Po završetku rata 1947. godine H. A. Winner iz General Electric kompanije (SAD) dao je naziv Value Engineering za nastojanje da se identifikuje funkcija uz niže troškove proizvodnje elemenata i ukupnog proizvoda. Potom je Lawrence Miles dalje razvio ovaj pristup.

Ministarstvo odbrane SAD 1952. god. insistira na primeni, a u Mornarici SAD. odnosno brodograditeljskoj industriji se radi na sistematizaciji pristupa. Godine 1954.. se praktično primenjuje, da bi je potom sva brodogradilišta uvela u praksu. Ostalu industriju SAD je zahvatila masovna primena Analize vrednosti tek 1970. god. da bi se od tada posmatrala kao neophodan instrumenat u nastojanjima da se omogući snižavanje troškova na celishodan način, sto je u značajnoj meri doprinosilo i doprinosi konkurentskoj sposobnosti industrije SAD.

Metodološke osnove

S obzirom na složenost problematike iznalaženja najboljeg rešenja za obavljanje očekivane funkcije uz najniže moguće troškove u metodološkom pogledu Analiza vrednosti se koristi uobičajenim naučnim pristupom rešavanja problema.

U nastavku će biti izložen sažet postupak primene Analize vrednosti.

1. Izbor predmeta proučavanja

Celishodan izbor, prvi je i osnovni uslov pravilne orijentacije u nastojanjima da se razreše ključni problemi u okviru datog poslovno-proizvodnog sistema.

Brojnost i raznovrsnost proizvoda u proizvodnom programu postojećeg poslovno-proizvodnog sistema iziskuje potrebu

uspostavljanja prikladnih kriterijuma za izbor proizvoda, i to:

- reprezent grupe sličnih proizvoda,
- veličina obima proizvodnje proizvoda po mogućnosti da bude što veća,
- visina jediničnih troškova da bude što veća, odnosno izabrati za proučavanje proizvod sa visokom cenom koštanja, jer i manji procenat uštede ima veći apsolutni iznos,
- razvojna faza u okviru životnog veka proizvoda da bude što bliža početku, jer to daje elementa osetne uštede dugoročno posmatrano
- troškovi implementacije novih rešenja moraju biti u prihvatljivim granicama u odnosu na moguće uštede.

2. Prikupljanje informacija i analiza funkcija

Stalno razvijanje i sticanje novih znanja ima za posledicu rastuće obilje informacija. Stoga prikupljanje i odabiranje relevantnih informacija za svaki poduhvat Analize vrednosti predstavlja složen zadatak. S obzirom na izuzetno značajne posledice koje mogu nastupiti po rezultate primene Analize vrednosti ukoliko bi raspolagali sa nedovoljno informacija, obezbeđenje skupa adekvatnih informacija poprima izuzetan značaj.

Potrebne informacije se odnose na:

- istorijat nastanka postojećeg rešenja
- moguća alternativna izvođenja
- novim materijalima kao supstituentima
- novim tehnološkim postupcima izrade
- troškovima izrade
- i drugo što u datim uslovima može biti od koristi.

Osnovna postavka Analize vrednosti je u celishodnosti funkcije.

Stoga, proučavanje funkcije proizvoda odnosno njihovih komponenata predstavlja ključnu aktivnost u celokupnom postupku.

Razvoj određenog proizvoda je usledio u cilju zadovoljavanja identifikovane potrebe korisnika iz koje se izvodi njegova funkcija, koja može biti više ili manje složena, odnosno uslovljena iz nje izvedenim podfunkcijama. Na pr. školska kreda ima funkciju: pisanje. Dok hemijska olovka koje takođe ima osnovnu, primarnu funkciju: pisanje, pored toga ima niz podfunkcija koje se obavljaju pomoću odgovarajućih komponenti, kao što je između ostalih zamenjivi podsistem za napajanje mastilom (mina), kao i ostali delovi koji omogućavaju ravnomerno i adekvatno izlivanje tečnosti i tome slično.

Na osnovu izloženog proizilazi da kod svakog proizvoda treba pristupiti identifikaciji funkcija, odnosno podfunkcija sa određivanjem sistema, odnosno podsistema koji su nosioci izvršavanja odgovarajućih funkcija, podfunkcija.

Zavisno od stepena složenosti proizvoda, odnosno strukture funkcija i podfunkcija neophodno je razraditi hijerarhijsku shemu funkcija, i to:

- primarna funkcija
- sekundarna funkcija
- tercijalna funkcija
- i tako dalje.

S obzirom na postojanje svojevrsne hijerarhije funkcija prikladno je za sve identifikovane funkcije iste prikaziti pomoću stabla kao na slici 19. Pri tome, treba istaći da se funkcije na prvom nivou mogu razlikovati prema:

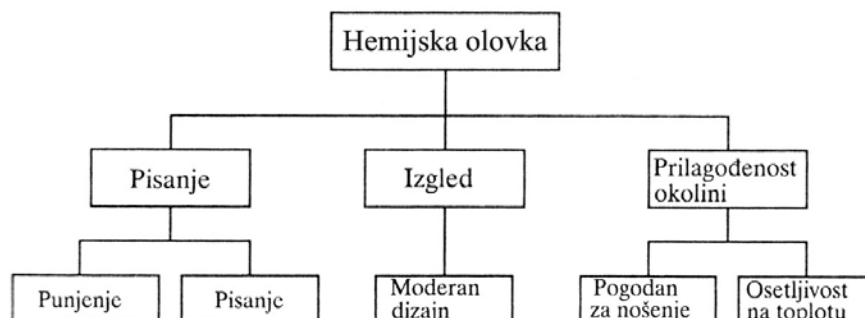
- osnovna namena - korišćenje
- estetika
- odnos prema okolini. Što u današnje doba sve više dolazi do izražaja.

Za identifikovane funkcije pristupa se određivanju odnosa sa odgovarajućim komponentama (sklopovima, podsklopovima, delovima) koji omogućavaju obavljanje odnosnih funkcija, što je preduslov da se preko izračunavanja troškova izrade ovih komponenta, može izračunati trošak dobijanja odnosne funkcije.

Jedna od ključnih maxima Analize vrednosti može se jezgrovito formulisati:

Komponenta proizvoda za koju se ne može utvrditi funkcija treba da bude odstranjena.

Ovo važi, pre svega, ukoliko je za proizvod kao celinu utvrđena svrsishodnost.



Slika 19. Identifikaciji funkcija, odnosno podfunkcija, i njihovo povezivanje sa sistemskim komponentama na primeru hem. olovke

3. Razvoj alternativa

U ovoj fazi postupka primene Analize vrednosti, nakon svestranog proučavanja načina nastanka postojećeg rešenja za obavljanje zadate funkcije, treba se rukovoditi geslom: za istu svrhu - funkciju, uvek postoji više mogućih rešenja.

u međuvremenu akumulirana nova saznanja, što je prevashodno potrebno omogućiti permanentnim prikupljanjem relevantnih informacija, uz intenziviranje kreativnog rada treba da urodi novim

alternativnim rešenjima za obavljanje identifikovane funkcije, katkad i sa poboljšanim performansama.

Prilikom razvoja alternativnih rešenja zavisno od stepena ispoljenih kreativnih potencijala, ne isključuje se mogućnost sinteze ili supstitucije funkcija, kao i oplemenjavanje zahtevanih funkcija, što bi bilo na principima stalno prisutne potrebe za inovacijama, a pokretanje postupka Analize vrednosti je pogodna prilika da se iznađu (naj)bolja od postojećih rešenja.

4. Uporedna analiza alternativnih rešenja

Razvijena alternativna rešenja za obavljanje identifikovanih funkcija za svaki pojedinačni slučaj, predstavljaju osnovu za iznalaženje najpovoljnijeg -optimalnog rešenja u datim uslovima. Kao i inače, za izbor najboljeg od ponuđenih rešenja treba primeniti adekvatne kriterijume, koji su u ovom slučaju sledeći:

- najniži troškovi proizvodnje proizvoda odnosno komponente za identifikovanu funkciju,
- najniža ulaganja za implementaciju rešenja za datu funkciju.

Pri tom, mora biti obezbeđen isti nivo funkcije, te pouzdanost u radu i sigurnost u eksploataciji, kao i drugi specifični zahtevi zavisno od slučaja.

Navedena dva osnovna kriterijuma treba kombinovati tako što bi se za predviđeni vek trajanja odnosnog rešenja za funkciju izračunao netto efekat, Netto efekat bi se izračunao kao razlika između ukupne uštede u odnosu na postojeće stanje, umnožene obimom proizvedenih jedinica i iznosa ulaganja za implementaciju.

S obzirom na statički karakter ovako izračunatog netto efekta treba sprovesti račun aktualizacije.

Primer određivanja Neto Sadašnje Vrednosti – NSV (NVP-Net Present Value)

Neto sadašnja vrednost predstavlja suštinski pojam aktuelizacije novčanih vrednosti:

- na primer X dinara uloženi u banku sa kamatom (interesom) i posle n godina vredi: $X \cdot (1+i)^n$
- Sadašnja vrednost X dinara uloženi u razvoj i realizaciju proizvodnje novih proizvoda, naplativa kroz n godina je: $X \cdot \frac{1}{(1+i)^n}$, pri čemu je diskontni faktor $\frac{1}{(1+i)^n}$, i -diskontna stopa. Diskontna stopa uključuje makroekonomske parametre domaće i svetske privrede i može se izraziti sumom cene kapitala i koeficijenta β , koji uključuje stopu rizika.

Promena diskontnog faktora prema diskontnoj stopi i razmatranog broja godina, data je u tabeli 2.

Tabela 2. Diskontni faktor

DISKONTNI FAKTOR

	Godine									
i (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,9434	0,89	0,8396	0,7921	0,7473	0,705	0,6651	0,6274	0,591898	0,558395
8	0,9259	0,8573	0,7938	0,735	0,6806	0,6302	0,5835	0,5403	0,500249	0,463193
10	0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	0,5645	0,5132	0,4665	0,424098	0,385543
12	0,8929	0,7972	0,7118	0,6355	0,5674	0,5066	0,4523	0,4039	0,36061	0,321973
13	0,885	0,7831	0,6931	0,6133	0,5428	0,4803	0,4251	0,3762	0,332885	0,294588
14	0,8772	0,7695	0,675	0,5921	0,5194	0,4556	0,3996	0,3506	0,307508	0,269744
16	0,8621	0,7432	0,6407	0,5523	0,4761	0,4104	0,3538	0,305	0,262953	0,226684
18	0,8475	0,7182	0,6086	0,5158	0,4371	0,3704	0,3139	0,266	0,225456	0,191064
20	0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019	0,3349	0,2791	0,2326	0,193807	0,161506

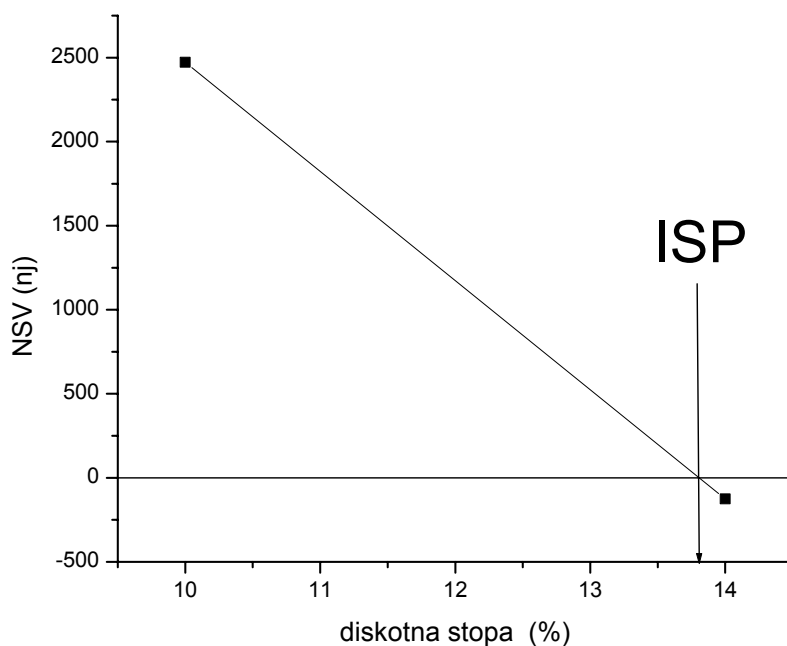
Primer uticaja kumulativnog faktora na neto ekonomski tok projekta (ili poduhvata), dat je u sledećoj tabeli:

Tabela 2.a) Primer primene NSV

Primer:

	Godine realizacije projekta												Ukupno
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
UKUPNI PRILIV			12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	12.300	123.000
UKUPNI ODLIV	6.500	4.063	10.248	10.259	10.271	10.283	10.312	10.324	10.344	10.356	10.377	10.388	113.725
Investicije	6.500	4.063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.563
Poslovni rashodi			10.051	10.051	10.051	10.051	10.071	10.071	10.081	10.081	10.091	10.091	100.690
Zak. Obaveze			197	208	220	232	241	253	263	275	286	297	2.472
NETO EKONOMSKI TOK	-6.500	-4.063	2.052	2.041	2.029	2.017	1.988	1.976	1.956	1.944	1.923	1.912	9.275
Kumulativ	-6.500	10.563	-8.511	-6.470	-4.441	2.424	-436	1.540	3.496	5.440	7.363	9.275	
NSV (disk. sa i= 10 %)	-6.500	-4.063	1.865	1.686	1.524	1.378	1.235	1.115	912	1.767	815	739	2.473
NSV (disk. sa i= 12 %)	-6.500	-4.063	1.832	1.627	1.444	1.282	1.128	1.001	885	785	693	616	730
NSV (disk. sa i= 13 %)	-6.500	-4.063	1.816	1.598	1.406	1.237	1.079	949	831	731	640	563	289
NSV (disk. sa i= 14 %)	-6.500	-4.063	1.800	1.570	1.370	1.194	1.033	900	782	681	591	516	-126

Za analizu ekonomskog toka projekta razvoja novog proizvoda, (tabela 2.a) možemo zaključiti sledeće: Ukoliko bi se projekat finansirao sredstvima dobijenim kreditom od banke, pokazatelji su takvi, da bi projekat imao uspešnu realizaciju potrebno bi bilo da kamatna stopa bude manja od 14 %, tačnije 13,8%, Slika 20. Pri tome je vrednost 13,8%, zapravo interna stopa povraćaja sredstava (ISP) razmtranog projekta.



Slika 20. Primer NSV i ISP

5. Predlog rešenja i praćenje realizacije

Prethodna proučavanja koja rezultiraju u izboru najpovoljnijeg od ponuđenih mogućih rešenja, treba u ovoj fazi postupka oformiti kao predlog na osnovu koga je moguće doneti odluku. Priprema dokumentacione podloge za donošenje odluke treba da obuhvati:

- procenu izvodljivosti izabranog rešenja, koje u ponekom slučaju podrazumeva i fizičku izvedbu sa ispitivanjem,
- razradu proizvodno-tehničke dokumentacije uz odgovarajuće proračune,
- detaljan ekonomski proračun koji bi sadržavao sve

elemente (troškove, ulaganja, uštede, dobit) sa argumentovanim netto efektima.

Posle donete odluke tokom sprovođenja treba sistematski pratiti šta se stvarno zbiva i permanentno upoređivati projektovana rešenja sa ostvarenim, te preduzimati odgovarajuće mere za unapređenje.

4.4. BRZ RAZVOJ PROIZVODA (BRP)

Promene na tržištu pretpostavljaju da poslovno-proizvodni sistem (PPS) što brže, jeftinije i sa boljim kvalitetom reaguju na potrebe korisnika-kupaca. U uslovima dinamičkih kretanja sve su brojniji novi proizvodi. Prema podacima iz najrazvijenijih zemalja 70% proizvoda široke potrošnje na tržištu danas, nisu bili u prodaji pre 10 godina. Skraćivanje perioda od ideje do komercijalizacije proizvoda od 112 godina za fotografiju, preko 35 godina za radio, do 3 godine za integralno kolo u novije vreme, ne zadovoljava u dovoljnoj meri. Brojne aktivnosti učestvuju u procesu razvoja i osvajanja proizvodnje novog proizvoda. U tom procesu, razvoj proizvoda, uključujući prototip, predstavlja vrlo osetljiv skup aktivnosti sa stanovišta:

- kvaliteta proizvoda,
- troškova proizvodnje,
- vremena trajanja razvoja.

Klasičan pristup razvoju proizvoda opterećen specijalističkom podelom rada (Model PPS sa organizacionom strukturom prema funkcijama) koji rezultira nizom organizacionih jedinica međusobno podeljenih i sa usporenim međusobnim komuniciranjem usled hijerarhijskih odnosa i nadležnosti unutar pojedinih celina, predstavlja sa organizacijske tačke gledišta glavni uzročnik:

- nedovoljno usklađenih rešenja projektantske, konstruktivne i tehnološke prirode zbog otežane povratne sprege;
- produženog trajanja procesa razvoja.

Ovo se odražava, ujedno, i na kvalitet i troškove kako osvajanja nove tehnologije, tako i proizvodnje.

Mogućnosti kompjuterske podrške (CAD, CAM i drugih software-skih paketa), te stereo litografije, laserskih uređaja i posebno korišćenje Internet-a, e-mail-a, World-Wide-Web-a, kao i multimedijalnih konferencija, predstavljaju značajnu prednost u odnosu na klasične metode i tehnike u razvoju i osvajanju novih proizvoda. Međutim, navedene mogućnosti ne mogu da dođu do punog izražaja ukoliko se ne prihvati model timske organizacije sistema po principu concurrent engineering.

Timska organizacija za razvoj i osvajanje novog proizvoda je struktuirana shodno aktivnostima koje treba obaviti. Prema tome, zavisno od obima i složenosti biće određen broj izvršilaca, ali za sveukupni poduhvat predviđaju se sledeći timovi za:

- osnovnu koncepciju proizvoda (učesnici su stručnjaci za: marketing, projektovanje, tehnologiju, ekonomiju, kao i druge relevantne oblasti); na čelu tima je ličnost koja će voditi ceo posao do uhodavanja proizvodnje (Project manager)
- razvoj i izradu prototipa proizvoda (učesnici su pojedinci odnosno timovi za: projektantsko-konstruktivno rešenje, tehnološku razradu sa studijom rada i vremena, projektovanje organizacije, izradu prototipa i predkalkulacije); rukovodioci ovih timova predstavljaju grupu za koordinaciju razvoja i osvajanje proizvoda, u koji još ulazi član zajedničkog tima na nivou PPS za standardizaciju i kvalitet. Na čelu tima za koordinaciju razvoja i osvajanje proizvoda je rukovodilac celog

poduhvata, koji do osvajanja osnovne koncepcije rukovodi radovima te na taj način obezbeđuje jedinstvo odgovornosti za ceo poduhvat (glavni tehnolog).

Timovi i pojedinci uključeni u proces razvoja i osvajanje novog proizvoda su u neprekidnom kontaktu kako bi svako usvojeno rešenje u procesu nastanka bilo obrađeno na multidisciplinarnoj osnovi, čime bi se predupredile moguće greške, neusklađenosti i primedbe u najvećoj mogućoj meri.

Oslanjanje timova i pojedinaca na CAD/CAM uz korišćenje pristupa bazama podataka posredstvom Internet-a i konsultovanje poznatih specijalista direktnim kontaktima pomocu e-mail-a (primena Delfi metode), ili održavanje multimedijalnih konferencija, omogućava ubrzano i kvalitetno rešavanje problema u kreiranju koncepcije novog proizvoda, kao i oblikovanje proizvoda sa tehnološkim rešenjima za proizvodnju.

Izrada prototipa je posebno značajan blok aktivnosti ukoliko se smatra da će se na taj način ubrzati razvoj konačnog proizvoda, a najčesće je to slučaj. Prototip omogućava pouzdanu proveru adekvatnosti koncipiranih rešenja za budući proizvod, kako bi se izbegle korekcije koje mogu imati ozbiljnije razmere u pogledu produžavanja procesa osvajanja i zadovoljenja potreba kupaca, pored troškova alata, materijala i drugih mogućih teškoća u osvajanju.

Međutim, klasična izrada protipa može sama po sebi da potraje veoma dugo, što samo po sebi uzrokuje produžavanje rokova za razvoj i osvajanje novog proizvoda.

Kompjuterska podrška, pre svega, kao i neke opšte poznate tehnike kao: Stereolithography (STL), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM) i Fused Deposition Modelling (FDM) koriste se uglavnom za dizajn ili geometriju prototipa" u okviru jednog od mogućih koncepata za Brzu

Prototipnu Tehnologiju (BPT) koja omogućava pored ostalog da se dobije kompleksni deo za nekoliko dana umesto za nekoliko nedelja.

Integralni sistem brze izrade prototipa (ISBIP) koji je razvijen na Temasek Politehnici u Singapuru, pruža mogućnost da se izrada prototipa novog proizvoda sprovede integralno sa odgovarajućim proračunima za mehaničke delove i elektronske komponente, te da se kao celina podvrgne ispitivanju.

Optimalno uklapanje svih potrebnih aktivnosti, značajno skraćenih korišćenjem metoda i tehnika brzog razvoja i kompjuterske podrške, uz punu sinhronizaciju i simultano obavljanje postiže se primenom Tehnike mrežnog planiranja (TMP), koja uključuje i analizu vremena metodom kritičnog puta (CPM), ali i analizu resursa i vremena (PERT), kao i praćenje toka informacija između pojedinih aktivnosti (Dependence Structure Matrix=DSM metoda). Na taj način vreme potrebno za izlazak na tržište se značajno skraćuje u fazi razvoja novog proizvoda.

4.5. BZR RAZVOJ PROTOTIPA

Brz razvoj prototipa (Rapid prototyping **RP**) je relativno nova klasa tehnologija koja može automatski proizvesti fizičke modele i delove prototipa direktno od 3D CAD podataka. PR mašine imaju mogućnost proizvodnje čvrstih modela od različitih materijala uključujući različite vrste plastike, keramiku, drvo i metale na osnovu tankih horizontalnih poprečnih preseka kompjuterskog modela (3D CAD) i na taj način konstruiše fizički model sloj po sloj. U poređenju sa klasičnim, parcijalnim metodima izrade, RP nudi sledeće prednosti:

- Objekti se mogu formirati bez obzira na geometrijsku komplikovanost bez potrebe za komplikovanim mašinskim alatima.

- PR sistemi transformišu konstrukciju kompleksnih objekata u relativno brz proces jednostavan za rukovanje.

RP sistemi su sada u širokoj upotrebi kod inženjera i proizvođača kao način smanjenja proizvodnog vremena, za bolje razumevanje i dizajn produkta uz mogućnost upotrebe metoda brze mašinske obrade (Rapid Tooling).

Tehnike brzog razvoja prototipa

U narednom tekstu razmatraćemo šest različitih, komercijalno dostupnih, često korišćenih tehnika RP-a:

Stereolitografija (Stereolithography Apparatus **SLA**) je početni ali i dalje široko primenjiv sistem RP-a. Tehnika proizvodi fizički 3D model od fotosenzitivnih tečnih polimera koji očvršćavaju kada se izlože ultraljubičastom zračenju.

Model se razvija na platformi smeštenoj ispod same površine tečne epoksi smole. Kompjuterski kontrolisani UV laser formira prvi sloj, očvršćavanjem poprečnog preseka modela. Kada se prvi sloj završi cela platforma se uranja dublje u tečnost, te opet novi sloj tečnosti pokriva formirani čvrsti sloj. Proces se ponavlja stvaranjem novih slojeva na već postojećem, do formiranje konačnog modela. Nakon toga, očvršli komad se izvlači iz tečnosti i smešta u UV komoru radi završetka procesa očvršćavanja.

Proizvodnja slojevitih objekata (Laminated Object Manufacturing **LOM**) ova tehnika povezuje slojeve listova materijala premazanih lepkom i na taj način formira prototip. U počecima ove metode koristio se termoaktivni sloj prevučen preko papira. Kasnije je upotrebljena platforma na kojoj se smeštao prvi sloj od papira, na njega se pomoću posebnog uređaja nanosila dvostrana lepljiva traka a potom naredni sloj i tako redom. Nakon toga preko slojeva je

prelazio zagrejani valjak da bi se slojevi objedinili. Kompjuterom navođeni laser opseca konture sloja nanetog na osnovu i nakon toga se nanosi novi i svaki sledeći sloj. Proces se ponavlja dovoljan broj puta do završetka modela. Obzirom da se modeli izrađuje od papira oni se potom premazuju farbom ili lakom da bi se sprečilo prodiranje vlage ili drugi vid oštećenja.

Selektivno lasersko sinterovanje (Selective laser sintering **SLS**) koristi laserski zrak da selektivno spoji praškasti materijal u čvrsti objekat. Tehnika SLS-a upotrebljava različite sprasene materijale kao što su najlon, elastomeri i metali. I u ovom slučaju prah se nanosi na platformu na kojoj laser navođen računarom formira prvi sloj, potom se nanosi prah za naredni sloj i tako redom.

Model depozicije rastopa (Fused deposited model **FDM**) koristi ispune stopljene termoplastike koja se istiska iz zagrejanog pika(glave) da bi se formirali slojevi novog modela. Glava (pik) uređaja za istiskanje se može kretati u x-y ravni i kontroliše se u smislu nanosa veoma tankih slojeva rastopa na polaznoj platformi. Platforma se hlađenjem održava na niskoj temperaturi čime naneta termoplastika brzo očvršćava. Spojevi slojeva se omogućuju konstrukcijom posebnih spojnica unutar samih slojeva u koje se smeštaju bušenjem.

Formiranje čvrste osnove (Solid Ground Curing **SGC**), donekle je slično kao SLA tehnika jer takođe koristi UV zrake za selektivno očvršćavanje fotoosetljivih polimera. Na početku, fotoosetljivi rastvor se sprejom nanese na platformu. RP mašina razvija fotomasku sloja koji se treba formirati. Fotomaska se potom izlaže UV zračenju, koje samo prolazi kroz providne delove maske i na taj način se selektivno očvršćava sloj.

Kada se formira željeni sloj RP mašina uklanja višak tečnosti vakuumom i na njegovo mesto nanosi vosak. Površina se poravna i

proces ponavlja onoliko puta, koliko je slojeva potrebno za formiranje konačnog modela.

Ink Jet Printing, za razliku od gore navedenih metoda, Ink Jet Printing se odnosi na celu klasu RP mašina koje koriste ink-jet tehnologiju. I ovde se komadi izrađuju na platformi smeštenoj unutar posude napunjene prahom. Glava ink-jet printera selektivno «printa» vezivo koje sjedinjava prah u odabranim zonama i tako stvara prvi sloj. Platforma se potom spušta i na nju se nanosi nova količina praha, i proces «printanja» se ponavlja. Nakon završetka, deo se sinteruje i uklanja se višak praha.

Neke Ink-Jet tehnološke mašine za RP koriste dvostruke ink-jet uređaje: jedan za distribuciju niskotopive termoplastike od koje se model pravi i drugi koji distribuira vosak koji povezuje slojeve. Nakon nanosa svakog sloja sam uređaj vrši poravnavanje površinskog sloja.

Prednosti RP tehnika leže u visokom kvalitetu proizvedenih delova. Proces daje visoko precizne modele sa odličnim kvalitetom površina. Ovi kvaliteti čine RP modele pogodne za vizualnu prezentaciju. Ipak, RP sistemi zahtevaju sofisticiranu opremu, visoke cene materijala i održavanja i specijalizovane operatere.

RP se široko koristi u automobilske, aero i medicinske industriji. Iako su moguće primene takoreći neograničene, gotovo sve su iz oblasti izrade prototipa, brze izrade alata ili brze proizvodnje.

Osnovna namena RP je da brzo formira prototipove za komunikacijske i test namene. Prototipovi veoma unapređuju komunikaciju jer je većini ljudi lakše da razumeju 3D objekte od CAD crteža, posebno u fazi traženja investitora za projekat razvoja novog proizvoda, jer vlasnici kapitala najčešće nisu tehnička lica kojima bi bili jasni ravanski CAD crteži, dok su 3D modeli jasni

svakom. Prototipovi su takođe korisni za testiranje dizajna da bi se ustanovilo da li on može obavljati određenu funkciju.

Brza izrada alata (Rapid Tooling **RT**), ovaj termin je nastao iz RP tehnologije i odnosi se na automatsku izradu kvalitetnih mašinskih alata korišćenjem RP tehnika. Izrada alata je jedan od najskupljih stadijuma u procesu savremene proizvodnje zbog zahtevanog visokog kvaliteta. Alati često imaju kompleksnu geometriju, i da uz to imaju tačnost dimenzija sa tolerancijom 1/100 mm. Dodatno, alati moraju biti tvrdi, otporni na opterećenja i da imaju izuzetno glatke površine. Tehnike RP-a uključene u RT dovode do izrade alata zahtevanog kvaliteta u znatno kraćem vremenu uz upotrebu standardnih mašina.

Brza Proizvodnja (Rapid Manufacturing **RM**) je prirodni nastavak RP-a i predstavlja automatsku proizvodnju gotovih proizvoda direktno od 3D CAD podataka. Trenutno se svega nekoliko konačnih proizvoda proizvodi upotrebom RP tehnika ali se očekuje porast kako se materijali koje koriste RP sistemi sve više razvijaju. Ipak, RM nikada neće u potpunosti zameniti tradicionalne tehnologije proizvodnje, naročito u velikoserijskoj proizvodnji.

Za proizvodnju gde su serije male a visoka cena komada, i gde je veličina samih komada mala (nanotehnologija), RM je sa ekonomskog aspekta primenjiva jer ne zahteva izradu alata. Dodatno RM je idealna tehnologija za proizvodnju komada prema specifikacijama kupca.

4.6. ABC - METOD SELEKCIJE PROGRAMA PROIZVODNJE

Sastaviti optimalni program proizvodnje znači izabrati, između velikog broja proizvoda, onaj asortiman proizvoda koji će obezbediti maksimalne ekonomske efekte iz ograničene količine proizvodnih resursa.

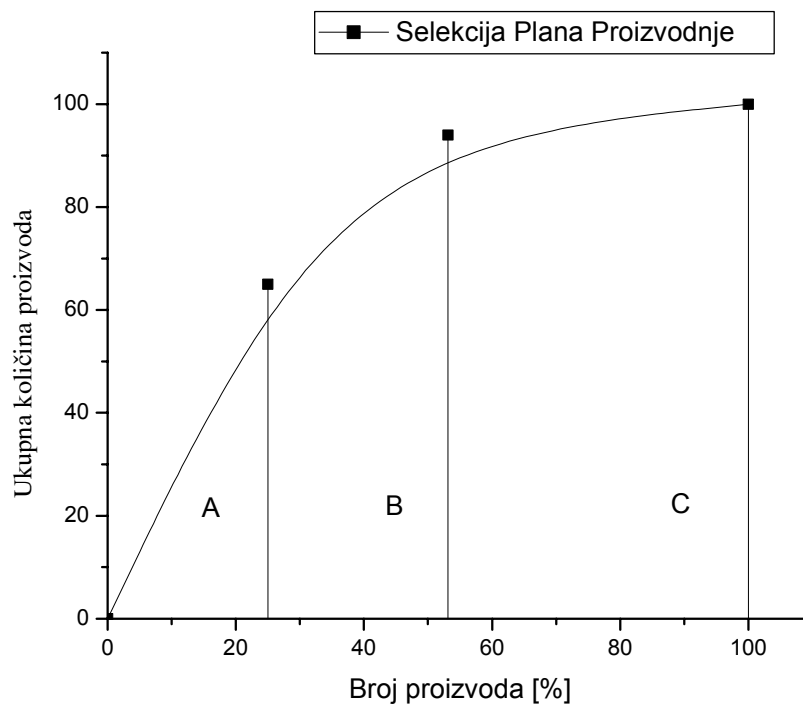
Za konstruisanje matematičkog modela proizvodnje potrebno je pripremiti podatke o kapacitetima proizvodnih resursa, o normativima utrošaka proizvodnih resursa po jedinici svakog proizvoda, o ekonomskim efektima koje obezbeđuje svaki proizvod, o eventualnim ograničenjima koje postavlja tržište, itd.

Selekcija odgovarajućeg programa proizvodnje obično se vrši na osnovu zadatog kvantitativno ili kvalitativno definisanog kriterijuma. Služi za klasifikaciju i kontrolu obima proizvodnje, zaliha u proizvodnji, i slično.

ABC- metoda se sastoji u određivanju kvantitativnih karakteristika grupacija proizvoda, na osnovu zadatih kriterijuma, te nakon toga formiranja prioriteta proizvoda u okviru datih grupa.

Kao primer uzećemo preduzeće kod koga je na osnovu sagledavanja prodajnih mogućnosti i raspoloživih kapaciteta utvrđen plan proizvodnje za godinu dana.

Za izvršenu selekciju novog plana proizvodnje, po kriterijumu obima proizvodnje, u razmatrano sličaju grupu A čine 65% od ukupno planiranog obima, dok su u grupi B i C raspodeljeni ostali proizvodi. Nakon određivanja grupacije proizvoda A, B i C, uz pretpostavku da su proizvodi u grupi A, novi prioritet asortimana preduzeća, analiza novog plana proizvodnje koji se dobija povećanjem obima proizvodnje proizvoda grupe A do ukupnog planiranog obima proizvodnje predstavljena je na slici 21.



Slika 21. Primer primene ABC metode

4.7. METRICE RAZVOJA PROIZVODA

Važno je razviti strategiju razvoja biznisa PSS-a. Da bismo bili sigurni da su najbolje mogućnosti prepoznate i iskorišćene na fokusirani i koordiniran način mora se proći kroz proces strategijskog planiranja, razvoja i proučavanja proizvoda.

Dobra polazna tačka je upotreba «Ansoff Matrice», Slika 22. Ova matrica pomaže u diferencijaciji mogućnosti ekspanzije uz razmatranje proizvoda i tržišta.

Sa Ansoff Matricom, klasifikacija strategije je određena starošću produkta i iskustvom PSS-a sa tržištem na koje želi da proizvod

plasira. «Starost» proizvoda je određena time koliko je produkt «nov» u okviru strateškog pristupa a ne u smislu godišta proizvodnje. Velika prednost matrice je da može biti primenjena na svaku granu industrije.

TRŽIŠTE	STARO	Ne činiti ništa Povući se Konsolidacija Prodiranje na tržište	Razvoj proizvoda
	NOVO	Razvoj tržišta	Diverzifikacija (povezana ili nepovezana)
		STAR	NOV
		PROIZVOD	

Slika 22. Ansoff Matrica

Na osnovu razmatrane matrice očigledno je da postoje dva uslovna stanja za proizvod i tržište (Star i Nov), i četiri moguće strategije: Tržišno prodiranje, Razvoj tržišta, Razvoj proizvoda, Diversifikacija proizvoda.

Jedan set opcija je zasnovan za «stari» proizvod na «starom» tržištu. **Ne činiti ništa** predstavlja nastavak trenutne strategije. To je korisno kao osnova razvoja alternativne strategije, ipak, nije preporučljivo dugoročno jer će konkurencija preoteti udeo na tržištu poboljšanim kvalitetom proizvoda, procesa i cena. **Povući se** je napuštanje tržišta zatvaranjem ili prodajom kompanije. Iako površinski posmatrano,

negativna opcija, može biti neophodna da bi se resursi usmerili na nove i obećavajuće mogućnosti. **Konsidacija** je pokušaj održavanja udela tržišta. To je defanzivna opcija koja obično uključuje smanjenje troškova i cena i česta je praksa na starim tržištima. **Prodiranje na tržište** je agresivnija opcija i obično uključuje investiranje u poboljšanje proizvoda, reklame, i kanalisanje paralelnog razvoja.

Razvoj «novog» proizvoda za prodaju na «starom» tržištu se naziva «razvoj proizvoda». Na primer, ukoliko Galenika razvije novi lek za prodaju u Srbiji i Crnoj Gori, pokreneće proces razvoja proizvoda. Prodaja «starog» proizvoda novom tržištu se naziva «razvoj tržišta». Na primer ukoliko fabrika Pionir počne prodaju postojećih čokolada u Africi, oni će pokrenuti strategiju razvoja tržišta.

«Diverzifikacija» je ulaz na «novo» tržište sa «novim» proizvodom. Diverzifikacija može biti povezana ili nepovezana. Povezana diverzifikacija se dalje deli na integraciju unapred, unazad i horizontalno. Integracija unazad je povezivanje sa snabdevačima i sirovinama u isti integrisani lanac snabdevanja. Integracija unapred je povezivanje sa distributerima gotovih proizvoda u integrisani biznis. Horizontalna integracija je pomeranje u stranu prema blisko povezanom biznisu kao što je prodaja nusprodukata proizvodnje.

Upotreba ove jednostavne matrice smeštanjem aktuelne situacije u jednu od četiri kategorije može pomoći u definisanju trenutne pozicije i izboru najpogodnije opcije razvoja.

Razvijena je kompleksnija 3X3 matrica razvoja proizvoda koja ne samo da identifikuje strategiju za tržišne uslove, već utvrđuje i gde leži odgovornost za implementaciju, Slika 23.

Efekti proizvoda	Bez tehnoloških izmena, ne zahteva dodatna istraživanja	Unapređena tehnologija, zahteva laboratorijska istraživanja uz upotrebu tehnologiju koja se koristi kod sadašnjih proizvoda	Nova tehnologija, zahteva laboratorijska istraživanja uz upotrebu nove do sada nekorisćene tehnologije
Bez tržišnih promena, ne utiče na programe marketinga		Reformulacija	Zamena
Ojačano tržište, utiče na programe marketinga usmerene na sadašnje klase potrošača koji do sada nisu usluživani	Re-prodaja	Unapređeni proizvod	Proširenje asortimana proizvoda
Novo tržište, zahteva programe marketinga za nove klase potrošača koji do sada nisu usluživani	Nova upotreba	Proširenje tržišta	Diversifikacija

Slika 23. Matrica razvoja proizvoda¹

	Odeljenje istraživanja i razvoja
	Odeljenje marketinga
	Zajednički tim

¹ (Samuel C.Johnson & C.Jones 1957)

4.8. KONKURENTNO PROJEKTOVANJE

Pri razvoju proizvoda, postoji niz aspekata koje treba uzeti u obzir kao što su jednostavnost proizvodnje, sklop, pakovanje, tehnička podrška, bezbednost rada i pitanje reciklaže. **Concurrent Engineering (CE)** je sistematski pristup integraciji dizajna, proizvodnje i povezanih procesa gde se sve faze životnog ciklusa proizvoda razmatraju simultano. Članovi timova različitih funkcionalnih disciplina kao što su proizvodnja, projekt menadžment, tehnička podrška, marketing i ostalih specijalističkih oblasti su integrisani sa dizajnerima i čine multidisciplinarni tim. Ovaj tim služi tome da proces dizajna ubrza i učini efikasnijim čime se proizvodnja ranije može komercijalizovati. Dodatno, dizajner može primeniti strategiju TQM-a još u fazi samog razvoja proizvoda.

Vreme je značajan činilac u modernoj konkurenciji. Smanjenjem vremenskih rokova, kompanija može da odgovori brže na promenu tržišnih trendova ili da primeni novu tehnologiju. Primenom CE koncepta, vremenski rokovi se znatno mogu skratiti i na taj način se postiže tržišna prednost za one firme koje mogu da brzo proizvode produkte.

Uobičajni Projektni Program

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planiranje projekta	■	■	■									
Dizajniranje				■	■	■						
Nabavka							■	■				
Proizvodnja									■	■	■	
Isporuka												■

Projektni Program koj koristi CE Filozofiju

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planiranje projekta	■	■	■									
Dizajniranje		■	■	■								
Nabavka			■	■								
Proizvodnja				■	■	■						
Isporuka							■					

Da bi ostali konkurentni i podneli visok tržišni pritisak novih zahteva kupaca, proizvođači moraju prvi nastupiti na tržištu sa željenim proizvodima. Jedna od prednosti CE-a je što multifunkcionalni timovi za dizajn, smanjuju vreme razvoja proizvoda i omogućavaju raniji razvoj novih proizvoda.

Jedna od najvažnijih komponenti pri bilo kojoj uspešnoj primeni CE-a je u efektivnosti projektnog tima. On mora funkcionisati kao «dobro podmazani sklop» sa malo unutrašnjih problema i širokog razumevanja sopstvenih ciljeva. Dodatno, ono što je veoma potrebno su dobri komunikacioni tokovi unutar tima. Sistemi zasnovani na računarima omogućuju efikasnu komunikaciju između pojedinih članova timova uz formiranje (virtualnih) Integrisanih Projektnih Timova (IPT) za razvoj proizvoda. Savremeni softverski paketi tipa, npr. MS Project server (verzija 2003-2004) su upravo i prilagođeni ovakvom načinu rada virtualnih projektnih timova. Pri čemu članovi ovakvog tima mogu, geografski, biti i kilometrima udaljeni jedni od drugih ali da putem modemske veze istovremeno imaju pristup istim bazama podataka, istog projekta.

Kombinacija CE-a, najboljih principa menadžmenta i (virtualnih) projektnih timova, omogućuje razvoj proizvoda visokog kvaliteta, visoke pouzdanosti i niskih troškova u smislu kratkog vremena razvoja.

POGLAVLJE 5. TIPOVI PROIZVODNJE

Proizvodnju dobara projektovane upotrebne vrednosti, a to važi i za usluge, kao deo sveukupne delatnosti poslovnog sistema treba na odgovarajući način integrisati u celinu. U tom kontekstu pojave i zbivanja u okviru proizvodnje nisu i ne mogu biti shvaćene i do kraja protumačene ukoliko se ne povežu, stave u uzročno-posledične odnose sa celinom poslovnog procesa i u interakciji sa okruženjem.

U koncipiranju organizacije proizvodnje uočavaju se dva ekstrema:

1. "masovni" plasman omogućava velikoserijsku i masovnu proizvodnju.
2. "individualizirani" plasman (pojedinačni ili u manjim količinama proizvoda (manje serije)) uslovljava serijsku (mala, te ponekad srednje serijska) i pojedinačnu proizvodnju.

Između ova dva ekstrema moguće su brojne kombinacije.

Sada već klasičan pristup "masovne proizvodnje jednog proizvoda", kome su bila podređena dosadašnja nastojanja, ostaje i nadalje onde gde to uslovi plasmana dozvoljavaju. Istovremeno, u procesnoj industriji, karakter tehničko-tehnoloških rešenja uslovljava masovnu proizvodnju, ali se i ovde postavlja pitanje ograničenja koje može nastati u okruženju, prvenstveno tržištu, kroz ograničeni plasman.

U takvoj situaciji moguće je "deo procesa" zajednički po svom outputu za više varijanti krajnjeg finalnog proizvoda zadržati, a ostatak procesa (npr. pakovanje) prilagođavati zahtevima tržišta, što se uveliko i radi. Primer, farmaceutske industrije u fazi pakovanja, ili hemijska - sapuni u fazi oblikovanja (manji, veći sapuni npr.) i pakovanja. Međutim, postavlja se pitanje mogućnosti da se

restruktuirati i "bazni deo" procesa kako bi se omogućila odgovarajuća fleksibilnost što "dublje" ka početnim operacijama, a da se ne dovede u pitanje ekonomija. Jer, osnovni kriterijum za opravdanost su troškovi uz zahtevani kvalitet.

U domenu intermitentne (prerađivačke) proizvodnje Toyota proizvodni sistem, te korišćenje grupne tehnologije u što širim razmerama, kao i neke druge mogućnosti, predstavljaju zadovoljavajuće rešenje u uslovima ograničenog plasmana.

Moguće je, međutim, zamisliti u više-proizvodnim poslovno-proizvodnim sistemima, kakvi su u većini slučajeva u baznom industrijskom kompleksu, da su neki proizvod proizvodi pod ograničenim plasmanom, a drugi ne.

U takvim uslovima moguće je primeniti kombinaciju svih poznatih tekovina za masovnu, serijsku i pojedinačnu proizvodnju.

Pridržavajući se osnovnog koncepta da proizvod, odnosno svaki proizvod, u okviru proizvodnog programa predstavlja "generator" sveukupnog transformacionog procesa datog poslovnog sistema, nailazi se na problematiku tipova proizvodnje. Veoma je značajno dati adekvatno mesto ovoj materiji sa suštinske tačke gledišta.

Osnovna preokupacija ka optimizaciji brojnih problema u vezi sa proizvodnjom upravo obavezuje na adekvatno razmatranje problematike tipova proizvodnje.

Veoma raširen pristup zasnovan na optimizaciji proizvodne serije, svakako značajan, predstavlja samo jedan, možda završni, korak u nastojanjima ka optimizaciji. Međutim, u skladu sa kompleksnim pristupom smeštenim na početak ovih razmatranja, neophodno je osvetliti ovu materiju sa stanovišta:

- napretka nauke i tehnike (globalni faktor)

- ljudskog ponašanja (interni faktor)
- društveno-ekonomskih kretanja i potencijala (eksterni faktor)

U šire shvaćenoj materiji proizvodnje razlikuju se dva različita pristupa, koji se međusobno prepliću u gotovo svim aspektima optimizacije proizvodnih procesa:

- a) kvalitativni
- b) kvantitativni.

KVALITATIVNI ASPEKT

Sa stanovišta kvalitativnog pristupa proizvodnom procesu u celini može se kao kriterijum usvojiti: **stepen kontinuiranosti procesa**. Obuhvatajući sve elemente procesa zavisno od stepena razvoja svakog pojedinog elementa i njihovog međusobnog uticaja, razlikuju se dve osnovne kategorije:

- kontinuirani procesi i
- diskontinuirani procesi.

Osnovna karakteristika kontinuiranih procesa je u neprekidnom sledu operacija od polazne materije - sirovine, kroz proces transformacije karakteristika materijala, do projektovanog finalnog proizvoda.

Navedene karakteristike kontinuiranih procesa zasnivaju se na pretpostavci da se realizacija sprovodi u skladu sa projektovanim rešenjima.

Na stepen kontinuiranosti procesa transformacije materijala na određenom stepenu razvoja i tehnike, utiču:

- nivo proizvodne i druge opreme

- vrsta materijala - sirovine
- koncepcija procesa transformacije materijala u gotov proizvod
- ljudski faktor.

Uopšte uzev, može se konstatovati da u nizu industrijskih grana, na sadašnjem nivou razvijenosti, preovlađuje diskontinuirani karakter procesa. Tako će i ostati u značajnoj meri u doglednoj budućnosti. Ali, veoma su prisutne tendencije ka sve većem rasprostiranju kontinuiranih procesa. Ako se, međutim, uzmu u obzir intencije prenošenja tekovina sa područja proizvodnje u sferu usluga, onda se diskontinuirani procesi javljaju, bar za sada se može reći, u ulozi od daleko trajnijeg interesa.

KVANTITATIVNI ASPEKT

Proizvod, koji je usvojen kao generator pojava i zbivanja, u principu je sastavljen iz elemenata. Zavisno od broja i međusobnih odnosa elemenata u procesu nastanka finalnog proizvoda u okviru datog poslovnog odnosno proizvodnog sistema, razlikuju se manje ili više složeni proizvodi.

Transformacioni proces materijala - sirovina obuhvata više faza, operacija, dok se dobije finalni proizvod. To se takođe odnosi i na elemente koji ulaze u sastav finalnog proizvoda.

Kvantitativni aspekt podrazumeva razlikovanje:

- proizvoda,
- elemenata proizvoda.

Razumljivo, da broj elemenata koji učestvuju u finalnom proizvodu, ne mora da se poklopi sa brojem odgovarajućih finalnih proizvoda.

Shodno izloženom, posmatrano na bazi kriterijuma kvantiteta,

postoje tri tipa proizvodnje:

1. Pojedinačni - proizvodi se samo jedan komad (finalnog proizvoda ili nekog njegovog elementa).
2. Serijski - proizvodi se unapred određena količina istovrsnih komada (finalnog proizvoda ili njegovih elemenata) u okviru jednog proizvodnog ciklusa, sa ponavljanjem ili bez ponavljanja.
3. Masovni - proizvodi se sukcesivno velika količina istovrsnih komada (finalnih proizvoda ili njegovih elemenata).

U skladu sa usvojenim kriterijumom na bazi količine, u definisanju pojedinih tipova proizvodnje prisutna je težnja što je moguće preciznijeg razgraničavanja. Ukoliko je to nesumljivo jednoznačno postignuto između pojedinačne i serijske, između serijske i masovne to je nešto manje izraženo.

Opređenje za količinski kriterijum determinisano je veoma širokim spektrom posledica, koje odgovarajući tip proizvodnje ima u odnosu na najraznovrsnije elemente proizvodnje i poslovanja u celini.

U tabelarnom prikazu Tabela 3, date su uporedno karakteristike po pojedinim tipovima proizvodnje u postojećim uslovima. Međutim, sa razvojem automatske obrade podataka u oblasti projektovanja i konstruisanja proizvoda (CAD), projektovanja i razrade tehnologije proizvodnje (CAM, CAP), u izgledu su kvalitativno različiti pogledi na stepen detaljisanja razrade elemenata u pripremi proizvodnje. Naime, "masovnost" proizvoda, odnosno njihovih komponenata nije presudan uslov za sve detaljniju razradu.

Ako u okviru celine preduzeća preovlađuje pojedinačna proizvodnja, onda će zalihe reprodukcionog materijala biti brojne i raznovrsne po elementima, a i visoke po ukupnoj vrednosti. Za preduzeće sa

dominirajućom serijskom proizvodnjom zalihe reproduktionog materijala biće manje raznovrsne, a usled mogućnosti optimizacije njihove ukupne vrednost će biti manja. Kod masovne proizvodnje zalihe reproduktionog materijala mogu se realno optimizirati u svakom pogledu.

Tabela 3. Obležja pojedinih tipova proizvodnje²

Obeležje	Tip proizvodnje		
	Pojedinačni	Serijski	Masovni
Potrebe korisnika	Male, individualne	Ograničene po količini ali relativno trajne	Veoma velike i dugoročne
Projektantsko-konstruktivna razrada	Veoma ograničene (opšte dispozicije skica i sl.)	Ograničene po količini ali relativno trajne	Veoma detaljna razrada
Industrijsko oblikovanje	Delimično	Potpuno	Kompleksno
Projektovanje tehnoloških procesa	Orijentaciona razrada	Detaljna razrada sa specificiranjem glavnih elemenata	Veoma detaljna razrada svih elemenata sa tehnokonomskom komparativnom studijom varijanti procesa
Studija rada	-	Stepen proučavanja u funkciji od veličine serije	Detaljna razrada do proučavanja pokreta i mikropokreta
Merenje rada	Iskustveno	Metode na bazi snimanja ili standardizovanih elemenata rada	Metode na bazi detaljnih proučavanja i standardizovanih elemenata, pokreta (MTM, i tsl.)
Raspored radnih mesta	Grupni	Kombinovani i linijski	Linijski
Oprema mašina i uređaji	Univerzalni	Delimično specijalizovani	Usko specijalizovani
Nivo mehanizacije	Ručni i mehanizovani rad	Mehanizovan i polumehanizovan	Poluautomatizovan i automatizovan
Alati i pribori	Univerzalni i standardni	Standardni i delimično specijalizovani	Specijalizovani kada ne postoje standardizovani
Materijal za izradu	Standardni	Standardni	Standardni i po potrebi specijalno naručen
Radna snaga - stepen stručnosti radnika u proizvodnji	VK	VK i KV	KV i PK
Mehanizacija unutrašnjeg transporta	Ručni transport i univerzalna transportna sredstva	Univerzalna transportna sredstva i delimično specijalna	Specijalno prilagođena visokomehanizovana i automatizovana transportna sredstva
Metode kontrole kvaliteta			
a) u toku procesa	Povremeno	Kontrola prve operacije, potpuna i statistička	Statistička
b) finalnog proizvoda	Delimično u odnosu na celinu karakteristika	Potpuna i statistička	Statistička
c) kontrolna sredstva	Standardna	Standardna	Standardna i specijalizovana po potrebi
Ambalaža	Univerzalna	Standardizovana	Standardizovana i specijalizovana
Distributivna mreža za plasman	Trgovačka mreža	Trgovačka mreža izuzetno specijalizovane prodavnice	Pored trgovačke mreže, specijalizovana distributivna mreža
Servis		Dugoročni aranžmani sa postojećim servisnim jedinicama i delimično specijalizovani servis	Sopstvena specijalizovana servisna služba

² V.Bulat, R. Bojković, Organizacija proizvodnje
102

5.1 OPTIMIZACIJA KOLIČINE PROIZVODA – SERIJE

Kvantitativni aspekt tipova proizvodnje proizvoda, uopšte, treba tretirati u kontekstu:

- a) eksternih uslova
- b) internih uslova

a) Osnovno ograničenje u pogledu opredeljenja za tip proizvodnje nekog proizvoda je procena potreba tržišta i to:

- na dugoročnoj osnovi, pri čemu dugoročnost nije na jednoznačan način iskazana za različite proizvode. Npr. za pomodne artikle, od ekstrema -jedna sezona za haljine, prognostički period može se protegnuti na dve, tri i više godina za model kuhinje.
- na godišnjem nivou obima proizvodnje, odnosno, kada nije reč o kontinuiranoj, kao npr. električna pegla za dominantnog proizvođača, treba da budu utvrđene i dinamički raspoređene količine u skladu sa mogućnostima plasmana, posebno kod sezone potražnje kao što je to slučaj sa frižiderima npr.

Ovo se podjednako odnosi na tekući proizvodni program, kao i na uvođenje novih, ili modifikovanih postojećih proizvoda na osnovu marketinških istraživanja.

b) Interni uslovi podrazumevaju:

- relativno fiksne resurse
- mogućnost prilagođavanja ostalih resursa.

U relativno fiksne resurse spadaju:

- proizvodni objekti
- proizvodna oprema
- odgovarajuća infrastruktura (instalacije, komunikacije i sl.)

Načelno posmatrano, svi pobrojani resursi se mogu obezbediti u slučaju argumentovano zasnovane potrebe sa proračunom povrata ulaganja, ali to predstavlja kompleksniji poduhvat, pa tako i treba tretirati slučaj kada se preduzeće suočava sa takvom situacijom.

Svi ostali resursi (radna snaga, alati, sirovine, repromaterijal, kapital i drugo) iziskuju veće ili manje kvalitativne i kvantitativne promene, pa ih treba analizirati u kontekstu involviranja nekog proizvoda u proizvodni program, čime se i na ovaj način potvrđuje uloga proizvoda kao generatora poslovno-proizvodnih zbivanja.

Na osnovu razmatranja eksternih i internih uslova, naročito ovih zadnjih, uslediće prva procena mogućih opredeljenja u pogledu usvajanja adekvatnog tipa proizvodnje za konkretan proizvod.

U osnovi postoje dve alternative:

- a) masovna proizvodnja
- b) raspon između pojedinačne i velikoserijske proizvodnje.

a) Opredeljenje za masovnu proizvodnju pretpostavlja:

- dugoročnost tržišne potrebe za određeni proizvod i njegove evolutivne modifikacije;
- procena dužine životnog veka proizvoda treba da omogući povraćaj uloženog kapitala uz postizanje prosečne profitne stope za svaku godinu u toku trajanja proizvodnje.

Ekonomski kriteriji imaju prioritet u odlučivanju za prihvatanje varijante masovne proizvodnje.

b) Opredeljenja u rasponu od pojedinačnog tipa proizvodnje do serijskog (sa različitim veličinama serije, konfrontiraju se sa dodatnim okolnostima kao što su:

- fleksibilnost u odnosu na dinamičke promene u potrebama tržišta;
- skraćivanje rokova isporuke radi zadržavanja, očuvanja, stečene pozicije na tržištu;
- inovativnost u odnosu na ostvareni kvalitet proizvoda.

Iznalaženje adekvatnog rešenja, uzimajući navedeno u obzir, iziskuje napuštanje uobičajenog pristupa, koje podrazumeva opredeljenje za optimalnu veličinu serije, osim u slučajevima specijalnih narudžbina, kada se pojedinačna proizvodnja nametala kao jedino moguće rešenje.

Promena u rezonovanju je omogućena postojanjem u značajnoj meri razvijene kompjuterske tehnologije (hardware i posebno software-skih paketa u sferi projektovanja i konstruisanja, tehnološke pripreme, planiranja i praćenja proizvodnje, te multi-medijalne komunikacije), zatim, kompjuterski upravljanih mašina, fleksibilnih proizvodnih sistema, sofisticirane pripreme, grupne tehnologije, JUST-in-time, "Frakcione" organizacije proizvodnje, brzog osvajanja novih proizvoda, timske organizacije kao i druge brojne tekovine naučno-tehnoloških istraživanja.

Glavni argument u opredeljenju za optimalnu veličinu serije je bio odnos između:

- troškova pripreme proizvodnje (t_1) i
- troškova nedovršene proizvodnje (poluproizvoda) kao i manipulacije materijalom (t_2) po jednom komadu u okviru odgovarajuće količine u seriji (n), uz pretpostavku da su svi ostali troškovi nepromenjeni bez obzira na veličinu serije.

Shodno rečenom, moguće je posmatrati:

- proizvod kao celinu i za njega utvrđivati optimalnu veličinu serije

-neku od komponenata proizvoda, što je kod složenih proizvoda prikladnije za određivanje optimalne veličine serije.

U nastavku će biti izložen postupak iznalaženja optimalne veličine serije kao jedan od modela zaliha. U serijskoj proizvodnji, s obzirom na mogućnost variranja količine istovrsnih komada koji će se lansirati kao jedna serija, javlja se problem u vezi sa različitim ponašanjem dve karakteristične grupe troškova kada se posmatraju svedene na jedan komad:

- pripremno završni troškovi u vezi sa serijom opadaju sa porastom veličine serije, jer se isti iznos troškova raspoređuje na veći broj komada,
- troškovi skladištenja i uopšte angažovanja odnosno zamrzavanja obrtnih sredstava rastu proporcionalno sa povećanjem serije.

S obzirom na suprotno orijentisan karakter promene ove dve grupe troškova, treba iznaći onaj broj komada, odnosno veličinu serije za koju bi ova suprotnost bila optimalno usklađena, odnosno za koju bi zbir ove dve kategorije troškova bio minimalan. Takvu seriju nazivamo optimalnom serijom. Znači, optimalna serija je ona veličina serije za koju su troškovi proizvodnje po jedinici minimalni. Ovo je održiva tvrdnja uz pretpostavku da zbir ostalih elemenata troškova po jedinici proizvoda ne zavisi od veličine serije.

Za iznalaženje optimalne serije poslužiće sledeće razmatranje. Proizvodnja nekog dela u određenoj količini, namenjena je zadovoljenju određene potrebe (interne: za montažu finalnog proizvoda, eksterne: za zadovoljenje zahteva naručioca). Znači, definisana je potreba kao i mogućnost proizvodnje u okviru određenog vremena. Postavlja se dodatni uslov da zadovoljenje potreba ne sme biti ni u jednom trenutku ugroženo, što znači da na skladištu mora uvek biti potrebnih delova.

Na osnovu izloženog proizilazi sledeće:

- a) zadovoljiti kriterijum: minimalni mogući troškovi
- b) ispunjenje uslova da se korisnik redovno snabdeva u okviru definisanih ograničavajućih uslova u pogledu:
 - ukupnog godišnjeg proizvodnog kapaciteta,
 - vremenski i količinski definisane potrebe.

Analitički izraženi kriterijum, dat je u sledećoj jednačini:

$$T = t_1 + t_2 \rightarrow \min$$

gde su: t_1 - troškovi pripremno-završni [din/god]

t_2 - troškovi skladištenja [din/god]

Pripremno-završni troškovi se izračunavaju pomoću izraza $t_1 = \frac{P}{X} \cdot C_p$

a troškovi skladištenja $t_2 = \frac{X}{2} \cdot \left(\frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s$

Upotrebljeni simboli predstavljaju:

X - veličina serije [kom/ser]

P - godišnje potrebna količina proizvoda, delova [kom/god]

C_p - troškovi pripremno-završni za jednu seriju [din/ser]

C_s - troškovi skladištenja (zamrzavanja obrtnih sredstava) po jedinici

proizvoda za godinu dana $\left[\frac{\text{din}}{\text{kom} \cdot \text{god}} \text{ ser} \right]$.

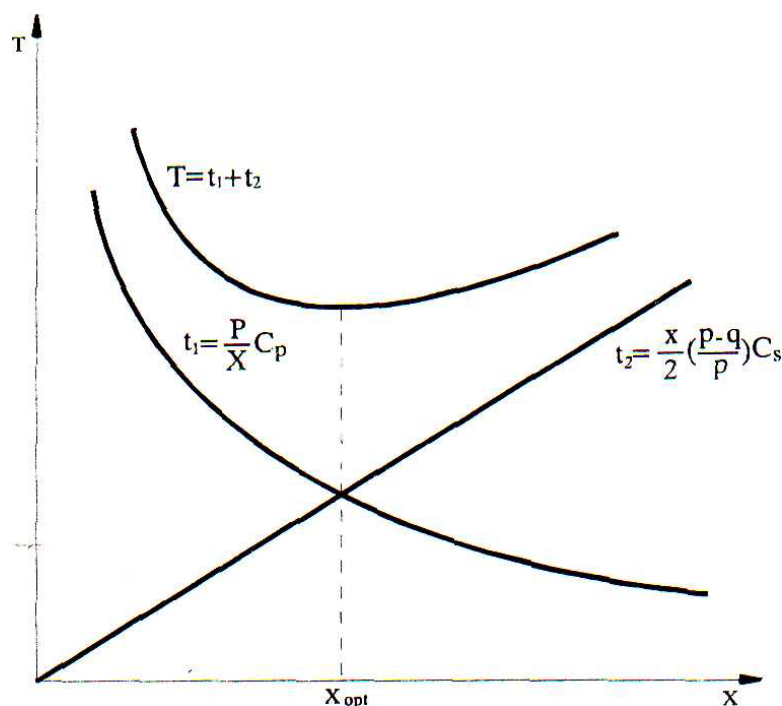
p - dnevna proizvodnja u odgovarajućem proizvodu, delu [kom/dan]

q - količina koja se direktno ugrađuje u proizvod [kom/dan]

Prema tome, biće:

$$T = t_1 + t_2 = \frac{P}{X} \cdot C_p + \frac{X}{2} \left(\frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s$$

Na slici 24. dat je graficki prikaz navedene jednacine.



Slika 24. Promena veličina troškova sa promenom veličine serije

Posto se traži minimum funkcije, diferenciraćemo i izjednačiti sa nulom gornju jednačinu

$$\frac{\partial T}{\partial X} = -\frac{P}{X^2} \cdot C_p + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{p-q}{p} \right) \cdot C_s = 0, \text{ rešavanjem po } X \text{-biće}$$

$$X_{OPT} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot C_p}{C_s} \cdot \left(\frac{p}{p-q} \right)} \text{ [kom/ser]}$$

Zavisno od karaktera krive t_1 i naročito ugla nagiba prave za t_2 , rezultujuća kriva linija za T biće sa većim ili manjim radijusom zakrivljenosti u oblasti X_{opt} , slika 24.

POGLAVLJE 6. RAZVOJ I PRIPREMA PROIZVODNJE

Formiranje pouzdanog plana proizvodnje je osnova za uspešan menadžment razvoja proizvodnje. Ovaj je plan često podeljen u nekoliko faza dizajna da bi se pojednostavio proces razvoja. Razvoj i priprema proizvodnje predstavljaju projekat, koji se karakteriše svojim početnim i krajnjim događajem ali i dužinom trajanja aktivnosti između njih, kojem se treba pristupiti sa tačno definisanim ciljem i metodama rešavanja svake pojedine faze. Tokovi rada na pojedinim fazama su specifikirani prema unapred određenim datumima koji označavaju završetak jedne faze i početak naredne. Specifični ciljevi dizajna su definisani u okviru svake faze i preduzimaju se mere određivanja da li su oni postignuti do predviđenog roka. Rad na sledećoj fazi projekta se ne može započeti ukoliko se nisu ispunili svi dizajnom predviđeni kriterijumi. Tokom faze ispitivanja rizika, u toku analize projektovanog projekta razvoja proizvodnje, definišu se i negativni uticaji susednih faza na projektu i način na koji se oni mogu sprečiti.

Dinamičnost u razvoju novih proizvoda i inoviranju postojećih je osnova svih promena u PPS-u.

U pojednostavljenom obliku, da bi se ostvario projekt sa efektivnim ekonomskim efektom, faze projekta razvoja proizvodnje određenih proizvoda mogu se okarakterisati na sledeći način:

1. Definirati potrebe tržišta za proizvodom
2. Definirati konceptualni dizajn i potencijalna rešenja proizvoda
3. Definirati optimalno rešenje u odnosu na definisane potrebe u materijalu, troškove i vremenske rokove
4. Razvoj i pokretanje rešenja
5. Predlog dizajna proizvodnje

Tokom svake faze projekta mogu se koristiti različite metodologije dizajna. Na primer Quality Function Deployment (**QFD**) se može primeniti tokom prve faze da bi se definisali svi zahtevi kupaca i inkorporirali u dizajn proizvoda. Osnovni cilj ove metode je razvoj metode za ugradnju zadovoljstva kupca u proizvod pre same njegove izrade. Pre razvoja ove metode, (Shigeru Mizuno i Yoji Akao 1960) metode obezbeđivanja kvaliteta proizvoda su se primenjivale tokom ili nakon same proizvodnje. Tokom početnog stadijuma razvoja proizvoda, da bi se pojednostavila tranzicija od dizajna do proizvodnje korisno je koristiti metodologiju **DFM** (Design For Manufacture). DFM predstavlja pristup dizajnu proizvoda u kome je proces proizvodnje proizvoda prioritet dizajnera.

Cilj je omogućiti proizvodnju sa najnižim troškovima. Na taj način dizajn proizvoda se poverava multifunkcionalnim timovima, sa značajnim faktorom da dizajn proizvoda moraju odobriti inženjeri iz proizvodnje, zasnovano na parametrima proizvodnje dizajniranog proizvoda.

Često je korisno koristiti nekoliko metodologija dizajna istovremeno i na taj način primeniti filozofiju Konkurentnog Projektovanja o kojoj je ranije bilo reči. Na taj način (I) Dizajn za proizvodnju (DFM), (II) dizajn funkcionalnosti, rukovanja materijalom, optimalnih rešenja u toku proizvodnje i (III) Izbor odgovarajućeg procesa proizvodnje, koji uključuje osnovne troškove proizvodnje, koeficijente iskorišćenja materijala itd., mogu se paralelno(konkurentno) primenjivati rezultujući u smanjenu vremena razvoja proizvodnje. Sveukupno, na taj način, kvalitet proizvoda, pouzdanost, funkcionalnost i zadovoljstvo kupaca se povećavaju dok je proizvodni sistem optimiziran za proizvodnju dobara efikasno i sa najnižom cenom.

Razvoj i priprema proizvodnje industrijskih proizvoda treba da bude sadržiski određena s obzirom na:

- a) tehnološko-tehničke specifičnosti
- b) razgraničenje sa redovnom proizvodnjom

a) Proizvodi prerađivačke i procesne industrije poseduju izvesne specifičnosti koje se reflektuju na razvoj i pripremu proizvodnje. Kod proizvoda prerađivačke industrije zastupljena je diskontinualna tehnologija, dok ista mašina može izvršavati određenu operaciju na više različitih delova koji su sastavni delovi raznih proizvoda. Jedan proizvod može biti sastavljen iz više različitih delova, 6-8 hiljada delova kod automobila npr.

Procesi u procesnoj industriji su podvrgnuti kontiniranoj tehnologiji izrade u svom osnovnom delu (ambalaža i slično se ovim ne podrazumeva). Uobičajno je da se za proizvod koristi oprema (delimično ili potpuno) koja odgovara tom proizvodu, čime je kontinuitet od prve do zadnje operacije obezbeđen što je izrazita prednost u poređenju sa prerađivačkom-diskontinualnom proizvodnjom. Ali time je važnija ispravnost svakog uređaja u nizu. Ukupan efekat celog postrojenja ugrožava svaka «karika» u lancu povezanih uređaja.

U poređenju sa prerađivačkim uslovima, gde ispitivanje prototipa predstavlja funkcionalnu verifikaciju novog proizvoda, u procesnoj proizvodnji to je nešto složenije, jer pored laboratorijskog dobijanja novog proizvoda proces se veoma često zaokružava pilot-postrojenjem. Veliki broj proizvoda procesne industrije ostao je nekomercijalizovan, jer nije praćen proces osvajanja sa ekonomski opravdanim industrijskim postrojenjem.

b) Razvoj i priprema proizvodnje proizvoda je prema klasičnom postupku odvojen od proizvodnje. Tako se u uslovima prerađivačke-diskontinualne proizvodnje priprema može smatrati okončanom sa:

- izradom nultog komada (prototipa)
- i/ili nultom serijom

Opređenje za jednu od alternativa zavisi najviše od masovnosti buduće proizvodnje u skladu sa potrebama tržišta.

Obzirom na postojanje posebnog postrojenja u uslovima procesne kontinualne proizvodnje priprema se u ovom slučaju može smatrati okončanom, sa uhodavanjem funkcionisanja postrojenja, odnosno dobijanjem očekivanog, projektovanog kvaliteta i kapaciteta novog proizvoda.

Prema tome, proces razvoja i pripreme proizvodnje novog ili inoviranog proizvoda se može smatrati okončanim u trenutku kada su proverene tehničko-tehnološke mogućnosti za normalnu proizvodnju.

Usklađivanje sa rokovima isporuke, kapacitetima i ostalim resursima je takođe značajan kompleks aktivnosti koji se definiše operativnom ili neposrednom pripremom proizvodnje.

Sa razvojem software-skih paketa (CAD, CAM i drugi) te kompjuterski upravljanih mašina (CNC) i čitavih postrojenja u procesnoj industriji, kao i sa nastojanjima da se izađe u susret individualiziranim potrebama potrošača, neke od bitnih tačaka razgraničenja pripreme i proizvodnje gube na oštini.

Sve brojniji radni sadržaji u okviru razvoja i pripreme proizvodnje imaju odgovarajuće programske pakete, od kojih s obzirom na vreme potrebno za tzv. klasičan način, najvažniji je CAD i slični programski paketi za izradu crteža, što je od posebnog značaja za ubrzavanje i ekonomičnije obavljanje pripreme za proizvodnju. To se jednako odnosi na tehničke proračune, simulacije i sve brojnije ekspertne sisteme.

Operativna odnosno **neposredna priprema** pokriva sledeće aktivnosti:

- operativno planiranje proizvodnje,
- terminiranje proizvodnje,
- obezbeđenje svih potrebnih resursa u odgovarajućim količinama (proizvodne opreme, repro-materijala, alata i pribora, energenata i pomoćnih materijala i drugog) u vremenu (prema terminima iz planova) i prostoru (po radnim mestima),
- distribucija nosilaca informacija sa podlogama za radne zadatke po radnim mestima (operacione i instrukcione liste).

Cilj operativne pripreme je u obezbeđenju svega što je potrebno u pravo vreme i na pravom mestu radi izvršenja dodeljenog zadatka, a što su osnovne karakteristike Just-in-time (JIT), o čemu će više reći biti kasnije, sa nešto širim definicijama, ali prožeto istim motivom.

Izneti uslovi opredelili su razvoj softwara-skih rešenja u ovom području kao što su CAM, MRPII i niz drugih.

6.1. PLANIRANJE PROCESA POMOĆU RAČUNARA

Planiranje procesa prevodi informaciju o dizajnu proizvoda (geometrijski input) u stadijume procesa i instrukcije o efikasnoj proizvodnji. Slično drugim funkcijama razvoja proizvoda i dizajna, planiranje procesa je razvijano uz pomoć kompjutera u computer-aided process planing (CAPP). CAPP podržano većim brojem alata podržanih računarom može biti efikasnije u korišćenju resursa za proizvodnju pojednostavljenjem i unapređenjem planiranja procesa.

Aktivnosi planiranja procesa

Planiranje procesa je aktivnost proizvodnog inženjerstva, koje je posvećeno pripremom detaljnog seta planova i instrukcija za proizvodnju proizvoda.

Planiranje procesa počinje sa inženjerskim crtežima, specifikacijama, sastavnicama i predviđanjem zahteva. Ishod planiranja procesa može biti u vidu:

Trasiranje, koje specifikira sekvece operacije, radne centre, obradu i pribor.

Plan procesa koji tipično obezbeđuje više detalja, radne instrukcije korak po korak koje uključuju dimenzije vezane za individualne operacije, parametre mašinske obrade, instrukcije podešavanja, i tačke za proveru obezbeđenja kvaliteta.

Proizvodne (radioničke) crteže, koji za razliku od inženjerskih (projektnih) crtežima bliže definišu deo.

Iako je Planiranje Procesa generički termin, česta je primena planiranja procesa za raspored opreme kao planiranje rasporeda, ili određivanje tačaka provere kvaliteta kod planiranja kvaliteta.

Planiranje procesa uz pomoć računara (CAPP)

Pre CAPP-a, planiranje procesa se radilo ručno. Ručno planiranje procesa se zasniva na iskustvu proizvodnog inženjera i poznavanju proizvodnih postrojenja, opreme, kapaciteta, procesa i alata. Planiranje procesa na ovaj način je veoma zahtevno što se tiče trošenja vremena i rezultati variraju zavisno o osobi koja ga radi.

Manualno planiranje procesa je pojednostavljivano primenom osnovne klasifikacije delova u klase i onda razvojem standardizovanih planova procesa za ove familije delova. Kada se

uvodi novi deo, plan procesa za taj deo mora se ručno uspostaviti, označiti i formulisati u konačnoj formi. Iako je to unapredilo produktivnost, nije unapredilo kvalitet planiranja.

U početku, CAPP bilo je ograničeno na elektronsko storiranje planova procesa nakon njegovog završetka, modificiranje za novi deo i printanje plana.

Ovaj polazni pristup pomoći računara je evaluirao u ono što je sada poznato kao «varijant» CAPP. Variant CAPP je zasnovan na Grupnoj Tehnologiji (GT) kodiranja i klasifikacije za identifikaciju većeg broja osobina ili parametara elemenata proizvoda ili proizvoda. Ovi atributi omogućuju sistemu da odabere osnovni plan procesa za familiju delova i obavi veliki deo planiranja. Ostali rad završava planer modifikacijom finog podešavanja plana. Osnovni planovi procesa storirani u kompjuteru su ručno uneti standardizovani planovi razvijeni upotrebom akumuliranog iskustva i znanja.

Sledeći stadijum u razvoju je generišući CAPP. Generišuće planiranje procesa određuje pravila odlučivanja zasnovano na grupnu tehnologiju delova, odnosno takođe koristi tehnologiju kodiranja. Rezultujući plan procesa zahteva minimalnu manualnu interakciju i modifikaciju (na primer unos dimenzija). Čisto generišući sistem koji može proizvesti celokupni plan procesa na osnovu klasifikacije komada i drugih dizajnerskih podataka je cilj za budućnost. Ovakav tip čisto generišućeg sistema uključivaće upotrebu veštačke inteligencije za izradu planova procesa i biće potpuno integrisan u CIM okruženje.

Dalji iskorak u ovom stadijumu je dinamičko, generišući CAPP, koji će uzeti u obzir kapacitete mašina i postrojenja, mogućnosti izrade alata, radne centre i raspored opreme kao istatus opreme (npr. zastoje usled održavanja) u razvoju planova procesa. Dinamički, generišući CAPP zahtevaće tesnu integraciju sa sistemima planiranja

proizvodnih resursa, pratiće trenutnu situaciju akvizicijom podataka iz rada postrojenja. CAPP će direktno davati podatke kontrolorima procesa ili, u manje automatizovanom okruženju, davati grafikone o stanju i rasporedu opreme i tokovima materijala u vezi sa tokom razmatranog procesa.

6.1.1. CAD/CAM

Computer Aided Draughting (*u nekom izvorima Design*) (CAD) ili Crtanje pomoću računara, je izvršilo revoluciju u procesu dizajna. U poređenju sa tradicionalnim tehnikama crtanja, proizvođači mogu raditi efikasnije korišćenjem CAD sistema jer mogu ostvariti bolji dizajn brže i sa nižom cenom.

CAD

Dizajner sa lakoćom može da koristi CAD sistem za generisanje višestruko povezanih, kompleksnih, objekata i njihovo pozicioniranje prema zahtevima. Dalje, mogućnost CAD sistema da stori entitete omogućava korisniku da izabere širok varijetet često korišćenih delova iz formirane interaktivne baze. Ovo unapređuje kvalitet i verodostojost crteža kao i brzinu njihove izrade.

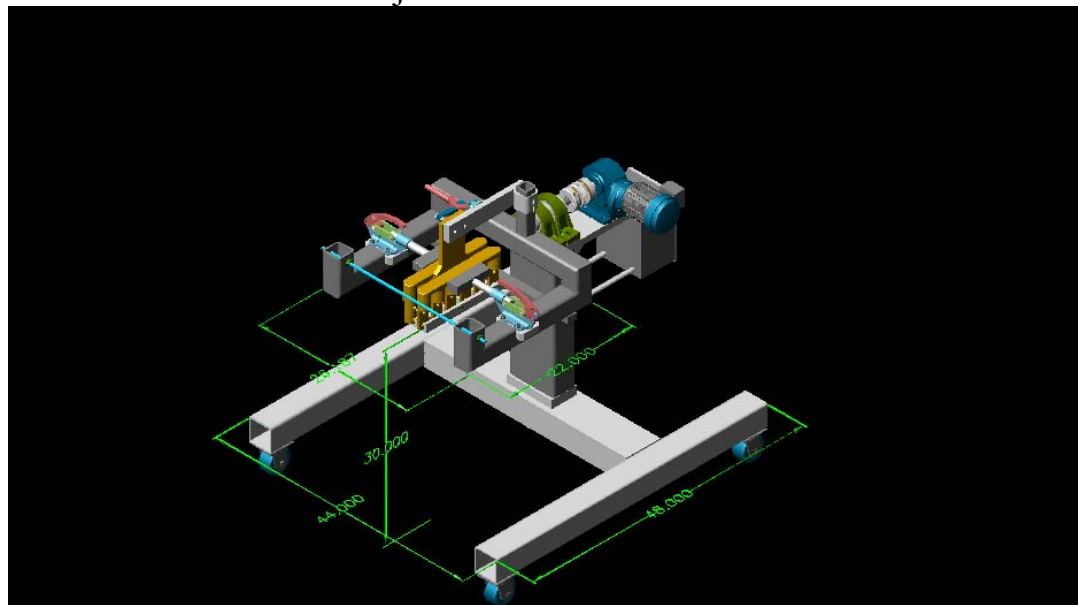
Prednosti CAD sistema se mogu opisati prema:

- Mogućnost zumiranja u smislu uvećanja ili smanjena površina kada se radi u srazmeri.
- Uporeba automatskih nagiba, prečnika lukova i dimenzija.
- Mogućnost: cut, copy, paste, rotacije, prikazivanja negativa i projekcija obejekata.
- Veliki varijetet senčenja objekata i različitih fontova slova.
- Mogućnost jednostavne modifikacije postojećih crteža.
- Mogućnost izrade 3D virtualnih modela.

Crteži kompleksnih sklopova mogu se jednostavno generisati upotrebom CAD sistema smeštanjem postojećih CAD crteža za delove sklopa u konačni crtež gotovog sklopa.

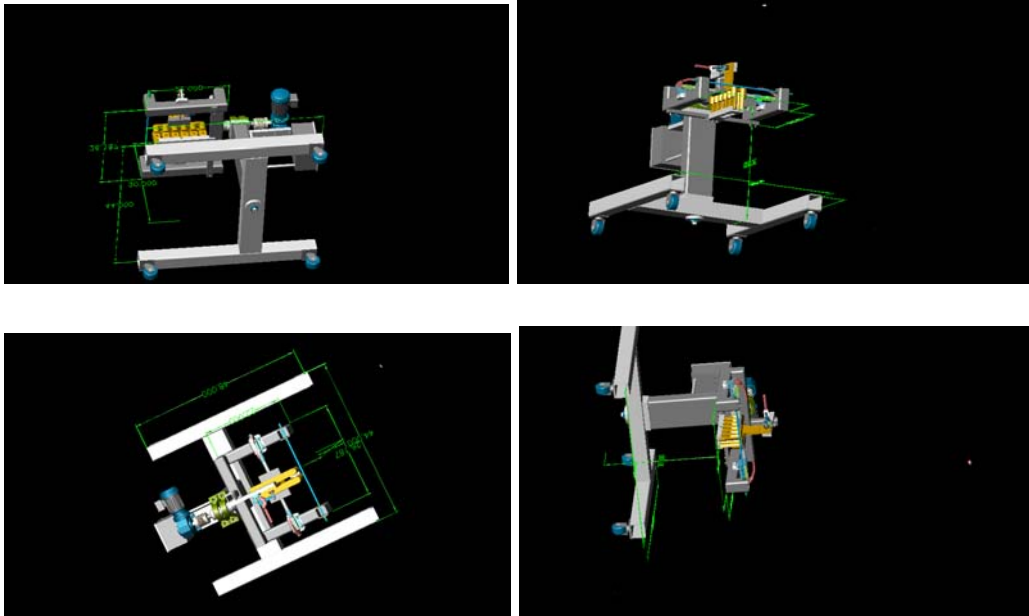
CAD sistemi su veoma pogodni za vršenje operacija koje se često ponavljaju, kao što je slučaj kod dizajna «familija» sličnih komponenti. Dodatno, CAD sistemi omogućavaju editovanje ili reviziju crteža kao i elektronsku transakciju putem email-a za brzu i efikasnu komunikaciju. Od geometrijskih 3D podataka, CAD sistem može izračunati masu komponenti, težište itd, za upotrebu u dodatnim proračunima. Mnogi CAD sistemi su sposobni za davanje geometrijskih podataka kod formiranja čvrstih modela i prototipa čime se vrši integracija sa RP tehnikama ranije obijašnjem.

Komercijalno je isplativo integrisati CAD sa CAM (Computer Aided Manufacture) gde je to moguće. CAM softver koristi geometrijske podatke iz CAD programa za generisanje instrukcija za kontrolu i upravljanje automatskih mašina i alata (CNC strugovi, bušalice, itd). Primer trodimenzionalnog modela uređaja za zavarivanje, urađen u AutoCAD software-u dat je na slici 25.



Slika 25. AutoCAD model uređaja za zavarivanje

Prednost 3D CAD softvera je što se ovako formirani model može rotirati u prostoru prema potrebama projekcije. Neki od pogleda datog modela dati su na slici 26.



Slika 26. Rotacija formiranog CAD modela

CAM

Razvoj CAM softvera omogućio je spregu CAD/CAM u cilju unapređenja industrije. Istorijski posmatrano, izbušena papirna traka (matrica) je upotrebljavana za programiranje Numerički Kontrolisane (NC) mašine, dok su kasniji modeli koristili mašinske kodove (npr. ASCII) koji su se ukucavali u tekst editor (*.txt). U oba slučaja, program je upravljao brzinom kretanja reznih alata, dubinom rezanja itd. Moderni CAD/CAM sistemi, ipak, automatski generišu kretanje alata na osnovu 3D CAD podataka i omogućavaju prethodnu simulaciju procesa mašinske obrade na ekranu računara.

Proširenje CAD/CAM je potpuno integrisanje svih aspekta proizvodnje upotrebom podataka generisanih računom. To je

proces poznat kao Computer Integrated Manufacture (CIM). Industija koja prihvata filozofiju fleksibilne proizvodnje koristi najviše razvijene CIM sisteme u cilju inkorporacije svih proizvodnih informacija u lokalno dostupnu bazu podataka. Sistemi kontrole i obezbeđivanja kvaliteta mogu biti inkorporirani u CIM sisteme.

6.1.2. ULOGA CAPP U CAD/CAM INTEGRACIJAMA

U cilju obezbeđivanja NC instrukcija CAM opremi, moraju biti donete osnovne odluke koje se tiču upotrebe opreme, alata i sekvenci operacija. Ovo je funkcija CAPP-a. Bez nekih elemenata CAPP-a integracija CAD/CAM ne bi bila moguća. Na taj način CAD/CAM sistemi koji generišu kretanje alata i NC programe, uključuju određene elemente CAPP-a.

Prednosti CAPP-a su:

- Smanjenje napora na planiranju procesa
- Direktna ušteda na radnoj snazi
- Ušteda materijala
- Smanjenje škarta
- Ušteda alata
- Smanjenje rada u procesu

Dodatno, postoje i posredni benefiti kao što su:

- Smanjenje vremena planiranja procesa
- Veća usaglašenost plana procesa
- Pristup savremenim podacima u centralnoj bazi podataka
- Unapređene procedure procene troškova i manje grešaka proračuna

- Unapređen vremenski raspored proizvodnih operacija i korišćenje kapaciteta

Unapređena mogućnost uvođenja nove tehnologije proizvodnje i brzog osavremenjavanja planiranja procesa za primenu naprednije tehnologije.

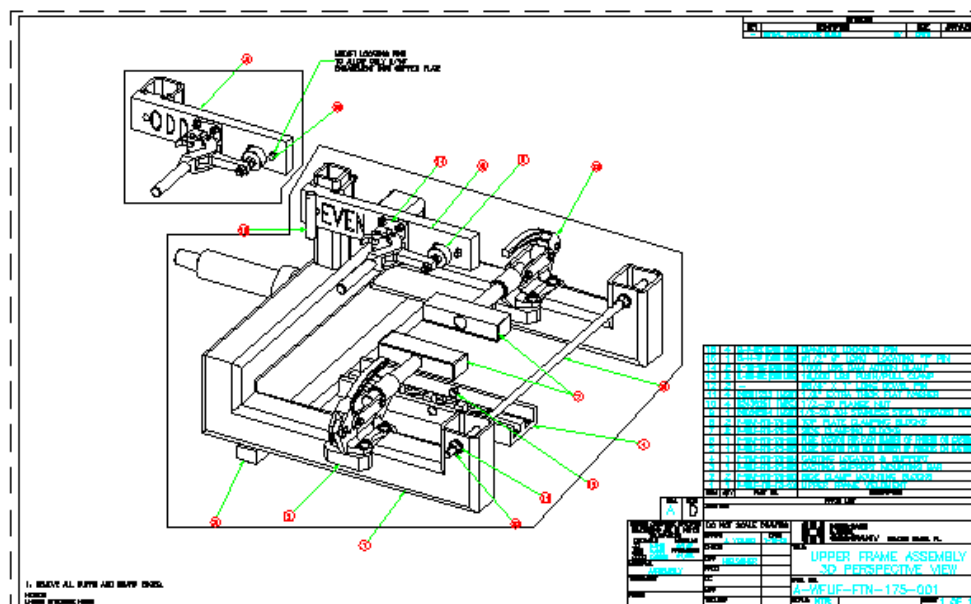
6.2. PROJEKTOVANJE I KONSTRUISANJE

U izradi proizvoda polazna pripremna aktivnost predstavlja projektovanje i konstruisanje proizvoda. Uz Pretpostavku da su poslovi istraživanja ranije obavljeni. Rezultati istraživanja su, prema tome, osnova za delatnost organizacione jedinice za projektovanje i konstruisanje, koja obuhvata sledeće glavne zadatke:

- projektovanje i proračun dimenzija elemenata proizvoda
- konstruisanje sklopova i delova
- izrada, umnožavanje i održavanje tehničke dokumentacije,
- sprovođenje izmena u tehničkoj dokumentaciji,
- kontrola tehničke dokumentacije.

Tehnička dokumentacija obuhvata:

- crteže (sklopne i za svaki deo pojedinačno) koji sadrže informacije o obliku, dimenzijama i uzajamnom položaju delova u sklopu. Primer sklopnog crteža uređaja za zavarivanje, prikazanog na slikama 25 i 26, dat je na slici 27.



Slika 27. Sklopni crtež uređaja za zavarivanje

Bitan element rada na razvoju proizvoda je sastavnica, prikazana u desnom uglu na crtežu 27. U daljem tekstu biće dati opis i uloga sastavnice.

Sastavnica sadrži popis svih delova koji sačinjavaju proizvod (sklop) sa podacima o:

- materijalu od koga deo treba napraviti (vrsta, dimenzije, količina)
- oznakama na crtežu
- drugo

Primer sastavnice dat je na slici 28.

TEHNIČKI FAKULTET BOR		SASTAVNICA				List 1 Listova 1
Tip						Radionica (linija)
Kom / tipu						
Sastavni delovi						
Osnovni br.	Broj crteža	Naziv dela:			Radion. iz koje dolazi	Komada po sklopu

Slika 28. sastavnica

Sastavnica je sa stanovišta organizacije proizvodnje naročito značajan dokument, ona je nosilac informacija. Njen osnovni značaj proizilazi iz činjenice da bez sastavnice nije moguće sagledati celinu proizvoda u smislu obezbeđenja potrebnih količina pojedinih delova i materijala za njegovo kompletranje.

Pored toga, sastavnica, naročito kod proizvoda sastavljenih od više delova, služi kao podloga za planiranje toka proizvodnog procesa.

6.3. PROJEKTOVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA I RAZRADA TEHNOLOŠKIH POSTUPAKA

Na osnovu projektnih crteža i sastavnice za proizvod, pristupa se daljim aktivnostima na pravljenju delova, sklopova i proizvoda.

Način izrade zavisi od tehnologije, odnosno razrađenog tehnološkog procesa. *Pod tehnološkim procesom* se podrazumevaju redosled i način izvođenja pojedinih operacija radi dobijanja proizvoda određenih svojstava. Proizvod, odnosno njegovi elementi, mogu se u savremenim uslovima izraditi na više načina te u okviru plana proizvodnje treba izabrati najoptimalniji.

Između raznih mogućnosti za izradu, bira se napovoljniji, znači i najjeftiniji tehnološki proces koji podrazumeva:

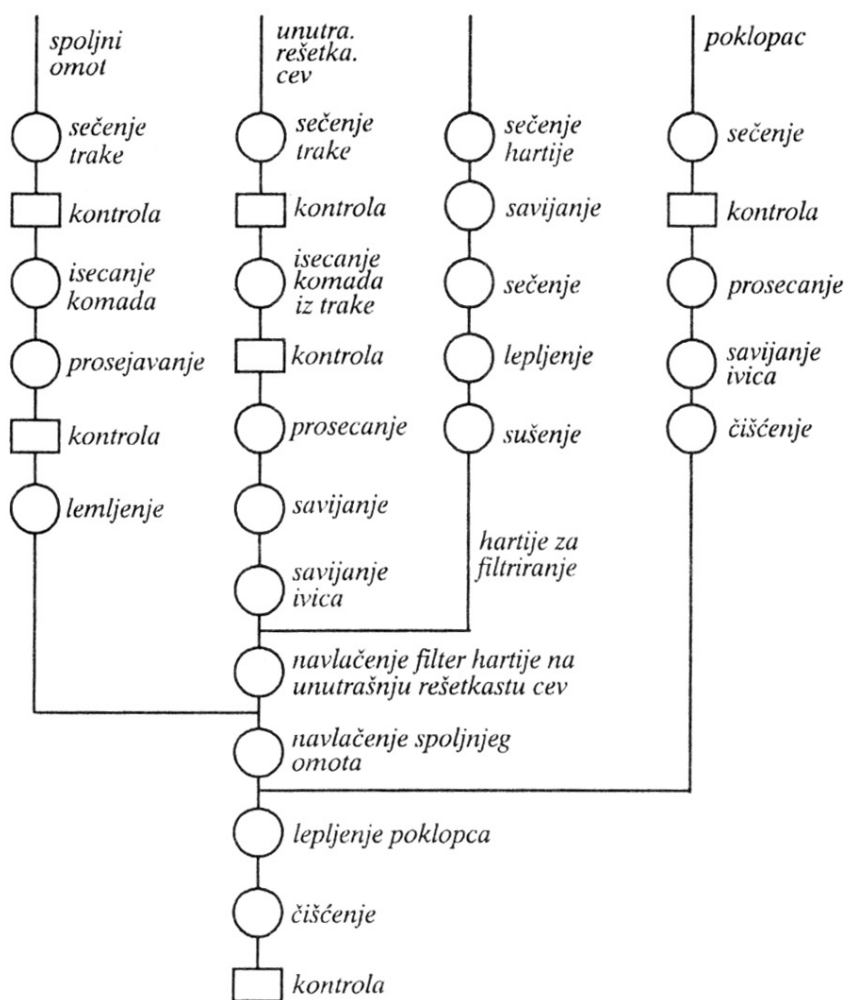
- najmanje utrošeno vreme rada i
- najmanju količinu materijala.

Utrošak rada i materijala preračunate vrednosti, predstavlja troškove izrade o kojima će više reči biti kasnije. Prema tome, bira se tehnološki proces sa najnižim troškovima izrade. Na taj način se snižavaju troškovi proizvodnje i doprinosi se povećanju dobiti. Otuda proističe značaj kvalitetnog obavljanja zadataka u okviru projektovanja tehnoloških procesa i razrade tehnoloških postupaka, koji obuhvataju:

- razradu tehnološkog procesa izrade za svaki deo na osnovu odgovarajućeg crteža;
- izbor tehnološkog procesa sklapanja delova u sklopove, a sklopova u proizvode;
- definisanje opisa izvođenja svake pojedine operacije, što uključuje i izbor mašine i alata, kao i uslove njihovog korišćenj;
- proračun tehnološkog vremena za svaku operaciju;
- određivanje nivoa stručnosti za podobnog izvršioca za svaku operaciju;
- određivanje potrebne količine materijala za izradu svakog dela i

- određivanje načina kontrole kvaliteta procesa.

Pregled tehnološkog procesa, operacija i njihovog redosleda dobija se na osnovu "karte toka procesa" (vidi sliku 29). Svaki krug označava jednu operaciju, a njihov redosled se vidi iz međusobnog položaja krugova koji označavaju operacije. Svaka grana predstavlja jedan deo u sklopu. Na mestu sustizanja pojedinih grana, delovi se montiraju u sklop. Grane sklopova i eventualno delova, sustižu se na mestima gde se montira celina proizvoda. Osim preglednosti procesa u celini, koji omogućava karta toka procesa, ona je veoma pogodna i za potrebe planiranja proizvodnje. Pored toga, na njoj je vidljiva zavisnost delova i sklopova u okviru procesa montaže.



Slika 29. Karta toka procesa

Karte toka procesa koriste pet simbola za opis stanja sistema, kao što su: operacija, kontrola, transport, zastoj i skladištenje. Slika 29.a prikazuje simbole i njihovo značenje u različitim kartama toka procesa.

	Karta toka procesa (za radnu snagu)	Karta toka procesa (za materijal)
Simbol		
	Operacija	Operacija
	Transport	Transport
	Zastoj	Zastoj
	Kontrola	Kontrola
	Ne koristi se	Skladištenje

Slika 29.a) Oznake tokova materijala i radne snage

Prilikom razrade tehnoloških postupaka za pojedine operacije, treba imati u vidu:

- karakteristike raspoloživih mašina u proizvodnim odeljenjima i
- opterećenost postojećih mašina na proizvodnim zadacima.

Uvid u karakteristike mašina ostvaruje se preko posebne kartoteke mašinskih karata. Svaka mašinska karta sadrži sve bitne osobine mašina od kojih zavisi mogućnost njenog korišćenja. Na slici 30 dat je prikaz standardne mašinske karte. Tehnolog, stručno lice

koje radi na razradi tehnoloških postupaka, treba obavezno da koristi podatke iz mašinskih karata kada obavlja svoj posao.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MAŠINSKA KARTA ZA STRUG																								Radionička oznaka							
Naziv Proizvođač Isporučilac																	Tip: Fabri. broj: God. izrade: God nabavke:							Inv. broj:							
																								Radna mesta:							
																								Pripada grupi:							
TEHNIČKI PODACI MAŠINE																	Posebni uređaji:														
opseg rada visina šiljaka nad suportom mm; N. suportom mm																								klasa mesto troškova							
razmak šiljaka mm																								stepen tačnosti							
glava rad. vretena zavoj ϕ mm; korak; duž. mm																															
konus spolja																															
konus iznutra																								naročito podesan za:							
dimenzije cilindra mm;																															
dužina cilindra mm;																															
povrt. radnog vratila																															
suport																	slika mašine i mere osnove:														
automatski suport sa 2 poprečna klizača																															
presek noža mm;																															
konjić mm;																															
konus šiljka																															
posteljica mm;																															
korak vodećeg vretena mm;																															
pribor stezna ploča ϕ																															
lineta, nepomično do ϕ																															
pumpa za hlađenje																															

Slika 30. Mašinska karta

Iz podataka o planiranom i ostvarenom korišćenju pojedinih mašina, dobija se slika stanja opterećenosti postojećih proizvodnih kapaciteta - mašina. To treba, takode, u granicama mogućnosti da bude osnova za izbor mašina pri razradi tehnoloških postupaka. Na taj način bi se postiglo racionalnije, potpunije i ravnomernije korišćenje mašina. U skladu sa dostignutim nivoom automatizacije obrade podataka, projektovanje tehnologije izrade moguće je:

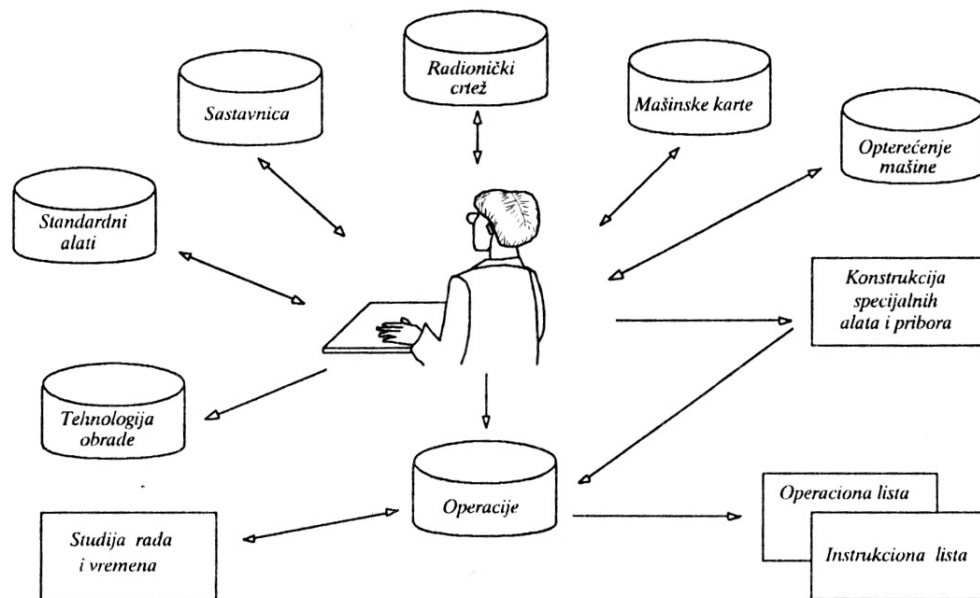
a) oslanjajući se na baze podataka

b) automatski uz korišćenje programskih paketa CAM

U prvom slučaju tehnolog za razradu tehnoloških postupaka koristi sledeće baze podataka:

- mašinske karte za podatke o karakteristikama mašina
- stanje opterećenja, angažovanosti mašina
- podatke o standardnim alatima.

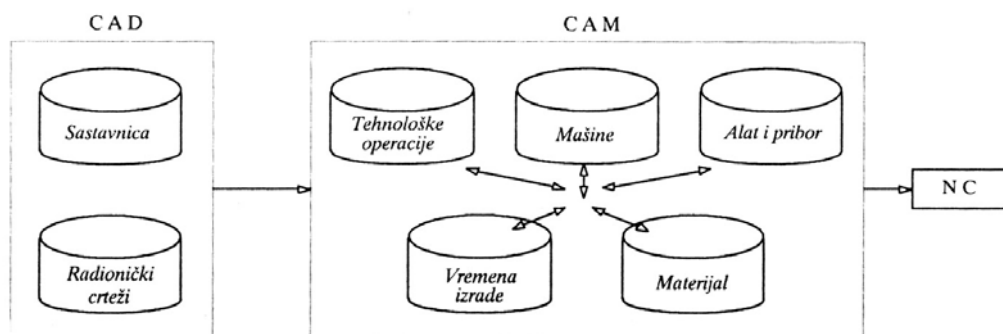
Na slici 31 dat je shematski prikaz odnosa menadžera proizvodnje i baza podataka i osnovnih nosilaca informacija kao "izlaza" u njegovom radu.



Slika 31. Odnos menadžera proizvodnje i različitih baza podataka

Baze podataka sa operacijama se upotpunjuju sa podacima o specijalnim alatima i priborima, kao i normalnim vremenima izrade na osnovu izveštaja konstruktora alata i pribora i studije rada i vremena.

U drugom slučaju korišćenja CAM pretpostavlja puni oslonac na CAD, odnosno njihovu integraciju. Na osnovu izlaza CAD-a, CAM pruža mogućnost automatskog projektovanja tehnologije izrade, o čemu je već bilo reči u prethodnom tekstu. Na slici 32 dat je shematski prikaz CAD/CAM integracije



Slika 32. Integracija CAD/CAM u cilju projektovanja i razrade tehnološkog procesa

U zavisnosti od izabrane mašine i osobina radnog predmeta, usvajaju se alat, pribor i sl, već prema tome šta je potrebno za obavljanje operacija. U načelu, javljaju se dve situacije:

- a) kada potrebu zadovoljava standardni alat, onda je uglavnom posao u ovoj fazi okončan,
- b) ako su potrebe specifične, neophodno je projektovati specijalan alat ili pribor. Onda se daje ideja, tj. osnovni elementi koji treba da posluže konstruktorima za konstruisanje alata. U toku konstruisanja alata tesno sarađuju tehnolozi i konstruktori alata da bi konstrukcija alata što potpunije zadovoljila potrebe proizvodnje.

Izabrana mašina, stručna sadržina i složenost operacije koju treba obaviti, osnova su za određivanje struke i nivoa stručnosti radnika izvršioca.

U skladu sa usvojenim postupkom izrade jednog dela, njegovim

INSTITUT MAŠINSKOG FAKULTETA BEOGRAD		INSTRUKCIONI LIST						List Listova
Zah- vat	SADRŽAJ RADA	kontrola		poz.	tga	tpa	A L A T I	
		ozn.	uča.	ala.	tgr	tpr	poz.	OZNAKA
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Slika 34. Instrukciona lista

Upotrebljene oznake u nosiocima informacija na slikama 33 i 34, predstavljaju određenu karakteristiku proizvoda ili procesa. Tako, npr. DKV je šifra dobrog kvaliteta, dok je ŠKV šifra škarta. Ove oznake nisu standardizovane i svaka organizacija koristi odgovarajuće skraćenice i početna slova prilikom označavanja zaglavlja pojedinih kolona, odnosno redova.

6.3.1 Osnove grupne tehnologije

Individualan tretman razrade tehnološkog postupka za svaki pojedini deo, zahteva veliki utrošak vremena od strane tehnologa u tehničkoj pripremi. U takvim uslovima, neizbežno je obnavljanje celokupne tehnološke razrade i u onim delovima obrade koje su već jednom razrađivane. Pored nepotrebnog utroška vremena, neujednačena razrada zavisno od subjektivnih faktora, stvara dopunske teškoće i komplikacije.

Ovako neracionalan način rešavanja ovih problema nagonio je na razmišljanje. Iz navedenih razloga razvijen je model klasifikacije tehnoloških procesa i operacija, što je stvorilo povoljne uslove za

daleko racionalnije rešavanje navedenih problema.

Na taj način formirana je tipizacija tehnološkog procesa u čijoj osnovi leži klasifikacija delova u klase, podklase, grupe i tipove. Bitno je naglasiti da je za pokušaje klasifikacije, karakteristična težnja da se dođe do tipiziranih tehnoloških procesa kao osnove za zajedničku tehnološku razradu tehnoloških postupaka za grupu delova. Na taj način ostvarena je takozvana tipska tehnologija.

Razvijajući dalje ove mogućnosti, razvijen je sistem klasifikacije koji je dobio naziv Grupna tehnologija.

Suština grupne tehnologije (ili obrade) sastoji se u klasifikaciji delova u grupe, koje pri obradi zahtevaju istovrsnu opremu i zajedničku pripremu i podešavanje mašina.

Uvođenje grupne tehnologije (obrade) zahteva obavljanje sledećih radnji:

- klasifikaciju delova prema usvojenim kriterijumima,
- razradu tehnološkog procesa za grupu srodnih delova
- projektovanje grupnih alata i pribora,
- modernizaciju opreme,
- organizaciju grupnog lansiranja.

Glavna prednost grupne obrade je u tome što se zahvaljujući ovako zamišljenoj klasifikaciji, ponekad primenuju metode obrade prilagođene serijskoj proizvodnji na delove koji se javljaju pojedinačno ili u veoma malom broju komada.

Pored unapređenja metoda obrade, uveden sistem grupne obrade omogućava znatno uprošćavanje i ubrzavanje razrade tehnoloških postupaka na jednom znatno višem nivou.

Grupna tehnologija predstavlja ključnu tekovinu za prodor naučnog

pristupa na područje projektovanja i razrade tehnoloških procesa i operacija. Stvaranje proizvodnih sistema u biti počiva na korišćenju grupne tehnologije. Kompjuterska podrška (CAM) takođe u jednom svom delu koristi principe i tekovine grupne tehnologije.

6.4. NORMIRANJE UTROŠKA DIREKTOG MATERIJALA

U industrijskoj proizvodnji za dobijanje finalnog, gotovog, proizvoda troše se određene vrste direktnog materijala u odgovarajućim količinama. Ovo je određeno projektantskim, odnosno konstruktivnim, te tehnološkim rešenjima. Bez obzira na nivo automatizovanosti pripreme i same proizvodnje, nezamisliv je industrijski proizvod u koji nije ugrađena izvesna količina direktnog materijala. Otuda sa postojanjem industrijske proizvodnje trajaće interes za postupke izračunavanja potrebnih količina ugrađenog direktnog materijala bilo kao sirovine, delova ili sklopova sastavljenih od više ili manje delova, odnosno podsklopova.

Trajni interes za optimizaciju trošenja direktnog materijala u industrijskoj proizvodnji postoji iz sledećih osnovnih razloga:

1. Progresivni rast količina industrijskih proizvoda uzrokuje intenzivirano smanjivanje prirodnih zaliha rudnih i drugih nalazišta. Futurološka predviđanja nagoveštavaju iscrpljivanje rezervi nekih ruda za nekoliko decenija. Zamena sa novim sintetičkim materijalima delimično odlaže suočavanje sa pomanjkanjem sirovina, ali ne omogućava razrešenje problema materijalnih resursa u celini.

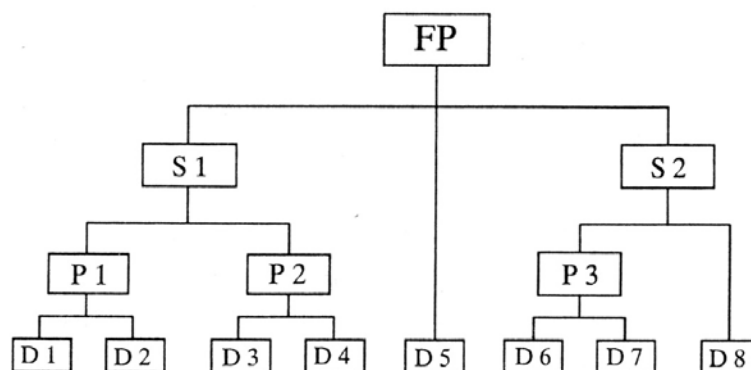
2. Relativno visok procenat učešća vrednosti utrošenog direktnog materijala u ceni koštanja jedinice industrijskog proizvoda neposredno uslovljava visok nivo jedinične cene koštanja, pa svaka ušteda u direktnom materijalu, i manja, izražena u procentima od vrednosti utrošenog direktnog materijala, je veća u apsolutnom

iznosu. (Opšti značaj ovog razloga donekle se relativizira obzirom na stepen privredne razvijenosti. Naime, u najrazvijenijim zemljama procentualno učešće troškova direktnog materijala u jediničnoj ceni koštanja industrijskog proizvoda u metalnom kompleksu je 30% prema 50-60% u zemljama u razvoju, dok je u procesnoj industriji taj procenat 40%).

Sa stanovišta određivanja utroška direktnog materijala prikazana priroda stepena složenosti procesa proizvodnje, odnosno proizvoda svodi se na jednostvenu potrebu za utvrđivanjem normalne količine pojedinih vrsta direktnog materijala, koji se ugrađuje u jedan komad nekog proizvoda.

Pošto se polazi od potrebe da se utvrdi normalan nivo utroška direktnog materijala, onda se radi o postupku normiranja. **Prema tome, normativ utrošenog materijala je odreno učešće svih vrsta direktnog materijalu u odgovarajućim količinama, da bi se proizvela jedinica određenog proizvoda.**

Priroda nastanka složenih proizvoda, posebno sa stanovišta grupne tehnologije, u prerađivačkim granama industrije sa diskontinuiranim tehnološkim procesom, zahteva dekomponovanje finalnog proizvoda na svoje sastavne komponente, do najnižeg nivoa fizičkog rastavljanja na delove, kao što je dato na slici 35.



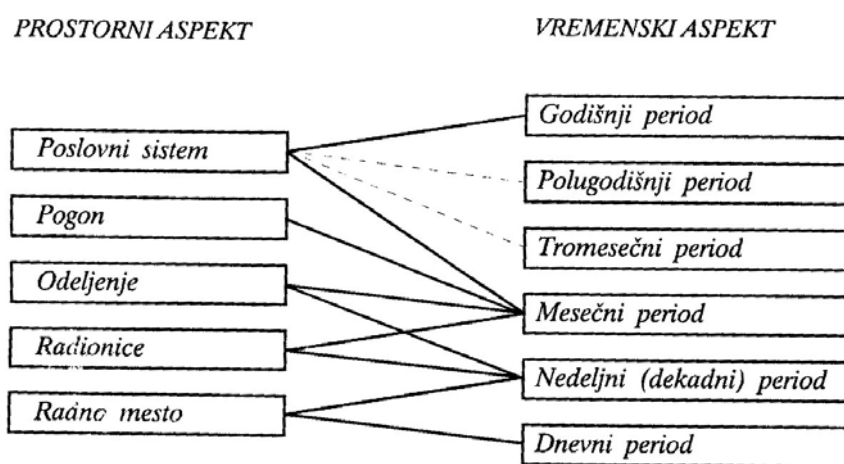
Slika 35. Dekomponovanje složenog proizvoda na komponente D-delovi, P-podsklopovi, S-sklopovi i FP-finalni proizvod

POGLAVLJE 7. ORGANIZACIJA NEPOSREDNE PRIPREME PROIZVODNIH PROCESA

Vrednost je ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu

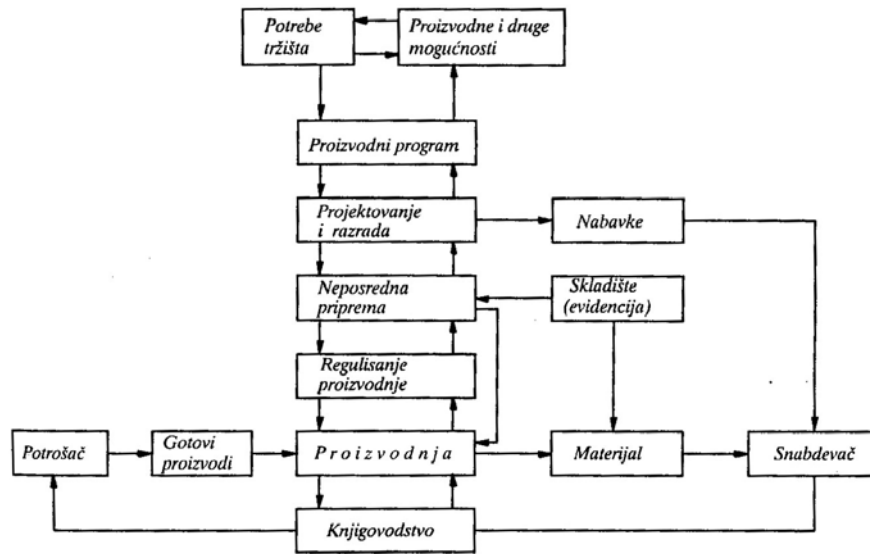
Proizvodni proces predstavlja sintezu brojnih uticajnih činioca.

Na slici 36. je dat shematski prikaz prostronog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa.



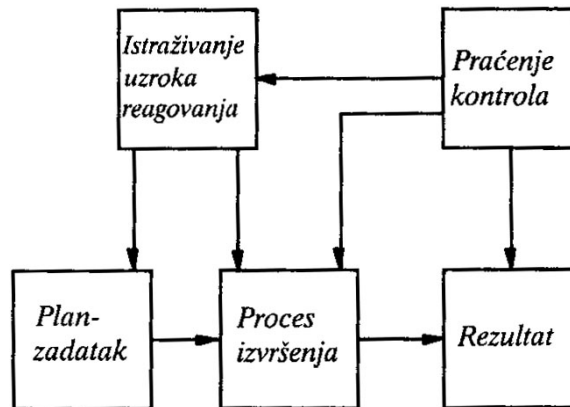
Slika 36. Veze prostronog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa

U neposrednoj pripremi proizvodnih procesa veoma značajno mesto pripada neposrednoj pripremi svih elemenata i samom izvršenju zadatka na osnovu projektovanih rešenja. Međutim, ulogu i zadatke neposredne pripreme proizvodnje treba sagledati u interakciji sa ostalim podsistemima, kako je predstavljeno na slici 37.



Slika 37. Priprema proizvodnje u interakciji sa ostalim podsistemima

Za savremene uslove industrijske proizvodnje, sa visokim nivoom mehanizacije i posebno automatizacije, veoma je važno izgraditi organizacionu strukturu koja će sadržati automatizam u funkcionisanju na bazi povratne sprege informacija, i obezbeđivanje regulišućeg (preventivnog) delovanja u cilju sprečavanja nastanka poremećaja funkcionisanja. U tom smislu, na slici 38 je dat **kibernetiski model organizacije** koji obezbeđuje navedene kvalitete.



Slika 38. Kibernetiski model organizacije

7.1. OPERATIVNO PLANIRANJE I TERMINIRANJE

Na osnovu godišnjeg proizvodnog programa, pristupa se razradi operativnih planova u vremenu i prostoru usklađeno sa datim proizvodnim uslovima.

Vremenski interval za operativni plan treba uskladiti sa dužinom proizvodnog ciklusa.

Obzirom na pravilo da je planiranje utoliko tačnije ukoliko je vremenski period planiranja kraći, vremenski interval za operativni plan se najčešće usvaja kraćim od mesec dana.

Zadatke definisane godišnjim planom treba u okviru operativnog planiranja raspodeliti:

- po pogonima, odeljenjima, radionicama, vodeći računa o tehnološkoj uslovljenosti pojedinih faza proizvodnje (čime se bavi operativno planiranje)
- prema rokovima završetka proizvoda, pridržavajući se pri tome preuzetih obaveza u pogledu planiranog roka isporuke ili potreba popunjavanja zaliha gotove robe (što je zadatak terminiranja).

Na osnovu podataka o trenutnom stanju u operativnom delu PPS-a, pristupa se izradi operativnog plana. Sadržaj operativnog plana obuhvata:

- a) razrađen proizvodni zadatak za svaki pogon, odeljenje, radionicu, po količini i vrsti.
- b) Rokove početka i završetka pojedinih elemenata proizvodnog zadatka,

- c) Specifikaciju potreba po vrstama i količinama u materijalu, delovima, poluproizvodima i drugom.
- d) Potrebe u radnoj snazi (po strukama i stepenu stručnosti) za pojedine pogone, odeljenja, radionice,
- e) Plan za izvršenje radova na održavanju mašina sa rokovima i specifikacijama potreba u materijalu, radnoj snazi i ostalo.

Logičan nastavak operativnog planiranja u smislu daljeg detaljnijeg definisanja u vremenu i prostoru predstavlja terminiranje. Suština terminiranja sastoji se u vremenskom usklađivanju toka tehnoloških operacija, pri čemu se polazi od rokova za završavanje proizvoda uz istovremeno što racionalije korišćenje mašina.

Za uspešno terminiranje treba sastaviti:

- plan opterećenja radnih mesta
- plan izvršenja zadataka po radnim nalogima

U metodološkom pogledu veoma je izraženo oslanjanje na podršku računara. U novije vreme javljaju se metode MRP-a i ERP kao najsavremeniji pristup.

Material Requirement Planning (MRP) je zavisni sistem zahteva koji proračunava potrebe u materijalu i planove proizvodnje kojima se zadovoljavaju poznate i predviđene potrebe prodaje. MRP pomaže u proračunu potreba u vremenu i količini za dostizanje procenjene buduće potrebe. Postoje tri osnovna tipa MRP sistema zasnovana na računaru: MRP I, MRP-zatvorena petlja i MRP II.

MRP I se koristi za kontrolu zaliha, planiranje proizvodnje i naručivanje ali ne i za planiranje kapaciteta. MRP I radi prema Glavnom planu proizvodnje koji sumarno prikazuje količinu i vreme završetka proizvoda. Preko Sistema upravljanja potrebama, MPS

uzima u obzir sve izvore potreba-tržište (narudžbine i predviđanja) i unutrašnje potrebe kao što su količina za promociju i R&D. Na osnovu toga, određuju se osnove za korišćenje radne snage i opreme, nabavku materijala i finansijskih sredstava.

Svaki proizvedeni produkt poseduje operacionu i instrukcionu listu u kojima su detaljno navedeni elementi (delovi) koji sačinjavaju konačni produkt, njihov sastav i vremena predviđena za njihovu izradu. Takođe je tu dat odnos komada u krajnjem proizvodu. Na osnovu ovih podataka, proizvodna vremena su prilagođ u smislu određivanja broja podsklopova i komada koji su potrebni, i kada su potrebni da bi se ispunio glavni plan proizvodnje.

Sistem MRP I je podržan sa podacima o zalihama. Na taj način sistem poseduje informaciju gde su zalihe smeštene i koliko je delova na zalihama.

Izlazne veličine MRP I sistema su narudžbenice, planovi materijala i radni nalozi koji pokreću kupovinu ili proizvodnju potrebnih delova.

MRP I na taj način smanjuje zalihe i povećava broj ciklusa obnavljanja zaliha, pri čemu uzima u obzir vremena isporuke delova. Zalihe se posmatraju kroz svaki proces prema detaljnom, vremenskim planovima proračunatim na osnovu operacione liste. Kako planiranje kapaciteta nije integrisano u MRP I sistem, postoji opasnost da će glavni plan proizvodnje predviđati obavljanje posla bez obzira dali operaciona jedinica ima kapacitet ili ne. Dodatno, MRP I sistem pretpostavlja fiksno operaciono okruženje sa fiksnim ciklusima što se tiče potrošnje materijala. Ipak, varijacija vremena potrebnog za manipulacijom materijalom u različitim uslovima, i drugi faktori, svedoče o tome da su vremena trajanja ciklusa daleko od fiksnih. Na taj način MRP I sistemi imaju poteškoće pri radu sa promenjivim vremenima trajanja ciklusa.

MRP-zatvorena petlja je odgovor na nedostatke MRP I. Ovi sistemi pored zaliha kontrolišu i kapacitete. Oni sadrže povratne petlje (Kibernetički model organizacije), koje potvrđuju da su urađene provjere kapaciteta da bi se ustanovilo da su planovi proizvodnje izvodljivi. Gotovo svi osnovni MRP sistemi su sada sistemi sa zatvorenim povratnom spregom (petljom). Oni koriste tri rutine planiranja da bi uporedili planove proizvodnje sa operativnim resursima:

- Planovi Potrebnih Resursa (Resource Requirement Plans RRP) su planovi statičkog nivoa koji na dugoročnom planu predviđaju potrebe u većim strukturnim delovima operacija.
- Grubi Planovi Kapaciteta (Rough-cut Capacity Plans RCCP) je sistem koji uzima u obzir ograničenja (usko grlo, signalni nivo zaliha, itd.)
- Planovi Potrebnih Kapaciteta (Capacity Requirements Plans CRP) projektuju vremena manipulacije materijalom određene mašine i radnika.

MRP II je razvijen na osnovu MRP I. Ovi sistemi integrišu mnoge procese koji su povezani sa MRP, ali su locirani van same operativne funkcije. Obično oni kontrolišu novac, osoblje, postrojenja, glavnu opremu kao i kapacitet i zalihe. Bez MRP II, za različite funkcije bi bile potrebne odvojene baze podataka. MRP II sistemi imaju jednu bazu podataka kojoj pristupaju i koriste je svi delovi kompanije.

Pored navedenih modela u novije vreme je razvijen **OPT** sistem (Optimized Production Technology). Grubo posmatrano OPT obavlja istu funkciju kao i MRP II, ali zasnovano na teoriji ograničenja koja je razvijena da fokusira pažnju na uska grla kapaciteta u operacijama. Osnovni principi OPT-a su:

- Bilansni tok materijala, a ne kapacitet

- Nivo iskorišćenja bez pojave uskog grla je određen ograničenjima u sistemu
- Iskorišćenje i kapacitet resursa nisu ista veličina
- Vremena trajanja ciklusa su rezultat trenutnog operacionog rasporeda i nemogu biti unapred određeni (prilikom projektovanja treba ostaviti rezervna vremena)
- Rasporedi se trebaju odrediti posmatranjem istovremeno svih ograničenja

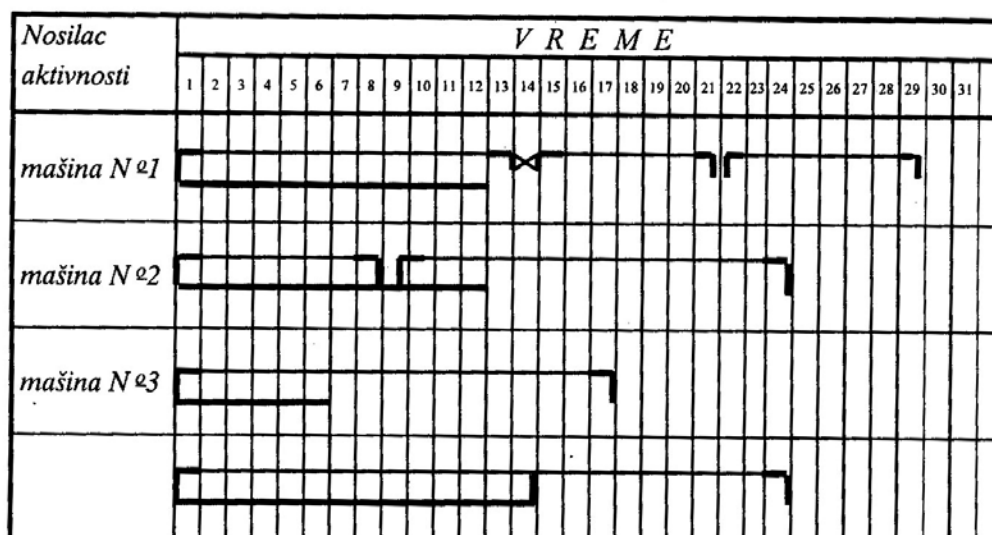
U cilju što uspješnijeg terminiranja u okviru operativnog planiranja koriste se:

- Gantt-ove karte,
- Metoda uravnoteženog plana i ostvarenja-LOB i druge.

7.1.1. Gantt-ove karte kao alat za terminiranje

Jedno od najranije razvijenih sredstava za planiranje, praćenje i regulisanje proizvoda su Gantt-ove karte (Gantogrami). Njihov tvorac je Henry L. Gantt (1861-1919).

Osnovna ideja Gantt-ovih karti je u vizualnom prikazivanju planiranih i ostvarenih rokova za proizvodnju i druge aktivnosti, odnosno njihove nosioce. Na slici 39. dat je prikaz Gantt-ove karte koja se koristila u originalnom vidu, za svrhe planiranja i praćenja izvršenja proizvodnih zadataka.

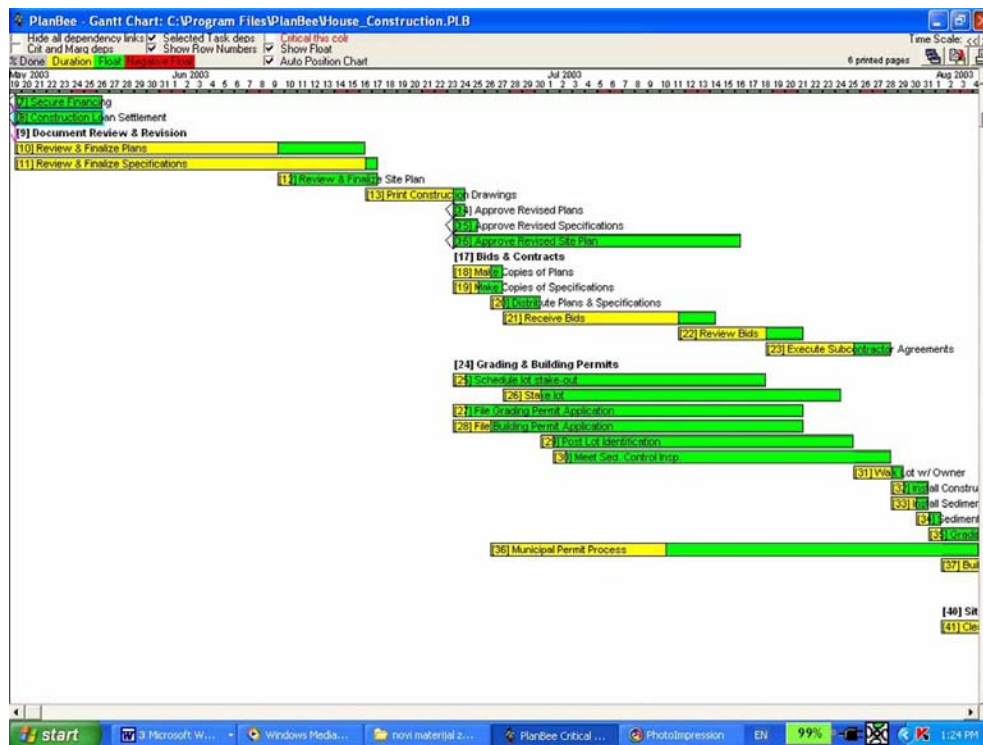


Slika 39. Originalni izgled Gantt-ovih karti

Pri čemu su korišćene oznake na dijagramu:

- ┌ - početak obavljanja aktivnosti
- └ - završetak neke aktivnosti
- ▬ - linija koja povezuje simbole početka i završetka na prikazani način označava predviđeno vreme trajanja odgovarajuće aktivnosti,
- ▬ - donja linija od simbola početka na desno označava koliko je od planiranog ostvareno,
- ∨ - ovaj simbol se koristi da se na vremenskoj liniji definiše sadašnji trenutak, odnosno trenutak posmatranja.

U novije vreme razvijen je čitav niz savremenih softvera koji, između ostalog, vrše konstrukciju Gantt-ovih karti na osnovu zadatih parametara. Na sledećoj slici dat je primer Gantt-ove karte konstruisane savremenim aplikativnim rešenjem.



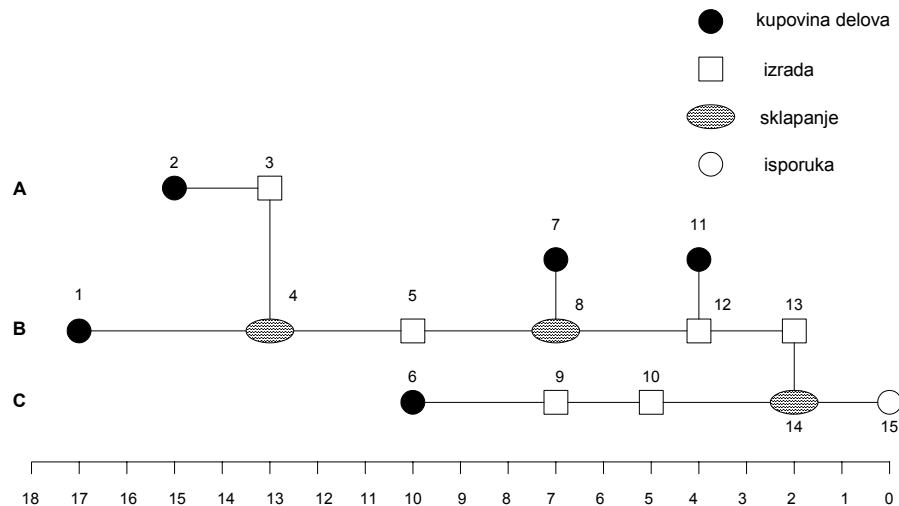
Slika 40. Gantt-ov dijagram konstruisan u programu PlanBee (Critical Path Project Management)

7.1.2. Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB

Sa porastom složenosti proizvodne problematike i naročito zaoštrenih zahteva u pogledu uspešnosti planiranja i regulisanja izvršavanja planiranih zadataka, ostvaruju se uslovi za razvoj novih metoda i tehnika. Među takve treba ubrojati LOB metodu koju je 1941. godine razvila i primenila grupa stručnjaka u Goodyear Tire&Rubber kompaniji (SAD).

LOB-metoda predstavlja sintezu prilagođenih Gantt-ovih dijagrama i elemenata tehnike mrežnog planiranja. Osnovni principi LOB metode biće objašnjeni na narednom primeru. LOB metoda zahteva sledeći vid informacija:

- Raspored završetka koji označava stvarno potrebnu količinu delova konačnih proizvoda koje treba isporučiti u svakom vremenskom intervalu.
- Operacioni Program, koji u ovom slučaju zapravo predstavlja dijagram vremenskih rokova. To je grafički prikaz koji pokazuje vremenski rok i raspored aktivnosti u okviru različitih operacija, slika 41.



Slika 41. Dijagram vremenskih rokova

Prilikom primene LOB metode, uključena su četiri osnovna stadijuma:

- A. tabela kumulativnog završetka projekta, koja se konstruiše na osnovu rasporeda završetka pojedinih operacija.
- B. Operacioni program definisan dijagramom vremenskih rokova
- C. Dijagram programa procesa
 - konstrukcija Linije Bilansa (Line of Balance LOB)
 - pregled stvarno dostignutog nivoa procesa i crtanje dijagrama programa procesa
 - Crtanje LOB linije na dijagramu programa procesa
- D. Analiza procesa

A. Ukoliko su stvarni zahtevi isporuke gotovih delova dati u tabelarnom obliku, Tabela 5.

Completion Schedule	
Week#	Requirement
0	0
1	12
2	14
3	8
4	6
5	10
6	12
7	14
8	16
9	18
10	22

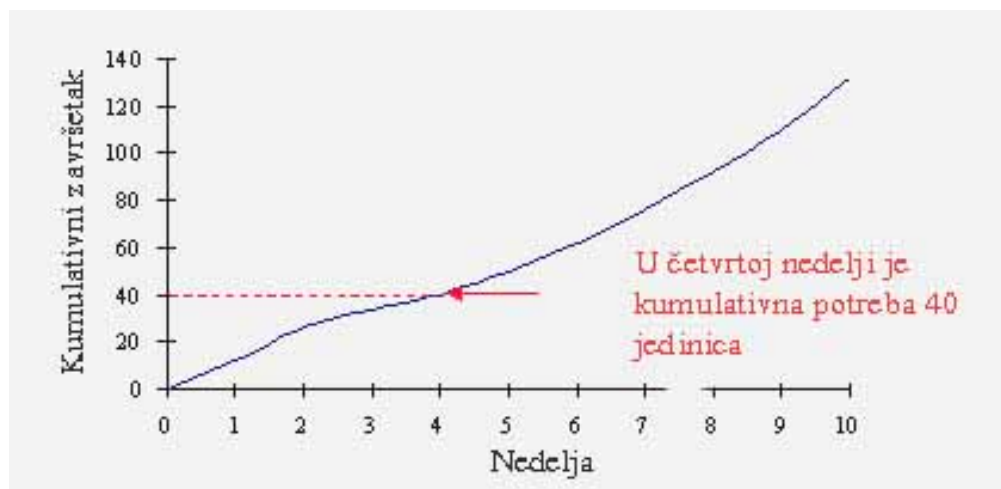
Da bi se stvorila tabela kumulativnog završetka projekta, dodaje se jedna kolona datoj tabeli u kojoj se unose vrednosti kumulativnih potreba za svaku nedelju, kao što je prikazano na slici 42.

Cumulative Completion Table		
Nedelja	Potrebe	Kumulativni završetak
0	0	0
1	12	12
2	14	26
3	8	34
4	6	40
5	10	50
6	12	62
7	14	76
8	16	92
9	18	110
10	22	132

$26 = 0 + 12 + 14$
 U četvrtoj nedelji potrebno je 6 nominalnih jedinica
 U devetoj nedelji kumulativna potreba je 110 jedinica

Slika 42. Tabela kumulativnog završetka projekta

Grafik kumulativnog završetka je ilustracija prethodnih tabelarnih podataka.



Slika 43. Grafik kumulativnog završetka projekta

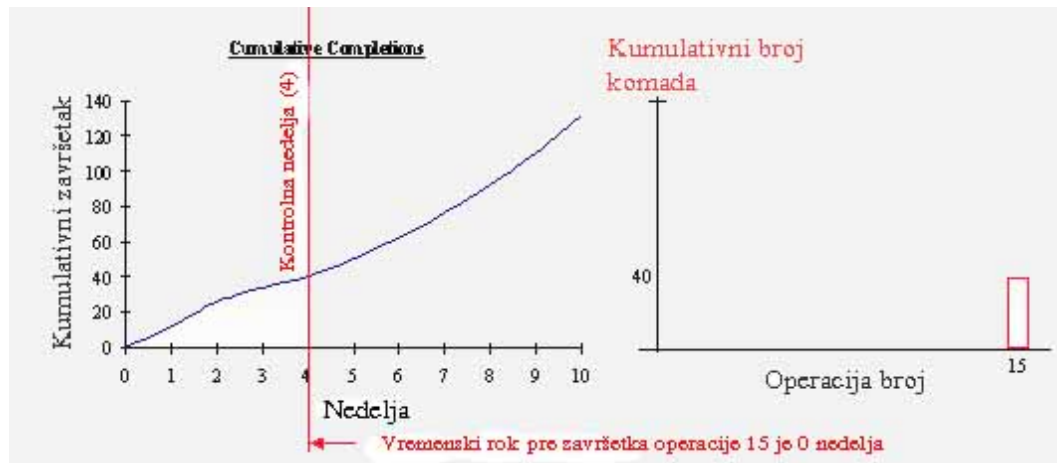
B. Vremenski rok jeste dužina vremena pre završetka finalnih operacija na nekom od delova konačnog proizvoda. Dijagram vremenskih rokova je prikazan slikom 41, pri čemu vremenska skala ide sa desna na levo (baždarena je u danima, 0:18 dana). Na dijagramu je datum finalne isporuke definisan kao nula, odnosno završetak operacije 15 je nulta tačka razmatranja.

Dok npr. Podsklopovi B i C moraju biti kombinovani (Operacija 14) dva dana pre kraja projekta, slika 44.

- Sa ovim podacima se konstruiše histogram gde je: x-osa broj operacije i y-osa Kumulativni završetak

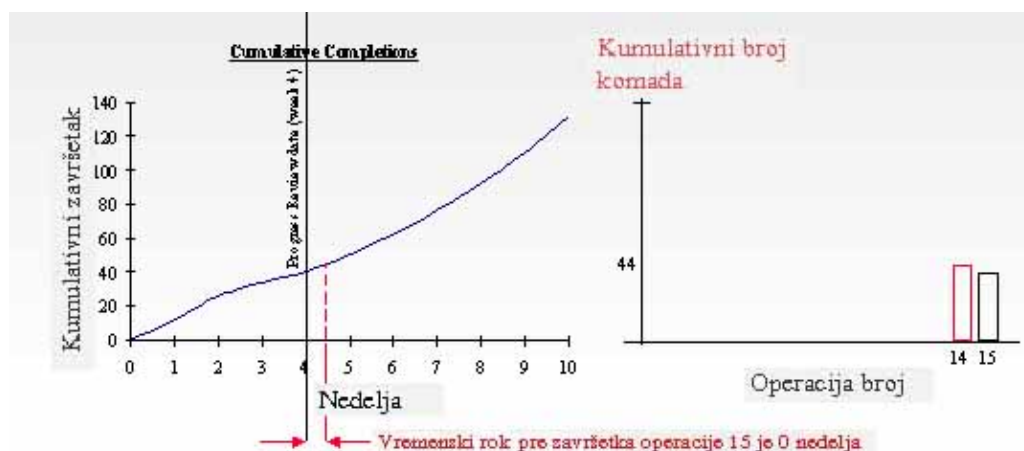
Na taj način za operaciju 15, u četvrtoj nedelji, imamo: Vremenski rok pre završetka je 0 dana (0 nedelja).

Prema tome **kumulativna tačka razmatranja** = kontrolna Nedelja + vremenski rok pre završetka = 4 + 0 = 4 Nedelja. Na taj način je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu slike 42 jednak 40 jedinica. Ova se vrednost može odrediti i grafički, korišćenjem dijagrama sa slike 43. Konstrukcija histograma ove operacije je data na slici 45.



Slika 45. Konstrukcija histograma operacije 15

Na isti način, vremenski rok pre završetka za operaciju 14 sa slike 41 je 2 dana, odnosno $2/5 = 0,4$ Nedelja. Prema tome je: kumulativna tačka razmatranja = kontrolna Nedelja + vremenski rok pre završetka = 4 + 0,4 = 4,4 Nedelja. Na taj način je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu slike 43 jednak= 40 komada za 4 nedelje + $10 \cdot 0,4 = 40 + 4 = 44$ jedinica(jer je potreban broj gotovih komada u petoj nedelji 10, pa samim time imamo vrednost $10 \cdot 0,4$). Grafički prikazano to izgleda na sledeći način, slika 46.



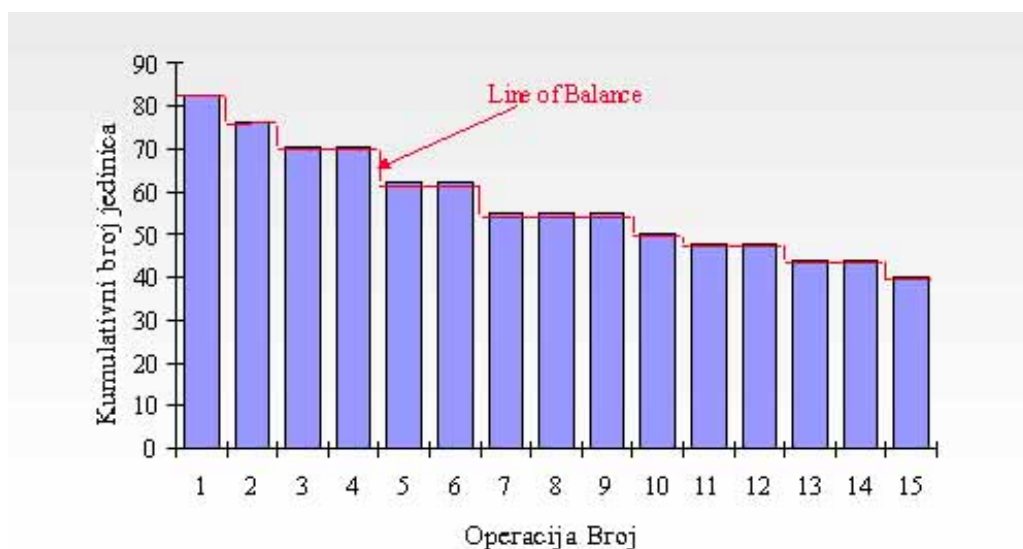
Slika 46. Konstrukcija histograma za operaciju 14

Na isti način se određuje histogram za svaku operaciju, sve do operacije jedan. Na slici 47 je dat tabelarni prikaz proračuna kumulativnog broja gotovih jedinica za svaku operaciju.

Oper. Broj	Vremenski rok pre završetka (dani)	Vremenski rok pre završetka (nedelje)	Kontrol. nedelja + (a)	Broj celih nedelj	Kumulativni završetak (jedinice)	Započ. nedelja	Kumulativni završetak u započetoj nedelji	Ukupno završenih jedinica
		(a)					(b)	
1	17	3.4	7.4	7	76	8.0	0.4 * 16	82
2	15	3.0	7.0	7	76	8.0	0.0 * 16	76
3	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
4	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
5	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
6	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
7	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
8	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
9	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
10	5	1.0	5.0	5	50	6.0	0.0 * 12	50
11	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
12	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
13	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
14	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
15	0	0	4.0	4	40	5.0	0.0 * 40	40

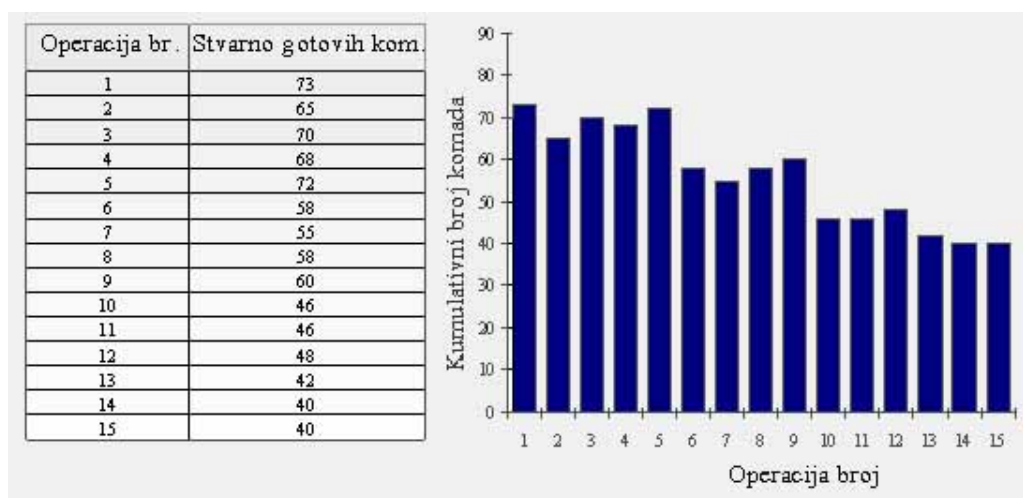
Slika 47. Proračun kumulativnog broja gotovih proizvoda za svaku od operacija

Na osnovu definisanog histograma, slika 47, može se definisati LOB-linija, slika 48.



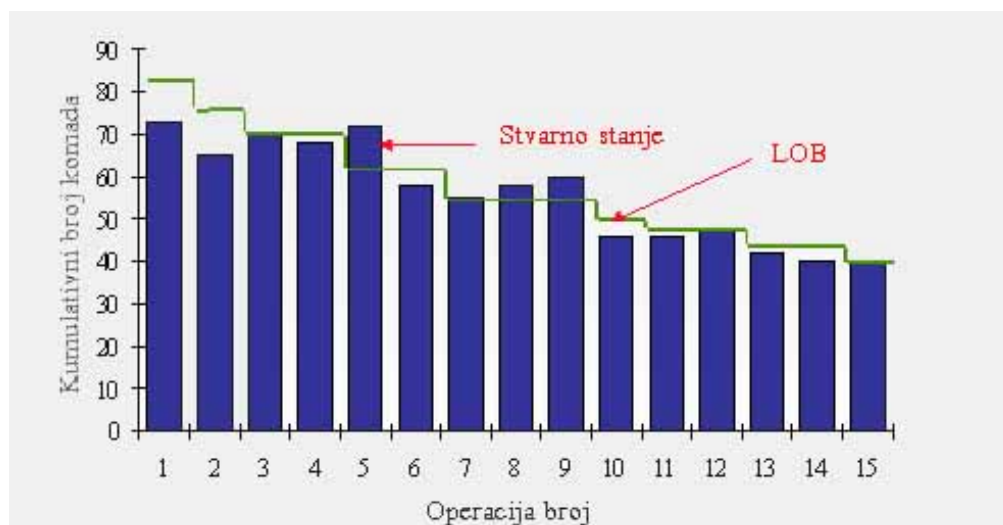
Slika 48. Konstrukcija LOB linije

Jednom kada se LOB formira, svaka pojedina operacija može da se kontroliše upoređenjem sa stvarno završenim jedinicama u četvrtoj nedelji. Tako, npr, ukoliko su stvarno završene količine po operacijama definisane tabelarno i histogramom, date na slici 49.



Slika 49. Stvarne količine završenih komada u četvrtoj nedelji

Ukoliko malopre konstruisanu LOB liniju nanese na dati dijagram, možemo uporediti predviđenu količinu sa stvarno ostvarenom, u četvroj nedelji.



Slika 50. Upoređenje stvarnog stanja sa predviđanjima LOB metode

D. Na osnovu stanja prikazanog na slici 50, moguće je izvršiti analizu aktuelnog procesa sa stanovišta svakog procesa. Na primer, za operaciju 15, 40 komada su trebala da budu završena (LOB), i završena su 40 komada (Histogram), što znači da se operacija 15 odvija po planu. Međutim ako posmatramo operaciju 6, prema LOB je bilo potrebno da završena bude količina od 62 jedinice, međutim prema histogramu 58 jedinica je završeno. Prema tome u narednoj nedelji (petoj) je potrebno nadoknaditi razliku.

Na opisani način, može se razmatrati progres svake operacije u odnosu na konstruisani Dijagram progressa procesa. Posredstvom navedene metode, može se izvršiti upoređenje ostvarenih količina komada proizvoda u odnosu na potrebnu količinu u toku samog procesa proizvodnje te, ukoliko dođe do odstupanja, može se na vreme reagovati nadoknadom zaostatka pre isteka kompletnog vremena trajanja procesa proizvodnje.

7.2. LEAN PROIZVODNJA

Koncept **Lean** proizvodnje razvijen je kao rezultat istraživanja sprovedenog u automobilskom sektoru, na koji je jak uticaj izvršio Japanski način poslovanja. Krajem dvadesetog veka, u Japanu, objavljena je studija u kojoj su upoređeni pokazatelji razlučitih kompanija širom sveta. Naziv studije bio je «Mašina koja je promenila svet». Srž studije bio je u tome da ne postoji magični recept u postizanju visokih performensi proizvodnje. Potreban je jednostavno sistematski pristup da bi se eliminisali gubici i da se pažnja celokupne kompanije fokusira na proces stvaranja vrednosti.

Poreklo reči Lean (*oslonac, podrška*) potiče od koncepta smisla poslovne filozofije koja predstavlja: poslovanje bez gubitaka uz oslanjanje samo na aktivnosti koje donose profit (vrednost). Pri tome, vrednost je definisana kao ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu.

Cilj lean pristupa je da obezbedi tehnike koje omogućuju kompanijama da definišu vrednost u svojim proizvodima, identifikuju gde i kako se vrednost dodaje, i da te aktivnosti urede da se u proces uključi minimum gubitaka i da se, što je veoma važno, proizvode produki samo kada su potrebni. Krajnji cilj Lean Proizvodnje je da kompletno ukloni gubitke iz procesa stvaranja proizvoda.

U lean konceptu, postoje 5 ključna principa:

1. **Vrednost**, koja se fokusira na vrednost u smislu onoga za šta je kupac/krajnji korisnik spreman da plati
2. **Tok vrednosti**, identifikuje kako se vrednost dodaje proizvodu/usluzi
3. **Tok materijala**, dizajn procesa koji rezultira u neprekidnom toku materijala, od sirovina do gotovog proizvoda

4. **Pull**, dizajn proizvodnje za «**pull**» proizvoda kroz proces, a ne «**push**» sirovina u proces.
5. **Perfekcija**, prihvata pristup koji unapređuje proces toka vrednosti, bilo kroz mala unapređenja ili kroz globalne izmene.

Tehnike i alati Lean-koncepta, koji se koriste za postizanja navedenih 5 lean principa su:

- Mapiranje i analiza toka vrednosti
- 7 Gubitaka
- 5S
- TPM
- SMED
- JIT
- Kanban
- Kaizen

O svakoj od navedenih tehnika biće više reči u daljem tekstu.

Lean filozofija se širi u pravcu Lean razmišljanja koje uključuje sve aktivnosti sa kojima se proizvod susreće i pri čemu se primenjuje minimizacija gubitaka u proizvodnim aktivnostima, manipulaciji sirovinama u lancu snabdevanja, administraciji porudžbenica i svim drugim funkcijama organizacije.

Lean Rečnik Termina:

Takt Time = Proizvodno vreme

Heijunka = Određivanje potrebnog nivoa

Poka Yoke = Dokazivanje gubitaka

Na osnovu svega rečenog očigledno je da je potrebno identifikovati vrednost na takav način da se minimizira iznos ostvarenih gubitaka.

Fokusiranje na vrednosti je u smislu onoga za šta je kupac spreman da da svoj novac. Da bi ostvarivala ovu aktivnost kompanija mora razumeti šta kupac zahteva u pogledu osobina i performansi, i koliko je spreman da izdvoji za dati proizvod. Ishod ove aktivnosti je jasno razumevanje stanja na tržištu, odnosno koje proizvode kupac zahteva. Ovi zahtevi možda nisu ostvarivi momentalno, ali oni predstavljaju jasnu predstavku onoga što kupac želi.

Tok vrednosti predstavlja celokupni proces stvaranja proizvoda. Tok vrednosti počinje kao plan proizvodnje a završava se kao isporuka kupcu. Svaki stadijum kroz koji proizvod prolazi mora dodati vrednost proizvodu, iako često to nije slučaj u praksi. Mapiranje toka vrednosti pomaže identifikaciji aktivnosti dodavanja ili ne dodavanja vrednosti (odnosno gubitaka). Neki primeri su npr:

Aktivnosti dodavanja vrednosti: Mašinska obrada, Proizvodnja, Farbanje, Sklapanje

Aktivnosti koje izazivaju gubitke: Škartiranje, Sortiranje, Zalihe, Kretanje (Transport)

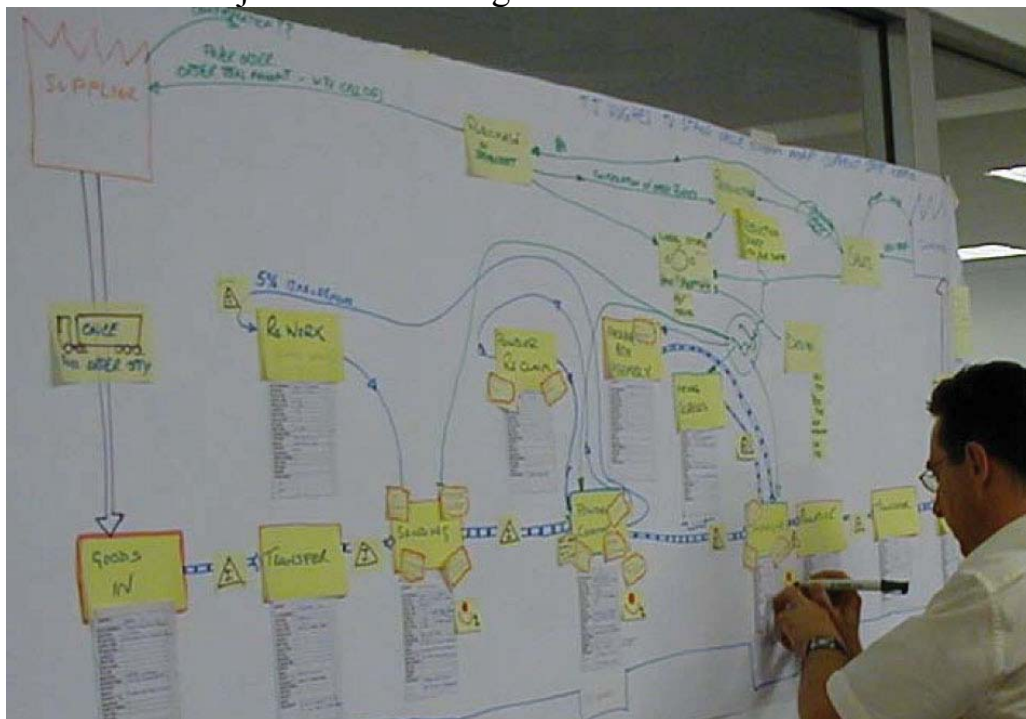
Mapiranje i analiza toka vrednosti je alat koji se koristi za analizu procesa ili aktivnosti u operacijama proizvodnje. Ove aktivnosti potom mogu biti podeljene na one koje dodaju i one koje ne dodaju vrednost.

Mapiranje podrazumeva izradu dijagrama koji opisuje proces. Postoji mnogo različitih formata «mapa» sa različitim setom simbola i oznaka.

Prvi stadijum u Mapiranju Toka Vrednosti je priprema mape sadašnjeg stanja (Current State Map). Od informacija sa mape sadašnjeg stanja može se pripremiti mapa budućeg stanja (Future State Map), na kojoj su gubici minimizirani i eliminisane aktivnosti koje ne dodaju vrednost, u odnosu na mapu sadašnjeg stanja. Treći,

najvažniji stadijum, je preduzimanje akcija za promenu proizvodnog procesa iz trenutnog do stanja što bližeg željenom.

Izrada mapa tokova vrednosti može se vršiti olovkom i papirom ali i software-om koji to rade na mnogo višem nivou.



Slika 51. Mapa toka vrednosti-priprema mape trenutnog stanja

Cilj posmatranja toka vrednosti jeste dizajn procesa koji rezultuje neprekidnim tokom materijala, od procesiranja narudžbenice, preko sirovina i proizvodnje pa sve do isporuke. Potencijalni dobici ovakvog pristupa su smanjenje zaliha, zastoja i vremena trajanja proizvodnih ciklusa.

Prelazak na ovakav način poslovanja zahteva mentalni stav u smeru stalnog fokusiranja na vrednost proizvoda i ignorisanje tradicionalnih organizacionih ograničenja.

U metodi toka materijala, dostupnost materijala, operatora, alata i mašina su kritični za uspeh. Ovo zahteva da svaki operater može da obavlja bilo koji zadatak u okviru tima, mašine se moraju održavati tako da su 100% dostupne, i operacije moraju biti dizajnirane tako da komadima sa defektom nije dozvoljeno da pređu na naredni stadijum procesa.

Alati Toka materijala su:

Just in Time (JIT), koji predstavlja sistem upravljanja materijalom dizajniran za proizvodnju koja koristi metod toka materijala. Ova tehnika teži da isporuči materijal/delove do mašina/sklopova samo onda kada su oni potrebni.

Poka Yoke, takođe poznat i kao Dokazivanje Greške, je tehnika razvijena da smanji mogućnost da neispravi materijal/deo pređe u sledeći stadijum procesa.

TPM, je filozofija održavanja gde se za sve mašine potrebne u procesu meri dostupnost, performanse i iskorišćenje. Ovaj pristup ima za cilj razvoj preventivnog a ne reaktivnog održavanja.

SMED, (Single minute Exchange od Dies) je neophodno za obezbeđivanje glatkog toka materijala kada se različiti delovi obrađuju na istoj mašini.

Heijunka, zalihe gotovih proizvoda se smanjuju tako da kupci dobijaju svoje proizvode kada su im potrebni. Na primer, kupčeva nedeljna potreba za različitim tipovima proizvoda može biti razbijena na raspored proizvodnje i isporuke mešanih tipova proizvoda svakog dana. Ovo smanjuje zalihe i povećava fleksibilnost.

Takt time, ima za cilj usaglašavanje brzine proizvodnje sa brzinom prodaje deljenjem broja proizvoda prodatih na sat (ili jedinicu vremena) sa

iznosom vremena u radnom danu (ili drugom jedinicom vremena). Takt vreme mora se prilagoditi da odgovara brzini prodaje tako da su postignuti zahtevi kupaca ali izbegnuta preterana proizvodnja.

Lean organizacija mora biti organizovana tako da se proizvode samo produkti koje kupac želi i to onda kada ih želi, što predstavlja takozvani **Pull** sistem.

Ovde su proizvodne operacije dizajnirane da «vuku» proizvod kroz proces, a ne da se sirovine «guraju»(**push**)u proces. Idealna solucija bi bila proizvoditi novi produkt samo onda kada je već gotov produkt iste vrste prodat, ali je ovo često nemoguće ostvariti, te se obično zahteva formiranje vremenskog rasporeda proizvodnje.

U «pull»sistemu svaka radna stanica radi na bazi proizvodnje samo prema potrebi i vrši potražnju materijala od prethodne stanice ili magacina samo kada su oni potrebni. Suprotan je «push» stil koji kontinualno proizvodi delove bez obzira da li je sledeća radna stanica spremna da ih prihvati i obradi ili da li ima prodaje.

Pull smanjuje količinu zaliha sirovina, zaliha materijala u toku samog procesa rada (poluproizvoda) i zaliha gotovih proizvoda.

Osnovni alat Pull metoda proizvodnje je **KANBAN**. Kanban se može opisati kao signalna karta proizvodnog sistema. Sistem koristi signale za pokretanje materijala kroz proizvodni sistem.

Oslanja se na prosto pravilo za proizvodnju i isporuku samo kada su signalna karta ili prazni kontejner dodati radnoj stanici.

Perfekcija teži kompletnoj eliminaciji preostalih gubitaka, iako je poznato da je nemoguće to u potpunosti učiniti. Ova tehnika omogućuje fokus, pokretačku silu i pravac aktivnosti za unapređenje procesa permanentno.

Perfekcija je filozofija koja tvrdi da se unapređenja uvek mogu učiniti. Nakon svake aktivnosti uklanjanja gubitaka uvek će ostati neki elementi gubitaka u operacijama i pristup perfekcije je angažovanje radne snage da kontinualno unapredi način rada da bi se uklonili i dodatni gubici.

Alati Perfekcije su:

Kaizen, koji je takođe poznat i kao *Kontinualno Unapređenje*. U Kaizan-u se na procesu čine male izmene i mala unapređenja, sa težnjom da se one vrše redovno. U ovom metodu se teži da učinjene izmene ne budu skupe i da unapređenja budu mala, ali kako ona zahtevaju samo mali iznos investicija, mogu se često ponavljati.

Kaikaku, koji se obično sa japanskog prevodi kao Radikalno ili Sveukupno Unapređenje. Kaikaku je primena kompleksne izmene u procesu koji generalno dovodi do većeg unapređenja performansi. Radikalne promene, ipak, dovode do većih elemenata troškova, te se ne vrše često kao male izmene u Kaizan-u i njihov rizik je veći.

Pored identifikacije vrednosti, u toku vrednosti, takođe je neophodno identifikovati gubitke. **Gubitak** je, kao što je već napomenuto, svaka aktivnost koja ne donosi vrednost proizvodu ili usluzi. Neke aktivnosti ne dodaju vrednost proizvodu, ali su neophodne da bi naredne aktivnosti dodale vrednost uz minimalne gubitke.

Iako je jednostavnije koncentrisati se na manje oblasti u određenom vremenu, minimiziranje gubitaka u nekoj manjoj zoni ne sme biti sa većim troškovima, a da izazove troškove u drugim zonama. Kao alat u identifikaciji gubitaka razvijen je pristup klasifikacije koji se naziva **7 gubitaka**

Metod 7 gubitaka potiče iz Japanske industrije. Sedam gubitaka su:

Transport, aktivnost kojom se materijal ili proizvodi pomeraju više nego što je to zaista potrebno.

Zalihe, Proizvodi koji čekaju da se na njima dogodi dalja akcija ili da se dogodi naručivanje materijala. Ovo se najčešće javlja kod sistema «zaliha-potraživanje=push».

Kretanje, nepotrebno kretanje ljudi, na primer ako su rastojanja između radnih mesta velika, višestruko uzimanje istog komada ili potreba za čestim pružanjem ruku da bi se dohvatio materijal ili alat.

Čekanje, ljudi koji čekaju da se proces završi ili da materijal stigne do radnog mesta.

Neadekvatna obrada, aktivnosti koje se rade na materijalu/proizvodu a ne dodaju vrednost, primer je korišćenje vrlo preciznog komada alata za operaciju koja ne zahteva takvu preciznost.

Defekti/Popravka, izrada proizvoda koji nisu pogodni za prodaju, ili zahtevaju opravku da bi dostigli zahtevani nivo standarda, pri čemu je ovde standard uska definicija gubitaka.

Hiperprodukcija, proizvodnja proizvoda koji nisu naručeni. Ovo je upravo najveći od svih navedenih gubitaka, jer uključuje neke od elemenata svih ostalih gubitaka.

Prvi stadijumi svake aktivnosti Lean unapređenja su identifikacija Vrednosti i omogućivanje stvaranje vrednosti na takav način da se smanji količina stvorenih gubitaka. Da bi se ovo uradilo često je neophodno urediti radno mesto i standardizovati metode rada. Jedan od često korišćenih metoda za uređenje i organizovanje radnih mesta je metod 5S.

Ovaj metod potiče iz Japana i predstavlja metodologiju koja se fokusira na postizanju i održavanju vizualne urednosti i čistoće. 5S teži da ukloni nepotrebne elemente i da organizuje radno mesto tako da je operaterima lako da obavljaju svoje zadatke i održavaju čistu i urednu okolinu.

5S se može predstaviti kao 4 aktivnosti i jedno uverenje da se nastavi sa te 4 aktivnosti. Postoje mnogi prevodi za Japanske reči za 5S, jedan od prevoda je:

- «Seiri» - sortiraj
- «Seiton» - sredi
- «Seiso»-očisti
- «Seiketsu» - standardizuj
- «Shitsuke» - nastavi

Sortiranje ima za cilj da sa radnog mesta ukloni ono što nije potrebno, kao što su alati, materijali i delovi, i da identifikuje koji su predmeti potrebni za vršenje operacija na svakom radnom mestu.

Sređivanje, se odnosi na materijale, komponente i alate, koji se uređuju na takav način da im operator može lako pristupiti. Kao primer ovog metoda je tabla za alate, na kojoj svaki alat ima svoje obeleženo mesto i lako se locira. Dodatno, kad postoji prazno mesto na tabli lako je identifikovati nedostajući alat.

Čišćenje, pomoću koga se radno mesto održava čistim tako da je bezbedno da operatori rade i kreću se. Ovo takođe utiče na produktivnost jer što je lakše operaterima da se kreću oni brže završavaju svoje zadatke.

Standardizacija, formalizuje prethodne aktivnosti u standarde tako da svi operateri moraju postići iste rezultate. Primena ovoga obezbediće da radno mesto bude čisto i organizovano.

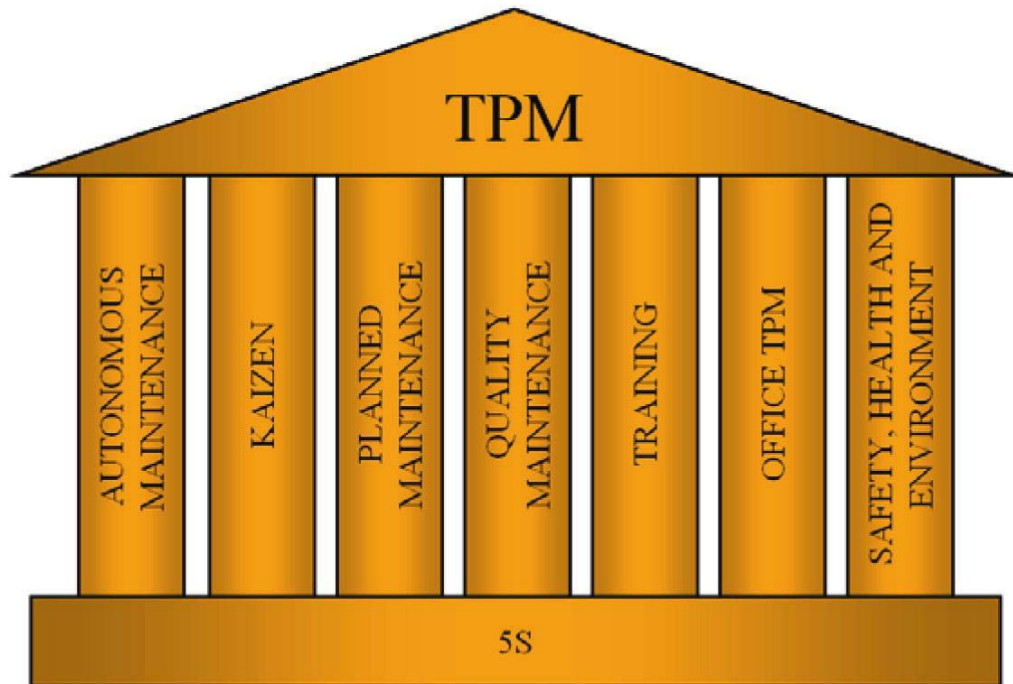
Nastavi, ova tehnika obezbeđuje da 5S aktivnost postane redovna praksa u organizacijskoj kulturi. Usmerava radnu snagu da ostane fokusirana na 5S aktivnosti u redovnim intervalima vremena, obično svakog dana. Da bi se održala doslednost, mere se pokazatelji da bi se obezbedilo da su svi uključeni i informisani u trenutni napredak na ovom polju.

Da bi se postiglo da se minimalni gubici stvaraju usled kvarova mašina ili da se proizvode produkti lošeg kvaliteta, sve mašine, alati i oprema moraju imati dobro održavanje. Da bi se ovo postiglo potrebno je primeniti moderne metodologije, kao jedan primer takve metodologije je **Total Preventive Maintenance (TPM)** ili potpuno preventivno održavanje proizvodnje.

Ovo je filozofija održavanja gde se za sve mašine, alate i opremu vrši merenje dostupnosti, performansi i iskorišćenja. Ovaj pristup ima za cilj postizanje preventivnog a ne reaktivnog održavanja, tako da su problemi locirani i rešeni pre kvara mašine ili pre nego što opadne kvalitet proizvoda. Pet cilja TPM-a su:

1. Poboljšati efikasnost opreme
2. Svo osoblje obučiti za održavanje mašina
3. Omogućiti da održavanje izvodi svo osoblje
4. Planiranje aktivnosti održavanja
5. Imati za cilj olakšano održavanje u fazi dizajniranja mašina i opreme sa minimalnim potrebama rada na održavanju.

TPM se često prikazuje kao veći broj stubova koji stoje na istoj osnovi, i svi podržavaju isti cilj, slika 52.



Slika 52. TPM struktura

Struktura se zasniva na primeni 5S za uklanjanje sa radnog mesta neželjenih predmeta tako da se lakše uočavaju potrebe za održavanjem.

Autonomno održavanje (Autonomous Maintenance) ima za cilj da osposobi operatore za mašinu da sami održavaju svoju mašinu, to će omogućiti da mašina radi i ograničiće škart produkciju.

Kaizan je kontinualno unapređenje mašina i opreme

Planirano održavanje (Planned Maintenance) se koncentriše na izvođenje preventivnog održavanja, pre nego što dođe do potreba za reakcijom na kvar mašine, prema unapred definisanom planu

Održavanje kvaliteta (Quality Maintenance) ima za cilj proizvodnju delova bez defekata vršenjem unapređenja na delovima mašina/opreme što utiče na ukupni kvalitet proizvodnje.

Trening operatera da održavaju svoje i druge mašine. Ovo omogućuje da operateri održavaju svoje mašine, razumeju zašto je do kvara došlo i predlažu načine izbegavanja sličnih kvarova u budućnosti.

TPM kancelarija (Office TPM) za cilj ima da TPM primeni i na kancelarijske poslove i da tako unapredi njihovu produktivnost i eliminiše gubitke.

Zdrava i bezbedna okolina ima za cilj da minimizira broj nesrećnih slučajeva, nezgoda i oštećenja zdravlja ljudstva i okoline.

TPM metodologija meri «**šest velikih gubitaka**» koji su: kvar mašina, vremena postavljanja proizvodnje, manji zastoji, gubici brzine, defekti i gubici iskorišćenja.

Značajan indikator performansi u TPM-u je Ukupna Efikasnost Opreme (Overall Equipment Efficiency OEE). Ova veličina je definisana kao dostupnost proizvoda ili opreme, brzine rada opreme i stepena iskorišćenja opreme. Na primer, mašina koja ima dostupnost 90% sa maximumom brzine (100%) i iskorišćenje 98% ima OEE od 83.8%

Da bi se postigao glatki tok vrednosti na proizvodnoj liniji koja proizvodi različite tipove proizvoda, potrebna je brza izmena alata. Da bi se smanjila količina materijala koji čeka na obradu, potrebno je fokusirati napore na smanjenju vremena zamene alata tako da se kapacitet može održati ili čak unaprediti.

Čest pristup postizanja brze zamene alata je primena **Single Minute Exchange of Dies (SMED)** ili sistema za zamenu komponenti u

minutu. Ovaj sistem je razvio Shigao Shingo u Japanu i detaljno ga opisao u svojoj knjizi štampanoj 1985.

SMED nije samo Lean alat, može se koristiti za smanjenje vremena zamene alata u većini proizvodnih sistema.

Termin «single minute» u nazivu metode, ne znači da se delovi uvek menjaju u vremenu manjem od minute, već na fokusiranje u cilju smanjenja vremena gde god je to moguće na najmanju moguću meru, najčešće manje od deset minuta.

Postoje tri osnovne komponente SMED-a:

1. Identifikovati koja se akcija zamene može odvijati dalje od mašine, ili radne stanice, a koja se mora obavljati dok mašina stoji, koje je Shingo označio kao spoljašnje i unutrašnje podešavanje.
2. Redizajnirati sistem tako da se omogući da se više aktivnosti odvija dok mašina radi ili pre početka rada mašine.
3. Minimiziranje vremena potrebnog za odvijanje unutrašnjih podešavanja, koje se odvijaju dok proizvodnja stoji.

Da bi se izmerio iznos napredka primenom SMED sistema, vrše se merenja vremena zamene pre i nakon primene ovog sistema.

Ukoliko je još dodatno potrebno smanjiti vreme zamene delova, može se primeniti OTED metoda. **OTED** je skraćenica za **(One-Touch Exchange of Dies)** ili zamena delova jednim dodirrom, koja teži da se zamena delova vrši pritiskom na taster, obično kraće od minute.

7.3. NEPOSREDNA PRIPREMA I OBEZBEĐIVANJE USLOVA ZA PROIZVODNJU

Osnovni zadatak svih organizacionih jedinica zaduženih za stvaranje uslova za proizvodnju je da sve što je potrebno za izvršenje proizvodnih zadataka bude u predviđeno vreme na predviđenom radnom mestu. To je ujedno jedini kriterijum za efikasnost rada svih relevantnih organizacionih jedinica.

7.3.1. Organizacija obezbeđivanja materijala za proizvodnju

Jedan od neophodnih uslova za normalno izvršenje proizvodnih zadataka na radnim mestima u proizvodnji je prisustvo materijala potrebnog kvaliteta i količine u određeno vreme.

Gotovo sve poslovne operacije poseduju zalihe, obično materijala ali i informacija. Zalihe se javljaju jer se vreme isporuke i potrebe ne poklapaju uvek. Obično se njima upravlja kroz informacioni sistem zasnovan na računarima koji ima niz funkcija: generisanje izveštaja o stanju zaliha, predviđanje potreba materijala i akvizicija podataka o trošenju zaliha.

Postoje oprečna mišljenja eksperata o tome da li su zalihe dobra ili loša osobina operacionih sistema. Dobre osobine zaliha su:

- Stvaraju zaštitu protiv nesigurnosti spona između količina koje se isporučuju i koje su potrebne.
- Omogućuju ekonomičnu proizvodnju i nabavku
- Pokrivaju neočekivani skok ponude i potražnje
- Omogućavaju rad u slučaju kašnjenja u transportu u okviru snabdevanja

Loše osobine zaliha su:

- Zauzimaju prostor
- Zahtevaju kapitalna ulaganja (vezani kapital)
- Dešava se da budu izgubljene/ukradene/uprljane/polomljene
- Ukoliko se radi o gotovim proizvodima, mogu postati demodirani.
- Mogu se pokvariti (prehrambeni proizvodi)
- Mora se njima rukovati

U praksi, operacioni menadžer mora uzeti u obzir sve navedene dobre i loše osobine zaliha i na osnovu njih da se opredeli za optimalnu količinu zaliha.

Ukoliko su kapitalna ulaganja u materijal za proizvodnju veća utoliko je interes za ovu problematiku veći. Suštinski posmatrano problem se može formulisati na sledeći način: **potrebno je poznavati potrebe u materijalu.**

Obzirom da potrebe u materijalu zavise od proizvoda koje treba proizvesti, pitanje treba postaviti na području određivanja proizvodnog programa. Shodno tome, razlikuju se sledeći slučajevi:

- proizvodnja prema planu,
- proizvodnja prema narudžbini
- i kombinacija ova dva slučaja.

Proizvodnja uz striktno pridržavanje plana, osim u posebnim slučajevima predstavlja teoretsku mogućnost jer ukoliko je duži vremenski horizont, promene u odnosu na plan su verovatnije. Posledično, odstupanja se odnose na planirane potrebe u materijalu, pa pridržavanje plana gubi smisao.

Proizvodnja za unapred poznatog kupca, po ugovoru ili narudžbi predstavlja povoljnu varijantu sa stanovišta plasmana, ali za nabavku to može usloviti poteškoće, zbog vremenskih ograničenja i uslova na

tržištu reprodukcionog materijala.

S obzirom na stohastičku prirodu faktora od kojih zavise proizvodni programi i mogućnosti snabdevanja potrebnim materijalom, rešenje je u kombinovanju planiranja sa održavanjem odgovarajućeg nivoa zaliha, što bi bilo u skladu sa trećim od navedenih slučajeva, kada se planira i prilagođava zahtevima kupaca tokom planskog perioda. Pokazalo se, međutim, da uvažavanje zahteva kupaca u kraćim vremenskim intervalima, donosi puno elemenata neizvesnosti, čime se remeti efikasnost u poslovanju sa materijalima. Stoga Japanski koncept pod imenom Seiban (analogan sa MRP - Material Requirements Planning- Planiranje potreba u materijalu u SAD) se zasnivao na čvrstom planu proizvodnje za tri meseca unapred. Posledice su se iskazale kroz uvećanje zaliha. Imajući u vidu pomenute sisteme i iskustva iz njihove primene, treba nastojati da se kroz plan na duži rok utvrde potrebe, a da se kroz regulisanje nivoa zaliha teži ka optimizaciji angažovanja obrtnih sredstava.

Komponentni plan potreba u materijalu, i odgovarajući plan nabavke, predstavljaju deo usvojenog pristupa. U nastavku će biti izložen postupak zasnovan na korišćenju Modela zaliha u cilju optimizacije angažovanja obrtnih sredstava, uz istovremeno obezbeđenje kontinuirane snabdevenosti proizvodnje potrebnim materijalom.

Regulisanje optimalnog nivoa zaliha može se postići:

- 1) optimizacijom količina koje se naručuju za popunjavanje zaliha,
- 2) permanentnom evidencijom stanja zaliha i blagovremenim pokretanjem narudžbine za popunu zaliha.

Iz prikazanog proizilazi da, s obzirom na složenost problematike obezbeđivanja materijala kroz nabavku, i osetljivost i značaj redovne snabdevenosti, planiranje materijala i regulisanje zaliha

predstavljaju integralnu celinu.

Optimizacija količina koje treba naručiti za popunu zaliha, počiva na prethodno ispitanim uslovima nabavke i trošenja u proizvodnji. Radi toga treba ispitati i utvrditi sledeće:

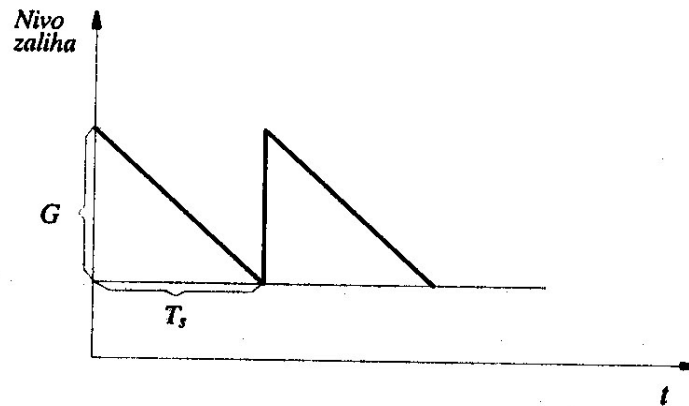
- karakter potrošnje materijala u proizvodnji
- uslove skladištenja (veličina skladišnog prostora, troškovi,...).

U pogledu karaktera potrošnje treba ustanoviti da li je posredi kontinuirana ili diskontinuirana potrošnja. U prerađivačkoj industriji najvećim delom je u pitanju diskontinuirana. Zatim, da li je u pitanju unapred određen period izdavanja određene količine materijala, ili je posredi stohastički karakter trošenja.

S obzirom na uslove trošenja i skladištenja, treba takođe ustanoviti da li su gubici - izdaci zbog nedostatka materijala, kritični po veličini.

Ilustracije radi, u nastavku se daju dva modela za izračunavanje optimalne količine za naručivanje materijala.

Prvi model se odnosi na uslove redovne potrošnje i popune zaliha, kao što je prikazano na slici 53. Optimizira se s obzirom na troškove naručivanja i skladištenja.



Slika 53. Opšti model naručivanja i potrošnje zaliha

Za konkretno izračunavanje odgovarajućih veličina za uslove kada treba nabaviti količinu od R (komada, npr.) za vreme T uz poznate troškove skladištenja po komadu C_1 i troškove naručivanja jedne narudžbine C_s postavlja se sledeći osnovni izraz za ukupne troškove C :

$$C = (1/2 \cdot C_1 \cdot G \cdot T_s + C_s) \cdot \frac{R}{G}$$

Za pojednostavljenje gornjeg izraza poslužiće sledeći odnos:

$$\frac{T}{T_s} = \frac{R}{G} \Rightarrow T_s = \frac{T \cdot G}{R}$$

Posle odgovarajućih transformacija, diferenciranje, izjednačavanje sa nulom, rešenjem po G dobija se izraz optimalne veličine porudžbine:

$$C = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot T \cdot G + C_s \cdot \frac{R}{G}$$

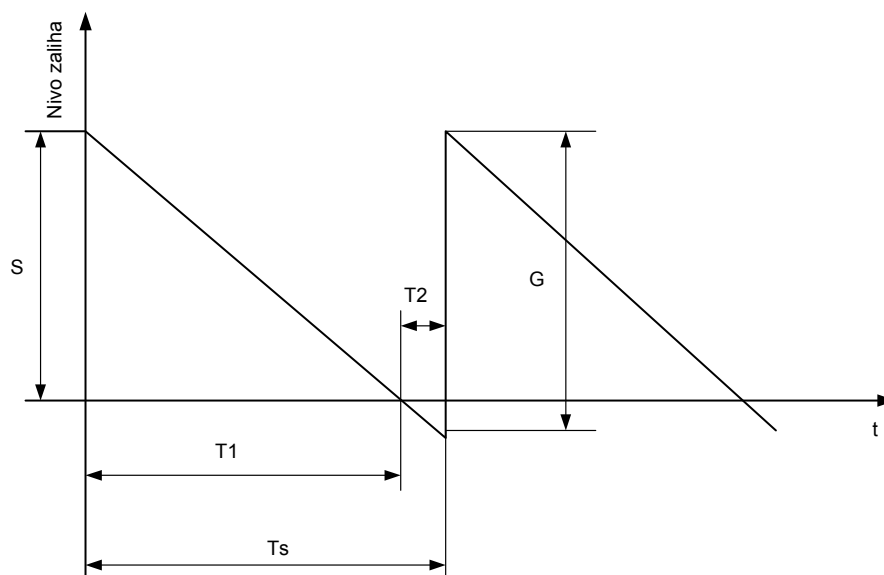
$$\frac{\partial C}{\partial G} = \frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot T - \frac{C_s \cdot R}{G^2}$$

Uslov za minimum je: $\frac{\partial C}{\partial G} = 0$

Odatle je:

$$G = \pm \sqrt{\frac{2 \cdot C_s \cdot R}{C_1 \cdot T}} \text{ [kom]}$$

Drugi model se odnosi na situaciju kada troškovi nedostatka materijala predstavljaju određeni iznos koji se ne može zanemariti. Na slici 54 prikazani su odgovarajući elementi.



Slika 54. Model zaliha sa prekidom u snabdevanju

Ukupni troškovi u ovakvom slučaju računaju se na osnovu obrasca:

$$C = \left(\frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot S \cdot T_1 + \frac{1}{2} \cdot C_2 \cdot (G - S) \cdot T_2 + C_s \right) \cdot \frac{R}{G}$$

Gde su:

C_1 - troškovi skladištenja po jedinici materijala (din/t dan)

C_2 - troškovi zbog nedostatka materijala (din/t dan)

C_s - troškovi naručivanja (din/nar)

T_1 - vreme kada na skladištu ima zaliha

T_2 - vreme kada na skladištu nema zaliha

T_S - ukupno vreme trajanja jednog ciklusa zaliha

R - ukupna količina materijala koju treba naručiti (t)

S - stvarna veličina porudžbe.

G - veličina porudžbine kada nebi postojao period nedostatka materijala.

Optimizacija modela zaliha vrši se na sledeći način:

$$C = \left(\frac{1}{2} \cdot C_1 \cdot S \cdot T_1 + \frac{1}{2} \cdot C_2 \cdot (G - S) \cdot T_2 + C_S\right) \cdot \frac{R}{G}$$

Obzirom da važe jednakosti: $T_1/S = T_S/G$, odatle je $T_1 = T_S \cdot \frac{S}{G}$

Takođe: $T_2/(G-S)=T_S/G$, pa je: $T_2 = T_S \cdot \frac{G-S}{G}$

Vrednosti za T_1 i T_2 treba uvrstiti u gornju jednačinu za C , a potom diferencirati jednačinu ($\frac{\partial C}{\partial G}=0$), realno rešenje ove jednačine je:

$$G_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot C_S \cdot R}{C_1 \cdot T}} \cdot \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_2}},$$

Sa stanovišta održavanja određenog nivoa zaliha koji obezbeđuje stalnu snabdevenost, mogući su različiti pristupi. S obzirom na rokove isporuke i intenzitet potrošnje, može se odrediti S_{sign} - signalni nivo zaliha, koji u sebi sadrži, pored obezbeđenog uobičajnog snabdevanja prema normalnom roku obnavljanja zaliha, još i S_{rez} - rezervnu količinu koja predupređuje neka moguća zakašnjenja kao što je na slici 55 prikazano.

Očigledno da takav pristup povlači za sobom trajno opterećenje, zamrzavanjem odgovarajućeg obima obrtnih sredstava. Istovremeno, S_{max} predstavlja najveći dopustivi nivo zaliha

odgovarajućeg materijala. Signalni nivo zaliha kao što se iz slike 55 vidi, je onaj nivo kada se s obzirom na rokove nabavke i isporuke (T_r), mora pokrenuti postupak naručivanja, a da pod normalnim uslovima potrošnje nivo zaliha ne padne ispod S_{rez} .

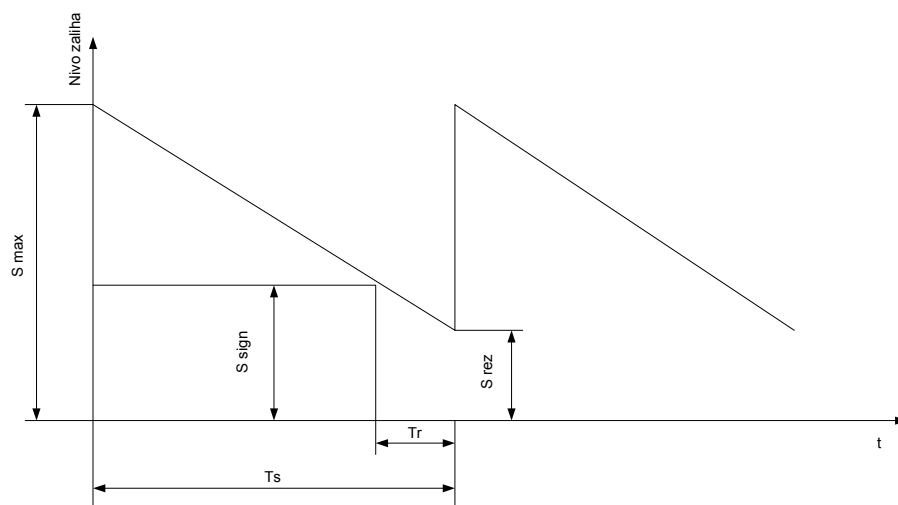
Signalni nivo zaliha se izračunava na osnovu obrasca:

$$S_{sign} = S_{rez} + T_r \cdot k$$

S_{rez} - rezervna količina materijala u skladištu (rezervni nivo zaliha)

T_r - vreme potrebno za isporuku materijala

k - koeficijent zakona potrošnje (pražnjenja zaliha) t/dan



Slika 55. Signalni nivo zaliha

Sa slike 55. je očigledno da k predstavlja nagib prave koja definiše nivo zaliha u funkciji vremena, odnosno:

$$k = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_{\max} - S_{\text{rez}}}{T_s}$$

Vliki broj materijala (nekada i po nekoliko hiljada vrsta) značajno otežava efikasno praćenje stanja zaliha i pravovremeno reagovanje u cilju obnavljanja zaliha. Značajnu pomoć u ovom poslu predstavlja celishodna selekcija kritičnih materijala koji se određuju na osnovu prethodno usvojenog kriterijuma (npr: najveća vrednost, najveća količina ili neki drugi, saglasno specifičnim uslovima u datoj proizvodnji), a uz pomoć Metode ABC.

Korišćenje elektronskih računarskih sistema za obradu podataka o zalihama materijala veoma je efikasno, ali za ovo su neophodne temeljite pripreme koje obuhvataju, pre svega, snimanje postojećeg stanja, šifriranje materijala (što je osnovna pretpostavka za normalan rad) i utvrđivanje zakona potrošnje.

U pogledu skladištenja materijala, pored već obrađene problematike nivoa zaliha, treba s obzirom na tok materijala (putanja kretanja i odgovarajuća količina) utvrditi kategorije, lokaciju i veličinu skladišta materijala.

Razlikuju se sledeće kategorije skladišta materijala:

- skladišta reproduktionog materijala,
- skladišta gotovih delova,
- međuskladišta,
- skladišta gotovih proizvoda.

Od navedenih, skladišta reproduktionog materijala i gotovih delova,

(uključujući polufabrikata i delove iz kooperacije), predstavljaju grupu skladišta ulaznog karaktera u odnosu na okolinu. Skladište gotovih proizvoda je izlaznog karaktera u odnosu na okolinu. Međuskladišta su internog karaktera u odnosu na celinu, ali ulazno-izlaznog karaktera za pojedine organizacione podsisteme u okviru celine.

Položaj svih kategorija skladišta treba da bude usklađena sa zahtevom da glavni tok materijala kroz proizvodni proces bude ostvaren po putanji koja će biti optimalna - najkraća unutar fabrike uz istovremeno optimalno povezivanje sa pristupnim javnim saobraćajnicama na karakterističnim ulaznim, odnosno izlaznim punktovima.

7.3.2. Priprema i obezbeđenje proizvoda alatima

U skladu sa planiranom proizvodnjom, definisanim godišnjim proizvodnim programom i njegovom daljom razradom, određuju se proizvodni zadaci. Za izvršavanje proizvodnih zadataka, značajnu komponentnu potrebu predstavljaju alati, pribori i tome slično.

Projektovanje tehnoloških procesa, i razrada pojedinih operacija uz odgovarajuću dokumentaciju, stvara mogućnost pojave specifične potrebe za alatima, kvalitativno i kvantitativno.

Planiranje potreba u alatima i priborima, poseduje izvesne specifičnosti. Pre svega, treba utvrditi sledeće:

- potrebe u alatima za nove proizvode, i
- potrebe u alatima za osvojene proizvode.

Po nameni, alati i pribori se svrstavaju u:

- proizvodne

- kontrolne.

Sa stanovišta izvora obezbeđenja, treba razlikovati dve grupe alata:

- standardne,
- specijalne.

Pri čemu postoje bitne razlike u pristupu planiranju, nabavci i manipulaciji sa standardnim, u odnosu na specijalne alate i pribore.

7.4. RASPORED (Layout) FABRIKE SA ASPEKTA TOKOVA METARIJALA

Svaku proizvodnju u industriji karakteriše kretanje materijala, od jedne bo druge «tačke» u skladu sa redosledom faza u proizvodnom procesu, odnosno operacija u okviru pojedine faze proizvodnje. Primera radi, faze mogu biti proizvodnja paste za zube i pakovanje u procesnoj industriji; odnosno livenje, mehanička obrada, montaža i slično u prerađivačkoj industriji.

Redosled faza operacija u planu proizvodnje određuje i raspored proizvodnih pogona, odnosno odeljenja.

Unutar svake faze ostvaruje se određeni broj operacija u skladu sa tehnološkom razradom na odgovarajućim mašinama a što determiniše raspored odgovarajućih mašina, odnosno radnih mesta.

Sam raspored radnih mesta, odnosno opreme, mašina, operatera i skladišnog prostora, definiše osnovni oblik i izgled fabrike. Na taj način se takođe određuje tok proizvodnje. Drugim rečima, određuje kako se materijal i delovi kreću kroz fabriku. Relativno mala izmena u poziciji mašine u fabrici može uticati na tok materijala. Ovo na taj način može uticati na cenu i efikasnost proizvodnje.

Dizajn rasporeda (Layout) je jedan od najkritičnijih zadataka

proizvodnog menadžmenta. On utiče na efikasnost fabrike, kvalitet i cenu proizvodnje. Ako je layout pogrešan, može uticati na konfuzne putanje toka, problem sa zalihama, dugačka vremena procesa, nefleksibilan rad i visoke cene. Mnogi praktični razlozi ovaj zadatak čine težim. Jedan od njih je fizička veličina opreme i mašina koje se moraju primeniti. Menadžerima je onemogućeno da čine česte izmene layout-a fabrike jer je to skupo i može negativno uticati na izazivanje kvarova opreme. Međutim, u isto vreme postoji pritisak za dizajnom efikasnog layout-a koji najviše odgovara fabrici.

Dizajn layout-a fabrike, kao i svaka druga aktivnost dizajna, mora početi sa jasnim ciljevima. Važno je za ljudestvo koje je uključeno u dizajn layout-a da razumeju strateške ciljeve proizvodnje kao što su karakteristike promene obima proizvodnje. Ipak, ovo je samo početna tačka višestadijuskog procesa koja vodi ka konačnom fizičkom layout-u fabrike.

Stadijumi ovog procesa su:

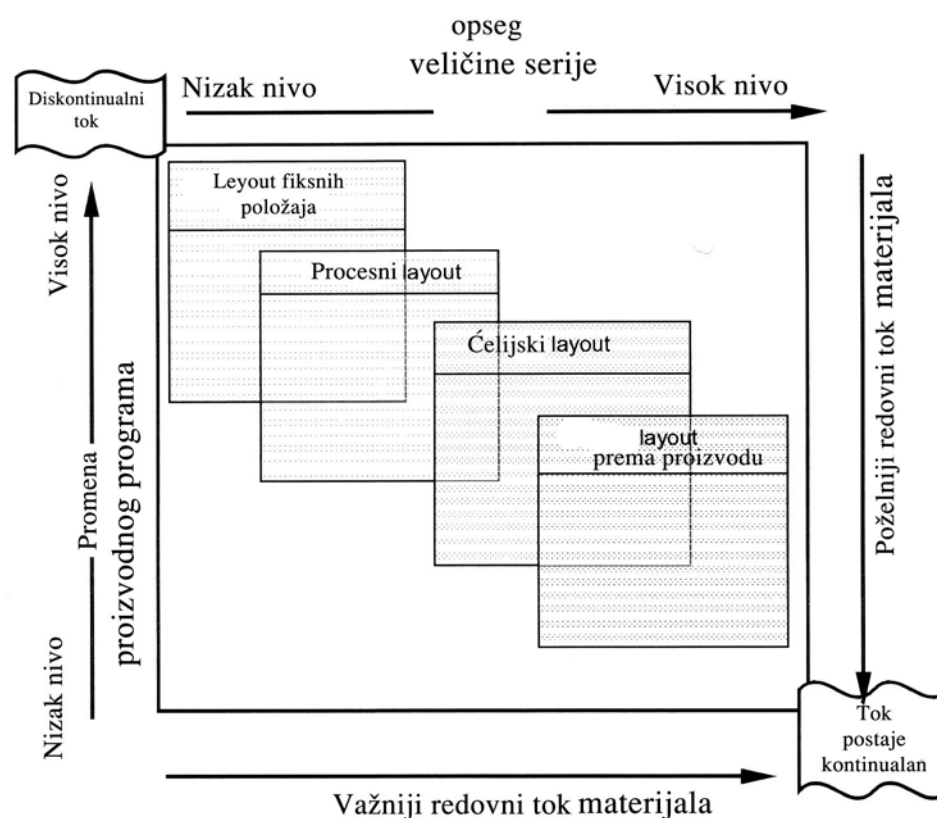
1. Uzeti u obzir obim proizvodnje i opsege materijala koji se kroz proizvodni proces kreću
2. Sledeća odluka za razmatranje jeste tip procesa (proizvodnje). Uopšteno, na ovo utiče obim proizvodnje i opseg materijala karakterističan za svaku operaciju.

Tipovi proizvodnje mogu biti:

- Pojedinačna proizvodnja
 - Serijski proizvodnja
 - Masovna proizvodnja
 - Kontinualna proizvodnja
2. Izbor osnovnog layout-a. Osnovni tipovi uređenja postrojenja i odeljenja u fabrici su:

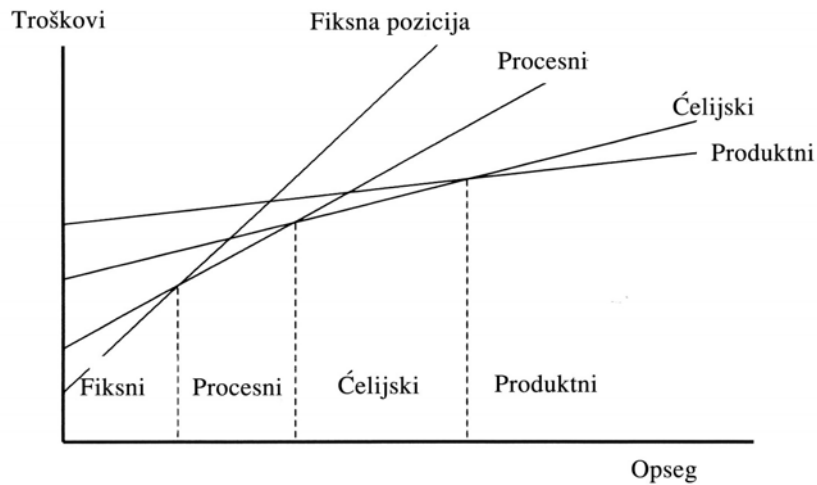
- procesni layout
- ćelijski layout
- layout prema proizvodu
- mešoviti layout

Na odluku o tome koji layout da se primeni mora uticati razumevanje njihovih prednosti i nedostataka. Karakteristike promene opsega proizvodnih operacija suziće izbor na dve ili tri opcije. Na Slici 56. je to prikazano dijagramski.



Slika 56. Uticaj izmene opsega određenih pozicija procesa na layout fabrike

Veoma važan faktor je uticaj cene pojedinih layout-a. Ukupna troškovi, fiksni i varijabilni zavise od količine proizvedenih proizvoda, kako je dato na slici 57.



Slika 57. Osnovni tipovi layout-a imaju različite fiksne i varijabilne karakteristike troškova

3. Finalni stadijum je dizajn layout-a zasnovano na gornjim uslovima. Na ovaj način se u osnovi određuje detaljna lokacija mašina. Ipak u obzir se mora uzeti sledeće:

- vreme trajanja ciklusa
- varijacije vremena svake pojedinačne operacije
- Bilans materijala koji se kreće
- Redosled operacija

Dodatno operacionim ciljevima sledeći važni faktori koji se moraju uzeti u obzir su: bezbednost, dostupnost, korišćenje prostora i dugoročna fleksibilnost.

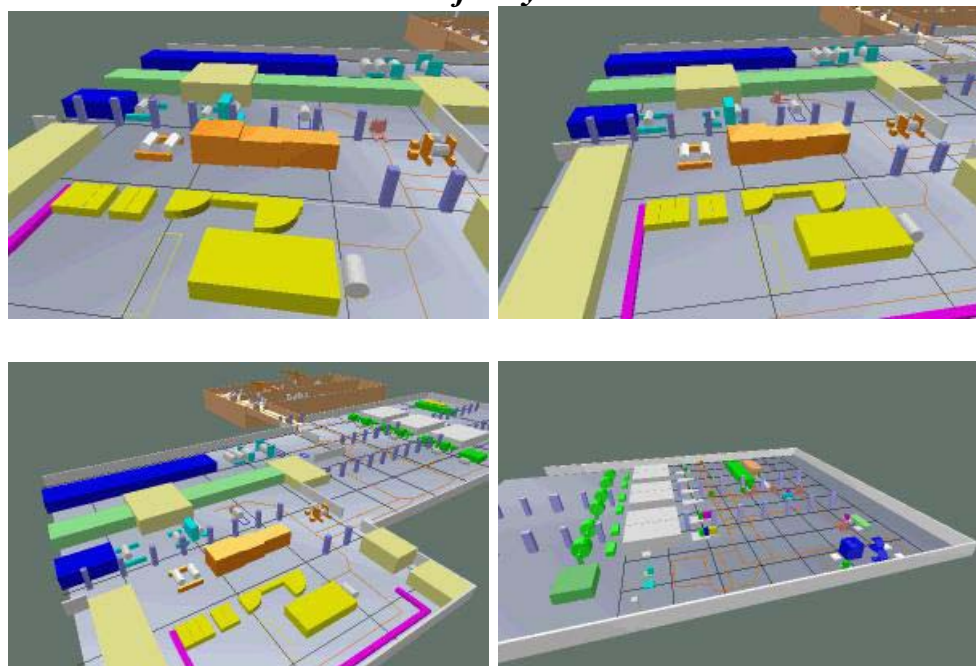
Alati za određivanje layout-a uz pomoć računara

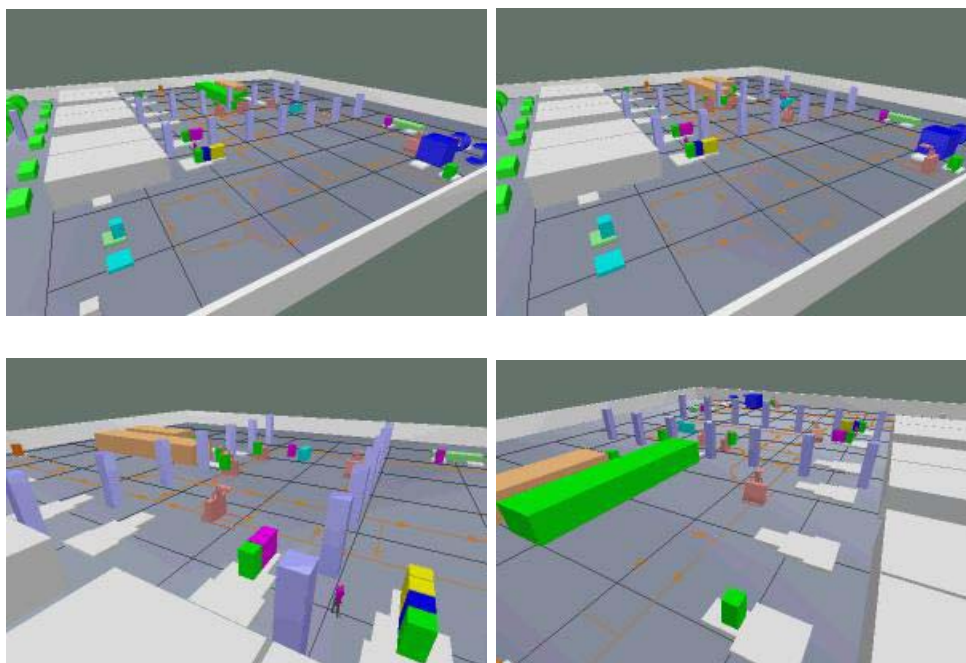
Kompleksnost zadataka dizajna rasporeda fabrike, dovela je do razvoja softverskih alata koji pomažu u procesu dizajna. Neki od

ovih alata se zasnivaju na heurističkim procedurama. Ovi alati ne traže optimalno rešenje već tragaju za dobrim rešenjem. Drugi alati pomažu u smislu stvaranja simulacije. Simuliranjem stvarnih uslova u fabrici istovremeno se može postići optičko rešenje koje se slaže sa zadatim ciljevima proizvodnje. Simulacija omogućava dizajneru da eksperimentiše, uz upotrebu modela, metodom pokušaja i greške. Ovo takođe dizajneru omogućava da razume osobine, probleme i moguća rešenja. Problemi za čije bi razumevanje bile potrebne godine mogu se simulirati za veoma kratko vreme.

Prikaz elektronski simuliranog layout-a postrojenja dat je na sledećem nizu slajdova:

Primer: elektronska simulacija layout-a





Raspored mašina (radnih mesta)

U toku proizvodnog procesa, materijal koji se obrađuje prelazi izvestan put. Sa stanovišta racionalizacije proizvodnje poželjno je da pređeni put bude pravolinijski i što je moguće kraći. Oblik i dužina putanje predmeta rada, za dati tehnološki proces, zavise od rasporeda mašina odnosno radnih mesta, koja su predviđena da učestvuju u realizaciji proizvodnje.

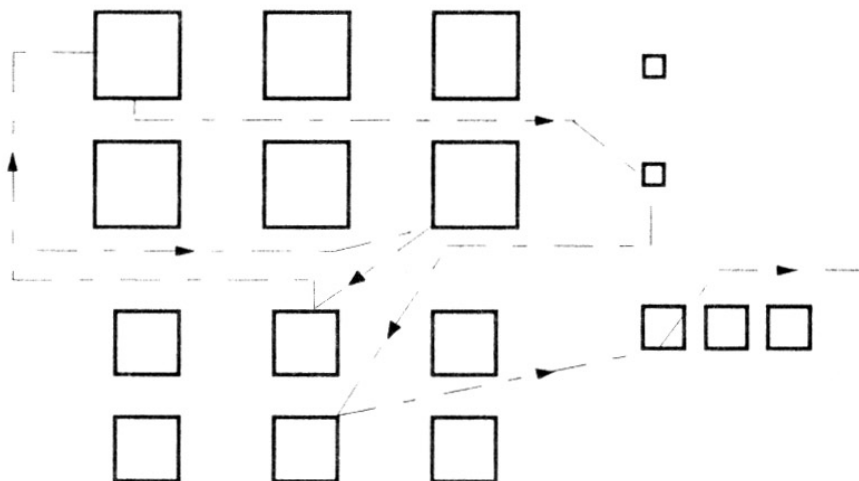
Mašine, odnosno radna mesta, u okviru proizvodnog odeljenja mogu biti raspoređeni na jedan od sledećih načina:

- grupni,
- linijski,
- kombinovani.

U nastavku biće izložene glavne karakteristike ova tri tipa rasporeda.

Grupni raspored

Mašine su raspoređene u grupe prema vrstama, što je prikazano na slici 58. Na ovaj način grupisane mašine najčešće nisu usklađene sa redosledom operacija za pojedine radne predmete, pa se veoma često javljaju "cik-cak" i povratna kretanja, a ponekad i u obliku "petlje", što se ocenjuje kao neracionalno. Grupni raspored mašina primenjuje se najčešće u pojedinačnoj i maloserijskoj proizvodnji, odnosno gde se javlja veći broj različitih tipova proizvoda.



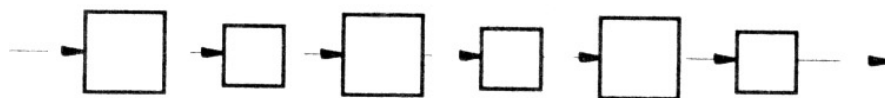
Slika 58. Grupni raspored mašina

Linijski raspored mašina

Mašine su poredane u skladu sa projektovanim redosledom operacija za izradu jednog komada, proizvoda. Na svakoj mašini obavlja se jedna ili više operacija, a radni predmet se kreće od mašine do mašine u istom smeru po najkraćoj mogućoj putanji. Takav raspored mašina najčešće je u primeni u masovnoj, odnosno lančanoj proizvodnji.

Primena ovog rasporeda opravdana je u uslovima ustaljenog

proizvodnog programa i uz odgovarajuću masovnu proizvodnju. Na slici 59 prikazan je linijski raspored mašina.



Slika 59. Linijski raspored mašina

Kombinovani raspored mašina

Promenljivost faktora koji utiče na izbor rasporeda mašina nekada uslovljava potrebu kombinovanja grupnog i linijskog rasporeda mašina. Ove kombinacije mogu se javiti u tri varijante.

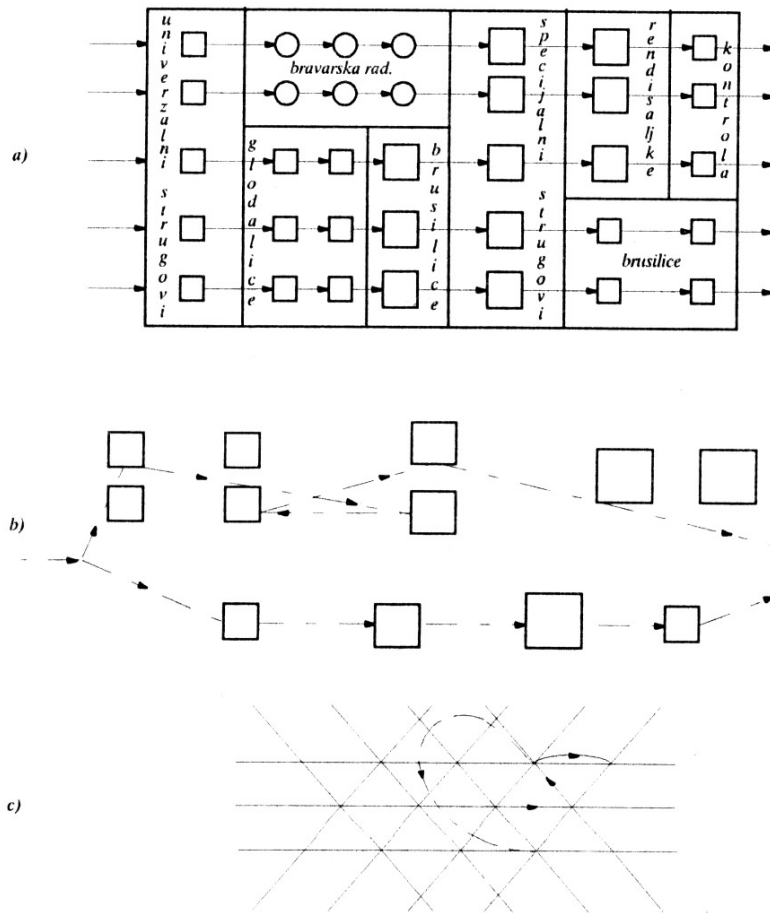
Prema prvoj varijanti, mašine se grupišu prema vrstama, odnosno tehnološkim karakteristikama, u redove u nizu po jedna ili više. Poprečno posmatrano obrazuju se linije mašina koje odgovaraju redosledu operacija za pojedine radne predmete.

Prema tome, mašine su raspoređene prema grupnom rasporedu, a poprečno je оформljen linijski raspored (vidi sliku 60a). Primena ovog rasporeda obezbeđuje skraćanje putanje radnih predmeta, a ostvaruje se u uslovima ustaljenog proizvodnog programa sa manjim varijacijama u asortimanu proizvoda.

Druga varijanta kombinovanog rasporeda mašina javlja se tako što za jedan ili više delova postoji linijski raspored mašina, dok se drugi delovi proizvode prema grupnom rasporedu. Pri tome, za delove koji se proizvode po linijskom rasporedu, treba da bude obezbeđena dovoljna masovnost, što za delove koji se proizvode prema grupnom rasporedu nije uslov. Ova varijanta prikazana je na slici 60b.

Treća varijanta ili raspored po "trouglu", prožeta je težnjom da se smanji što je moguće više transportni rad, eventualno i u uslovima

maloserijske proizvodnje.



Slika 60. Kombinovani raspored mašina

Raspored u "trouglu" ostvaruje se na taj način što se u slučaju postojanja tri operacije na jednom predmetu, mašine raspoređuju u temenima ravnostnog trougla. U takvim uslovima, radnik po završetku prve operacije odlaže predmet rada na dohvata ruke radnika na drugoj mašini, čime se potpuno odstranjuje dodatni transportni rad. Slično se dešava i između druge i treće mašine. Međutim, kada treba odrediti mesto za četvrtu mašinu, to je moguće racionalno ostvariti samo u odnosu na dve mašine, dok se u pogledu treće mora

obaviti dodatni transportni rad. Razmeštajući dalje mašine u temena ravnokranih trouglova oblikuje se mreža koja predstavlja raspored mašina po "trouglu" kao što je prikazano na slici 60c.

U pogledu racionalnosti rasporeda mašina, najpovoljniji je linijski raspored, dok je najnepovoljniji grupni raspored mašina.

Prilikom izbora tipa rasporeda mašina treba imati u vidu sledeće faktore:

- masovnost proizvodnje
- usklađenost i usklađenost proizvodnog programa,
- stepen specijalizacije mašina,
- organizovanost proizvodnih procesa.

Na osnovu definisanih podataka, traženje rešenja, koje bi zadovoljilo kriterijum: minimalan tok materijala, može biti sprovedeno na dva načina:

1. empirijskim metodama,
2. analitičkim metodama.

Pod empirijskim metodom podrazumevaju se raznovrsni zahtevi na bazi analogije sa sličnim rešenjima, rešenja na bazi intuicije i procene, i tome slično.

Analitičke metode obuhvataju različite postupke zasnovane na klasifikaciji, merenjima, proračunima, simulacijama i sl, orijentisane ka optimizaciji. Primena ovih metoda pretpostavlja korišćenje elektronskog računskog sistema zbog masovnosti računskih operacija, čime se postiže značajno skraćanje trajanja procedure i ujedno, kao veoma značajno, proveravanje znatno većeg broja kombinacija rasporeda radnih mesta nego što je to realno i moguće na klasičan način.

Kod traženja optimalnih rešenja, bilo empirijskim ili analitičkim

metodama, uzimaju se u obzir sledeći unapred zadati kriterijumi:

- kvantitativni kriterijumi (minimalni tok materijala, ljudi i slično)
- kvalitativni (poželjno, nepoželjno, potreban kontakt, buka, vibracije, itd.).
- mešoviti kriterijumi, gde na konačni raspored opreme podjednaki uticaj imaju kvantitativni ali i kvalitativni uticaji.

Kvantitativni kriterijumi su najčešće definisani određenim funkcijama cilja, koje mogu biti definisane na sledeći način:

- Transportni učinak definisan količinom materijala:

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

gde je:

F - ukupni transportni učinak,

q_{ij} (t, m³, N_{TJ}) - količina materijala koja se kreće između i - j

l_{ij} (m) - dužina transportnog puta između i-te i j-te lokacije

- Transportni učinak definisan brojem ciklusa:

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot l_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

gde je: N_{ij} – broj transportnih ciklusa između i-te i j-te lokacije

- Transportni učinak definisan preko transportnih troškova:

$$\min T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij} \cdot c_{ij}; \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

gde je: c_{ij} - (din/m kg) jedinični transportni troškovi.

Kvalitativni kriterijumi su najčešće definisani takozvanom matricom međuzavisnosti aktivnosti, koja pokazuje vrstu i poželjnost(nepoželjnost) veza između podsistema, slika 61.

1										
2	U									
3		X								
4			E							
5	A	A	A							
6	I	U	U	U						
7		U	U	U	O					
8	U	U	U	U	X	X				
9		U	I	U	X	O	I			
10	A	E	U	U	U	O	XX			
		I	U	U	U	U	U	U		
		U	A	U	A	A				
			I	U	U	U				
				U	U	U				
					U	U				
						U				
							U			
								E		
									U	

Slika 61. Matrica međuzavisnosti aktivnosti

Gde su:

A - apsolutno neophodna
povezanost
E - veoma važno postojanje
veze
I - važno postojanje veza
O - potrebno postojanje veza
U - nevažno
X - nepoželjno
XX - veoma nepoželjno

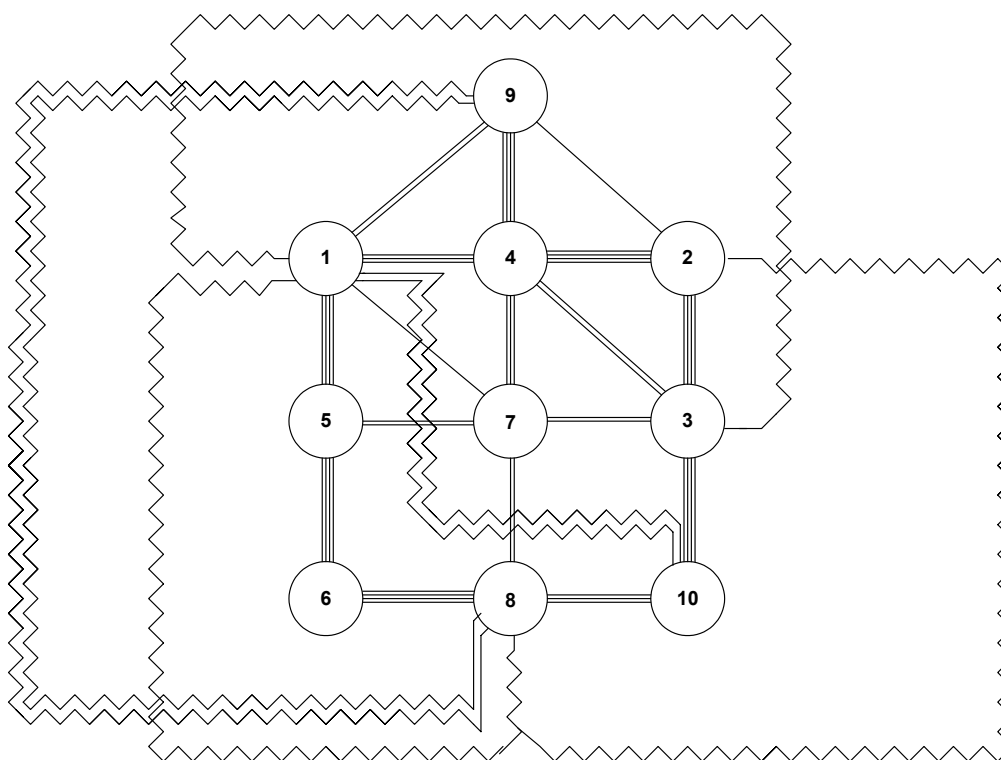
Razlozi:

1. Udaljenost od skladišta,
2. Buka
3. Vibracije
4. Prašina
5. Protok dokumentacije
6. Step en komunikacije
7. Korišćenje iste opreme
8. Korišćenje zajedničke
arhive
9. Protok materijala

Koristeći sledeću analogiju stepena zavisnosti sa brojem veza, tabela 7.

Oznaka	Stepen zavisnosti	Broj veza
A	Apsolutno neophodno	=====
E	Veoma važno	====
I	Vežno	==
O	Potrebno	—
U	Nevažno	-----
X	Nepoželjno	∕ ∕ ∕ ∕ ∕
XX	Veoma nepoželjno	∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕ ∕

Na osnovu parametara zadatih u matrici međuzavisnosti aktivnosti, može se formirati sledeći raspored veza između odeljenja, slika 62.



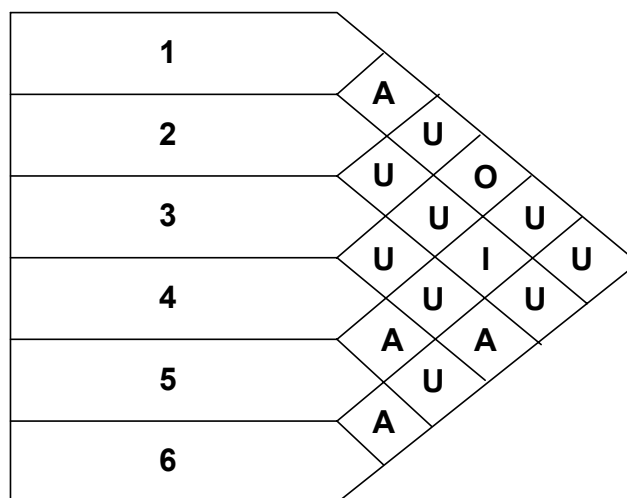
Slika 62. Kvalitativno određen raspored odeljenja

Mešoviti, kvalitativno-kvantitativni kriterijum biće objašnjen na sledećem primeru. Kvantitativna metoda je zasnovana na kriterijumu: najkraća relacija za transport=najveća količina proizvoda ($\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij}; _i, j = 1, 2, 3, \dots, n$), a kvalitativna na

matrici međuzavisnosti aktivnosti, slika 63. Zadati odnos između kvalitativnih i kvantitativnih uticaja je 50 : 50. Količina materijala koja se kreće između pojedinih odeljenja, data je u tabeli 8.

Tabela 8. protok materijala između pojedinih odeljenja (t)

Do Od	1	2	3	4	5	6
1		170	12	90		13
2			25	200	120	
3				13	40	
4					12	200
5						90
6						



Slika 63. Matrica međuzavisnosti aktivnosti

Da bi se mogla izvršiti kombinacija kvantitativne i kvalitativne metode, prvo je potrebno izvršiti kvantifikaciju kvalitativne metode, na sledeći način:

Oznaka	Kvantitativni analog
A	4
E	3
I	2
O	1
U	0
X	-2
XX	-10

Takođe, radi pojednostavljenja proračuna, izvršiće se rangiranje količine proizvoda na sledeći način:

Količina proizvoda (t)	rang
0-30	0
31-70	1
71-120	2
121-180	3
181-200	4

Na taj način je moguće formirati sledeću tabelu kvantitativno-kvalitativnog ranga:

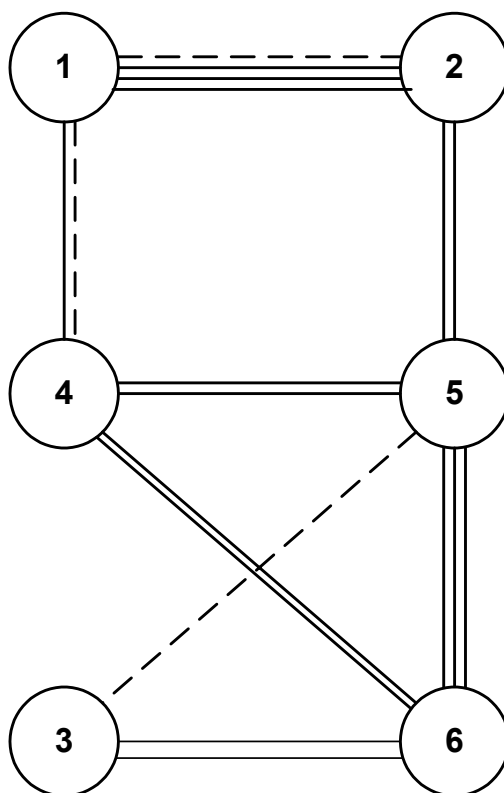
	A(4)	E(3)	I(2)	O(1)	U(0)	X(-2)	XX(-10)
4(181-200)	4	3,5	3	2,5	2	1	/
3(121-180)	3,5	3	2,5	2	1,5	0,5	/
2(71-120)	3	2,5	2	1,5	1	0	/
1(31-70)	2,5	2	1,5	1	0,5	-0,5	/
0 (0-30)	2	1,5	1	0,5	0	-1	/

Za slučaj definisan uslovima zadatka, može se formirati zajednička matrica međuzavisnosti.

1						
	3.5					
2		0				
			1.5			
3		0		2		0
					2	
4		0		0.5		0
5		2		2		
6		3				

Slika 64. Kombinovana matrica međuzavisnosti

Prema tome, najoptimalniji raspored odeljenja je dat na slici 65.



Slika 65. Optimalni raspored odeljenja

7.4.1. Unutrašnji transport

Transport i skladištanje materijala, komponenti i sklopova omogućavaju sistemi za rukovanje materijalom. Rukovanje materijalom počinje istovarom dobara iz sredstava transporta snabdevača, potom se materijal premeštaj u magacin, ide na mašinsku obradu, sklapanje, testiranje, skladištenje, pakovanje, skladištenje, i na kraju utovar u transportna sredstva. Svaki od navedenih stadijuma procesa proizvodnje zahteva nešto različitiji dizajn opreme za rukovanje, a neki procesi zahtevaju integraciju više tipova opreme za rukovanje.

Dizajn i selekcija pravog sistema za rukovanje materijalom je jedna od najvažnijih odluka koju menadžer mora da donese, zbog efekta na ostale elemente proizvodnog postrojenja. Rukovanje materijalom utiče na tok materijala i sam layout fabrike. Nevezano za polazna kapitalna ulaganja u novi sistem, konsekvence bilo kakve pogrešne procene u rukovanju materijalom imaće znatne i dugoročne efekte na operacije. U novije vreme razvijeni su simulacioni računarski alati za simulaciju sistema rukovanja materijalom i njihove efekte na proizvodni proces.

U najsavremeniji način manipulacije materijalom spada robotika. Robotika je prvi put uvedena pre 30 godina. Od tog vremena na ovamo primena i vrste ove opreme su se dramatično povećali. Osnovna tehnologija robotike je slična CNC tehnologiji ali većina robota ima veći stepen slobode. U proizvodnim primenama, roboti se mogu koristiti za sastavljanje(sklapanje), procese farbanja, zavarivanje, itd. kao i za rukovanje materijalom. U novije vreme su roboti opremljeni sa senzorima za vizualnu i dodirnu kontrolu. Osnovna prednost robota je što se oni mogu koristiti za monotone, svakodnevne operacije koji se često puta ponavljaju a istovremeno zahtevaju veliku preciznost. Takođe mogu se koristiti u toksičnoj ili na drugi način nebezbednoj sredini.

Zavisno od karaktera tehnološkog procesa, zastupljenost transportnog rada u ukupno obavljenom radu varira. Prema podacima za neke industrijske grane u SAD, učešće troškova radne snage zaposlene na poslovima unutrašnjeg transporta u ukupnim troškovima radne snage iznose:

- u metaloprerađivačkoj industriji 30%
- u tekstilnoj industriji 40%
- u građevinarstvu i rudarstvu 90%.

Pod unutrašnjim transportom treba podrazumevati celokupan proces kretanja i manipulacije materijala u okviru preduzeća. Kad materijal uđe u skladište preduzeća, pa sve dok ne izađe iz preduzeća prenos, utovar, pretovar i druge manipulacije predstavljaju unutrašnji transport.

Obzirom da transportne operacije spadaju u gubitke, kao što je ranije definisano, i ne dovode do povećanja vrednosti proizvoda, opravdana je težnja da se aktivnosti unutrašnjeg transporta optimizacijom svedu na minimum.

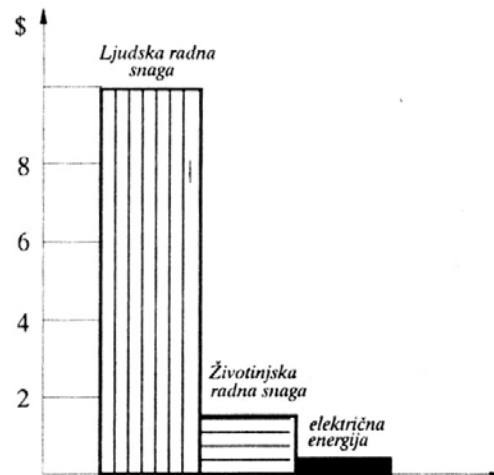
U cilju racionalizacije unutrašnjeg transporta, treba se rukovoditi sledećim načelima:

1. putanje materijala treba optimalno skratiti,
2. transportne operacije treba gde je to moguće isključiti,
3. transportne operacije koje se ne mogu izostaviti treba mehanizovati odnosno automatizovati pogodno izabranim sredstvima.

Rešavanje automatizacije unutrašnjeg transporta u fabrici je integralni deo projektovanja fabričkih postrojenja i proučavanja proizvodnih procesa.

Prilikom razmatranja problema unutrašnjeg transporta, jedno od vitalnih pitanja je način obavljanja prenosa (ručno ili pomoću nekog sredstva). Iako je stanje tehnike danas takvo da pruža zadovoljavajuća tehnička rešenja za najraznovrsnije probleme ove vrste, nedovoljno poznavanje mogućnosti sredstava unutrašnjeg transporta nalažu potrebu da se ukažu ekonomske prednosti, koje se mogu očekivati od primene takvih sredstava. Za prikaz ovih prednosti, može da posluži dijagram na slici 66. koj pokazuje da ostvarenje 1 KS nesrazmerno više košta kada se ostvaruje ljudskim radom u odnosu na električnu energiju. Ovo upoređenje nedvosmisleno ukazuje na ekonomsku opravdanost mehanizacije

radova.



Slika 66. Cena energije rada ljudi, životinja i električne struje

U nastavku biće objašnjeni sledeći elementi unutrašnjeg transporta:

- transportni tokovi,
- vrsta materijala koji se transportuje,
- posude (ambalaža),
- transportna sredstva.

Rešavanje problema u vezi sa transportnim sredstvima, posudama, putanjom itd, tesno je povezano sa projektovanjem transportnih operacija. Ustvari, transportne operacije objedinjavaju u celinu ove elemente, obezbeđujući vršenje celishodnog transportnog rada.

Problematika **transportnih tokova** obuhvata:

- dužinu putanje materijala
- količinu materijala za transport

Transportni tok se iskazuje u tona metrima.

Dužina putanje materijala može se posmatrati sa aspekta glavnih tokova materijala koji su uslovljeni layout-om fabrike(proizvodna

odeljenja, skladišta, itd) ili tokovima materijala u okviru pojedinih odeljenja, uslovljeni rasporedom mašina i opreme.

Prema ranije definisanim kriterijumima, svi navedeni transportni tokovi materijala u fabrici moraju biti što kraći i po mogućstvu pravolinijski, o čemu se mora posebno voditi računa prilikom projektovanja novih fabrika, kao i rekonstrukcije postojećih.

Materijal. Materijal koji se transportuje, može imati najrazličitija svojstva. Osobine materijala utiču na rešavanje čitavog niza problema u oblasti unutrašnjeg transporta, kao što su transportni postupci, posude, transportna sredstva itd.

Karakteristike materijala mogu biti posmatrane sa stanovišta agregatnog stanja:

- materijal u čvrstom stanju,
- materijal u tečnom stanju,
- materijal u gasovitom stanju.

Materijali u čvrstom stanju mogu se razvrstati u dve velike grupe:

- komadni,
- i sipkasti - praškasti.

Dalje, materijali se mogu posmatrati sa aspekta:

- hemijskih svojstava (kiselost, alkalnost, korodirajuća svojstva, otrovnost),
- fizičkih svojstava (tvrdoća, gustina, specifična težina),
- mehaničkih svojstava (čvrstoća, viskoznost, krhkost),
- električnih svojstava (provodljivost, magnetizam, radioaktivnost),
- termičkih svojstava (provodljivost, tačka topljenja),
- veličine i oblika (prašina, prah, zrnasto, grudvasto, jednostavnost ili složenost oblika),

- dimenzije i težina (dužina, širina, površina preseka, zapremina, težina)

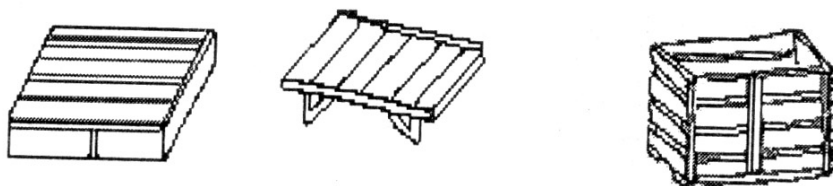
Posude (ambalaža). Za vreme transporta, manipulacije i skladištenja obično se koriste posude za smeštaj materijala. Sa konstruktivne tačke gledišta, postoji veliki broj raznovrsnih rešenja posuda za transport.

Prilikom oblikovanja posuda za transport materijala, centralni problemi koji treba rešiti tiče se racionalizacije manipulacije i transporta u toku proizvodnog procesa.

Kao jedno od uspehlih rešenja za postavljeni problem treba navesti sistem "paletizacije". Efikasnost ovog rešenja tesno je povezana sa izborom transportnog sredstva, tj. odnosi se na primenu viljuškara, čime je proces planiranja transporta znatno olakšan.

"Paletizacija" materijala u transportu sastoji se u korišćenju specijalnih podmetača (platformi) koje imaju dva (ili četiri) otvora čije je međurastojanje prilagođeno međurastojanjima krakova viljuški viljuškara. Tako napravljena platforma omogućava uvlačenje viljuški u ove otvore, te zatim brzo i efikasno podizanje tereta. U stvari, na ovaj način utovar odnosno istovar "paletiziranog" materijala obavlja se bez učešća ljudi posredstvom mehanizma za podizanje i spuštanje viljuški.

Zavisno od svojstva materijala, postoje različite konstrukcije "paletiziranih" posuda. (Nekoliko primera ovih posuda dato je na slici 67.



Slika 67. Izgled paleta

Prednost "paletiziranog" materijala sa stanovišta transporta i naročito manipulacije, mogu se formulisati na sledeći način:

- trajanje utovara i istovara je svedeno na minimum,
- isključeno je učešće ljudske radne snage prilikom utovara i istovara,
- postiže se bolje korišćenje transportnih sredstava,
- sniženi su troškovi unutrašnjeg transporta.

Za posude namenjene transportu, od neobičnog je značaja da ispunjavaju sledeće uslove:

- da su prilagođene svojstvima materijala koji treba transportovati u tim posudama,
- da omogućavaju efikasnu manipulaciju tokom transporta,
- da su usklađene sa transportnim sredstvima,
- da su standardizovane,
- da su dovoljno otporne,
- da su troškovi nabavke što niži.

Transportna sredstva. Izbor prikladnog transportnog sredstva predstavlja jedan od težišnih problema u oblasti unutrašnjeg transporta. Od kolikog je značaja dobro izvršen izbor transportnog sredstva najočiglednije pokazuju uporedni podaci o troškovima za obavljanje istog transportnog rada sa različitim transportnim sredstvima.

Za adekvatan izbor transportnih sredstava, od najvećeg je značaja

pozavanje postojećih vrsta i njihovih karakteristika.

Procena je da postoji blizu 10 000 vrsti transportnih sredstava koja se primenjuju u unutrašnjem saobraćaju, te je razumljivo da karakteristike svih, ovde neće biti razmatrane.

U domenu unutrašnjeg transporta, razvojne tendencije se očitavaju kroz integralni tretman kretanja materijala i manipulacija s njim, što uključuje u izvesnom smislu i spoljašnji transport, odnosno posebno međuzavisnosti ova dva vida transporta. U tom smislu, spone unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta, "Kontejnerizacija" je specifičan vid pakovanja materijala koji omogućuje odstranjivanje suvišnog manipulisanja materijalom. Kontejner kao posuda u koju se pakuje materijal, na pogodan način se pričvršćuje za šasiju kamiona, vagona ili se kao takav utovaruje u brodove, što omogućava značajno pojednostavljenje promene oblika transporta (prelazak sa železnice na drumski npr.) Dimenzije kontejnera su standardizovane, što takođe doprinosi efikasnosti. Propisane veličine kontejnera su takve da se sa jednom operacijom (utovar ili istovar) prenose relativno velike količine. Primena kontejnera omogućuje:

- smanjenje troškova manipulacije materijalom,
- smanjenje pojave štete,
- povoljne uslove za koordinaciju različitih vidova transporta.

U slabosti se ubraja ograničenje koje proizilazi iz dimenzije kontejnera, što smanjuje prilagodljivost različitim uslovima.

Za izbor transportnih sredstava primenjuju se posebni oblici klasifikatora u kojima se za pojedina transportna sredstva označava podobnost primene u odnosu na unapred precizirana svojstva i zadatke.

7.5. ODRŽ AVANJE MAŠINA

Kao što je već rečeno, proizvodni procesi u industriji, ostvaruju se na mašinama i uređajima visokog stepena mehanizovanosti, odnosno automatizovanosti, sa sve prisutnijim robotima. Za normalno odvijanje proizvodnih procesa, odnosno operacija, sve oštrije se postavlja kriterijum pouzdanosti odnosno ispravnosti u radu tehničkih sistema. U tom kontekstu, sistem održavanja mašina i uređaja, postaje važan činilac u obezbeđenju neophodnih uslova za funkcionisanje proizvodnje.

Pod pojmom održavanja opreme podrazumeva se obezbeđenje normalne radne sposobnosti opreme, u skladu sa projektovanim eksploataciono tehničkim karakteristikama, za vreme predviđenog veka trajanja.

Cilj efektivnog sistema održavanja je da maksimizira efektivnost proizvodne opreme u smislu ekonomske efikasnosti i profitabilnosti.

Sistem održavanja je efektivan ako se ulaže svaki napor da se eliminišu uzroci gubitaka u proizvodnji usled kvarova opreme ili da se maksimizira efektivnost opreme.

Sistem održavanja može biti:

1. korektivni
2. plansko-preventivni.

7.5.1. Korektivni sistem održavanja

Bitna karakteristika sistema je u tome, što se intervencija održavanja obavlja pošto nastupi kvar odnosno bilo kakav poremećaj koji onemogućava normalno korišćenje konkretne mašine. Tada se pristupa ispitivanju uzroka, a potom preduzimaju mere da se ponovo

ustpostavi normalan rad. Kod ovog sistema bitno je iskustvo i znanje članova ekipe za obavljanje zadataka. Pri tom, neretko se uočavaju elementi specijalizacije takvih ekipa ili pojedinaca za određenu vrstu opreme. Osim individualnog uopštavanja stečenog iskustva, ne nailazi se na bilo koji drugi elemenat sistematski organizovanog rada.

Gore navedeni ciljevi održavanja ne mogu se postići ako se održavanje oslanja samo na ovakvom neplanskom pristupu. Ono što je potrebno je sistematski pristup koji kombinuje tehničke, administrativne i menadžerske resurse.

Osnovni elementi sistematskog pristupa održavanju su:

- Plansko održavanje
- Oslanjanje na efektivno planiranje održavanja i kontrolu koje je integrisano sa planiranjem proizvodnje i kontrolom, o čemu je već bilo reči.
- Informacioni sistem za održavanje (MIS) koji daje aktualne informacije u realnom vremenu.
- Osnova organizacione strukture koja nudi maksimum podrške reursima, fleksibilnost i spona između proizvodnje i funkcija održavanja.
- Pristup koji se odnosi na širi problem održavanja koji uključuje nabavku oprema, sisteme nabavke i celokupnu logistiku.

7.5.2. Plansko-preventivni sistem održavanja

U skladu sa prethodnim izlaganjem, plansko-preventivni sistem održavanja predstavlja skup konzistentnih postupaka i aktivnosti, koji omogućuje održavanje normalne radne sposobnosti shodno eksploataciono-tehničkim karakteristikama mašine u okviru predviđenog veka trajanja, a pod optimalnim uslovima u pogledu troškova i dužine neproizvodnog vremena.

Postoje mnoge tehnike za izvođenje planiranog održavanja. Da bi se odučili za pravu tehniku mora se izvršiti opsežna analiza o zahtevima proizvodnje, resursima i planu. Bez obzira na izabranu tehniku, održavanje se mora planirati sistematski da bi se optimizirali resursi i da bi se postigla finansijska efikasnost. U savremenim proizvodnim sistemima u ekspanziji je tehnika (Condition-Based Maintenance- održavanje prema trenutnim uslovima). Ova tehnika se zasniva isključivo na instrumentima koji se kontrolišu računarom.

Informacioni podsistem za održavanje mašina

U današnjem proizvodnom okruženju sa skupom opremom, koja se obično integriše da bi funkcionisala kao sistem i uz potrebu obezbeđivanja informacija o performansama, isključiva je potreba postojanja Informacionog Sistema Održavanja (MIS). MIS mora imati mogućnost spone sa kontrolom u realnom vremenu, obradom podataka i ekspertskim donošenjem odluka. Mora biti integrisan sa sistemom održavanja uz podršku računara i sa monitoringom i akvizicijom podataka. Takođe mora imati vezu sa Planiranjem resursa i kontrolnim sistemom fabrike.

Moderan vid održavanja predstavlja dugoročno kontinualno unapređenje a ne brzo podešavanje i popravke. Postoje dve osnovne strategije za postizanje dugoročnih unapređenja:

1. Održavanje Usmereno na Pouzdanost (Reliability Centred Maintenance), koje se fokusira na to koje metode održavanja moraju biti primenjene i kada. Cilj RCM-a je postizanje razumevanja načina rada fabrike, i razloga potencijalnih kvarova. Neke od postavka ove metode su: Konsekvence kvarova su različite prema tome gde i kako je fabrika instalirana i radi. Osnovno pitanje je svrha opreme a ne njena definicija. Cilj preventivnog održavanja je i u ovom slučaju da

spreči ili izbegne konsekvence kvarova, a ne da spreči same kvarove. TPM se zasniva na ideji identifikacije efektivnog preventivnog održavanja za svaki mogući tip kvarova.

2. Total Productive Maintenance (TPM), o kojem je već bilo reči, se fokusira na to kako potrebe održavanja mogu da se obezbede na što jeftiniji i efektivniji način. TPM više spada u filozofiju nego u tehniku i zasnovano je na Kaizen ideji. TPM tvrdi da svako ko je uključen u životni ciklus opreme ima svoje mesto u postizanju ciljeva same opreme i u smislu prevencije kvarova.

Plansko-preventivni sistem održavanja iziskuje detaljno razrađen skup pouzdanih informacija, čije će korišćenje omogućiti sprovođenje bitnih elemenata sistema održavanja.

POGLAVLJE 8. UPRAVLJANJE VREMENOM

Vreme je jedini neobnovljiv i nenadoknativ resurs

Imperativ ušpešnog poslovanja je: Vreme treba što racionalnije koristiti. Ovaj opšti stav ima posebnu težinu obzirom na poslovanje u savremenom tržišnom okruženju gde širok uticaj imaju :

- konkurencija na tržištu (stalne promene u zahtevima kupaca, rokovi isporuke)
- tehničko-tehnološke promene (novi proizvodi, nove tehnologije).

Najveća odgovornost za vremenski interval ostvarivanja same proizvodnje leži na samim operativnim jedinicama proizvodnje, pod uslovom da su razvoj i priprema proizvodnje i neposredna priprema proizvodnje urađeni besprekorno i sa realno sagledanim podacima o trenutnom stanju proizvodnih linija.

Svaki proces u domenu proizvodnje predstavlja skup aktivnosti čija je zajednička osobina potrošnja vremena. Vreme kao zajednička dimenzija, manifestuje se sa stanovišta organizacije proizvodnje u datim uslovima ostalih resursa (radna snaga, proizvodna oprema, materijal i drugo). Uopšteno posmatrano mogu se odrediti dva ekstremna slučaja:

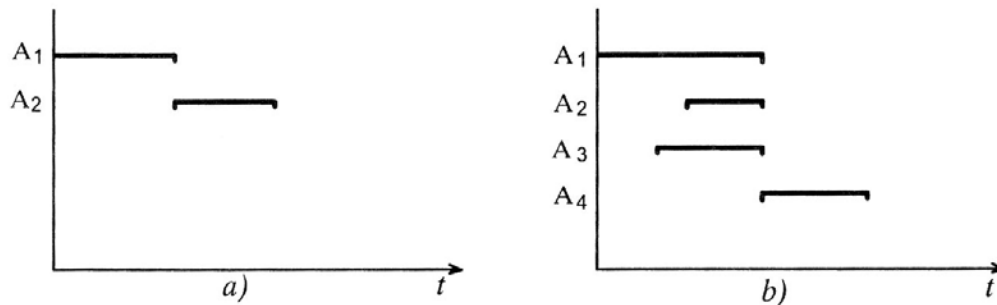
1. sve aktivnosti se uzastopno nižu, tu se javlja najduža moguća varijanta,
2. sve aktivnosti se obavljaju istovremeno, ukupno trajanje poduhvata određeno trajanjem najduže aktivnosti.

Ni jedna ni druga krajnost nisu bliske realnosti, ali se između njih nalaze brojne moguće varijante. Pri upravljanju vremenom pojedinih procesnih aktivnosti treba imati u vidu:

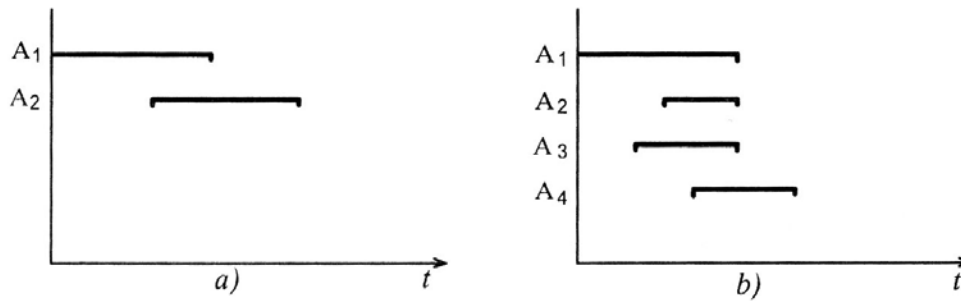
1. tehnološku, radnu uslovljenost pojedinih aktivnosti odnosno operacija.
2. ograničenja u pogledu kapaciteta, radi izbegavanja čekanja, proizvodne opreme, radnika ili objekata rada (mogućnost pojave uskog grla).
3. neophodnost transporta materijala sa jednog mesta na drugo u skladu sa rasporedom opreme (izvršiti optimalno raspoređivanje opreme u prostoru).

Prjektovanje i realizacija aktivnosti u okviru proizvodnog procesa mora imati u vidu sledeće moguće međuzavisnosti aktivnosti:

- aktivnosti su međusobno zavisne time što jedna pretpostavlja potpuno izvršenje druge ili drugih aktivnosti, slika 68a, odnosno b
- aktivnost čeka delimično ivršenje prethodnih aktivnosti, slika 69a, odnosno b
- neke aktivnosti su međusobno nezavisne pa se mogu simultano izvršavati (slike 68b i 69b, aktivnosti A_1 , A_2 i A_3)



Slika 68. a) Jedna aktivnost čeka izvršenje prethodne, b) Jedna aktivnost čeka izvršenje nekoliko prethodnih



Slika 69. a) Jedna aktivnost čeka delimično izvršenje prethodne, b) Jedna aktivnost čeka delimično izvršenje nekoliko prethodnih

Na osnovu prethodne klasifikacije međusobnih zavisnosti aktivnosti, dalje se aktivnosti klasifikuju u odnosu na vremenski raspored neophodnih aktivnosti za izvršenje određenog proizvodnog zadatka. Ukupna efikasnost koordinacije brojnih činilaca, kao prevashodno svojstvo organizacije proizvodnje, meri se vremenom-projektovanim ili zaista utrošenim za određeni proizvodni zadatak.

Ostvarenje proizvodnog ciklusa zahteva izvestan period vremena. *Proizvodni ciklus obuhvata vremenski period od početka izrade prvog (od ukupne količine proizvoda) pa do završetka poslednjeg.* Proizvodni ciklus se može odnositi na ceo proizvod, sklop ili deo.

Vremensko trajanje proizvodnog ciklusa može se podeliti na:

- proizvodno
- neproizvodno vreme

Pod proizvodnim vremenom obuhvaćeni su svi vremenski delovi proizvodnog ciklusa koji su povezani sa proizvodnim operacijama.

Proizvodno vreme se dalje klasificira na:

- neposredno vreme, koje sadrži pripremno i završno vreme proizvodnih operacija i samo vreme izrade. Takođe tu spada i pomoćno i dopunsko vreme.

- Posredno vreme, gde spada vreme potrebno za transport i kontrolu.

U neproizvodno vreme spadaju objektivno i neobjektivno (subjektivno) vreme. Tu treba uključiti raznovrsne prekide i zastoje u toku proizvodnje. Objektivno vreme obuhvata neradne dane, dok neobjektivno uključuje: zastoje usled kvara mašina, zastoje usled nedotatka materijala, zastoje usled nedostatka energije, usled nedostatka alata, itd. Na slici 70, dat je grafički prikaz strukture proizvodnog ciklusa.

STRUKTURA KOMPONENTNIH VREMENA PROIZVODNOG CIKLUSA

0.0. PROIZVODNI CIKLUS

0.1. Proizvodna vremena

0.11. Neposredna vremena

0.11.1. Pripremno-završna

0.11.2. Pomoćna

0.11.3. Tehnološka

0.11.4. Dopunska

0.12. Posredna vremena

0.12.1. Transportna

0.12.2. Kontrolna

0.2. Neproizvodna vremena

0.21. Objektivna

0.21.1. Projektovana neproizvodna vremena

- neradni dani
- neradne smene
- obavezne pauze i dr.

0.22. Subjektivna

0.22.1. Zastoji

- nedostatak alata
- nedostatak materijala
- kvar mašine
- nedostatak energije
- nedostatak posla i dr.

Slika 70. Struktura komponentnih vremena proizvodnog ciklusa

Stvarno trajanje proizvodnog ciklusa zavisi od uspešnog rešavanja niza organizacionih ili tehničkih pitanja u vezi sa proizvodnjom nekog proizvoda ili njegovih delova.

8.1. Tipovi organizacije toka redosleda operacija

Tip organizacije toka redosleda operacija može biti:

- a) uzastopni
- b) paralelni
- c) kombinovani

Osnovne karakteristike uzastopnog tipa organizacije redosleda operacija je u tome što se na jednom radnom mestu obavi operacija na svim komadima, da bi se zatim na sličan način to ponovilo na svim ostalim radnim mestima. Na slici 71. dat je grafički prikaz ovog tipa organizacije.

Ukupno vreme potrebno za izradu jedne serije, odnosno dužina proizvodnog ciklusa, za uzastopni tok operacija je:

$$T_{cu} = q \cdot \sum_{i=1}^k \frac{t_{0i}}{60} \text{ [h]}$$

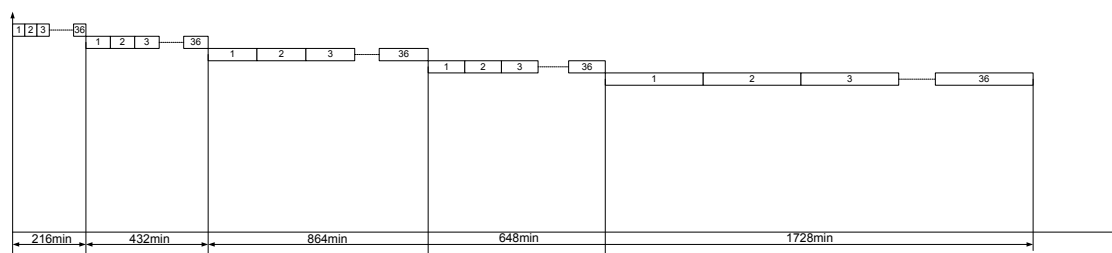
Gde su:

q - broj komada u seriji

t_{0i} - vreme trajanja pojedine operacije [min]

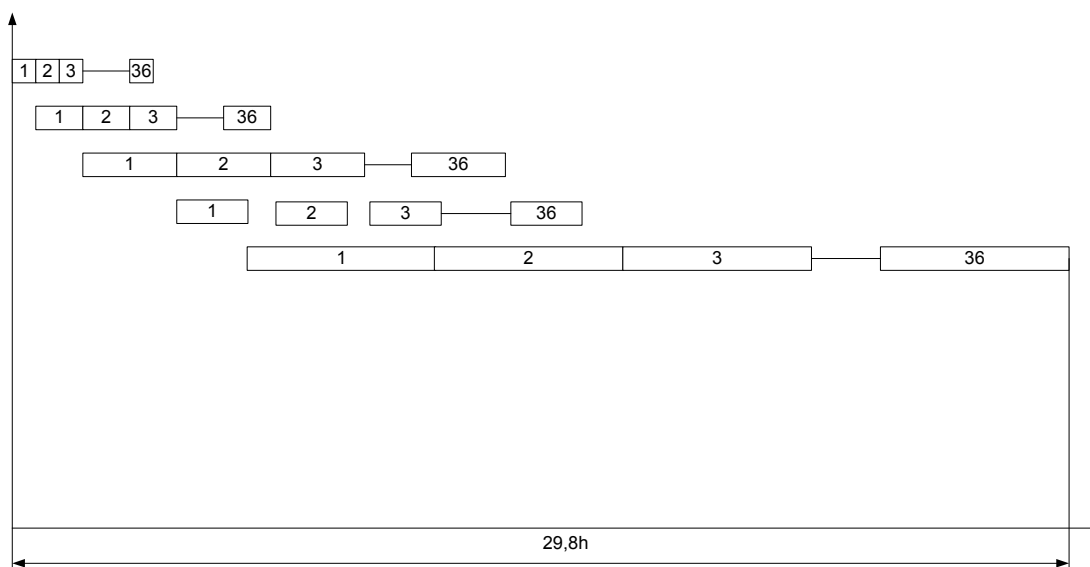
k - broj operacije za izradu svakog od proizvoda.

U ovom slučaju, vreme trajanja ciklusa je najduže, što ima čitav niz negativnih posledica u odnosu na zamrzavanje obrtnih sredstava. Primena ovog tipa organizacije je neprikladna za veće serije, ali pogodnija za veći asortiman proizvoda u maloserijskoj proizvodnji.



Slika 71. Uzastopni tip terminiranja

Za paralelni tip organizacije redosleda operacija karakteristično je da svaki komad po završetku prethodne operacije prelazi na narednu. Na slici 72. dat je grafički prikaz ovog tipa.



Slika 72. Paralelni tip terminiranja

Vreme trajanja izrade serije po paralelnom tipu proizvodnje računa se na osnovu obrasca:

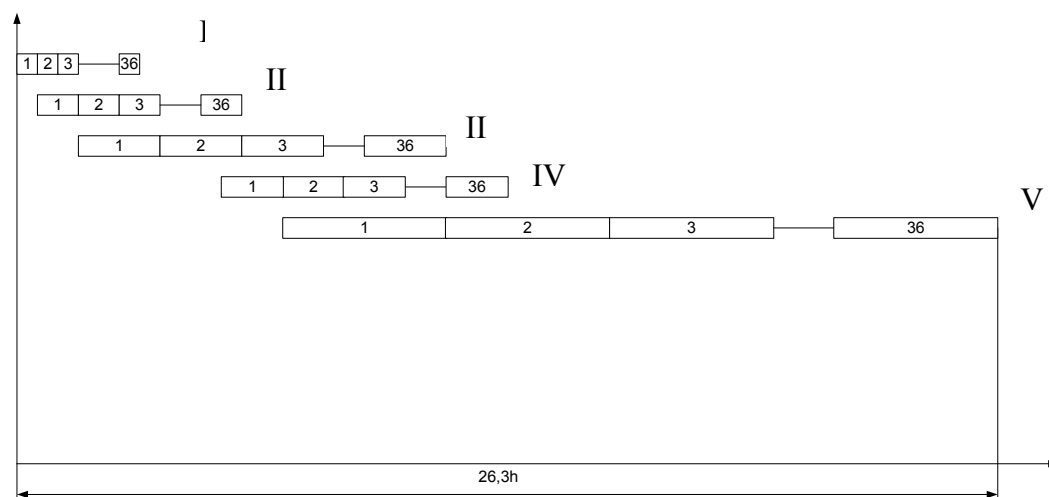
$$T_{cp} = \frac{q-1}{60} \cdot t_{0\max} + \sum_{i=1}^k \frac{t_{0i}}{60} \text{ [h]}$$

Gde je: $t_{0\max}$, vreme trajanja najduže operacije.

Neujednačeno trajanje pojedinih operacija prouzrokuje neravnomernosti u procesu proizvodnje organizovanom po ovom tipu. Ukoliko bi se postiglo jednako vreme trajanja svih operacija u okviru izrade jednog proizvoda, ostvarila bi se najidealnija varijanta. Međutim čak i da to nije slučaj, dužina trajanja proizvodnog ciklusa je kraća u odnosu na ostale tipove terminiranja.

Najčešće se primenjuje u velikoserijskoj i masovnoj proizvodnji. Zahteva visoku tehnološku disciplinu i visoki nivo sinhronizacije rada operativnih službi za opsluživanje radnih mesta.

Kod kombinovanog tipa organizacije redosleda, primenjen je delimično paralelan tip, ali na takav način da bi se izbeglo čekanje mašine (što je slučaj kod čisto paralelnog terminiranja). Grafički prikaz ovakvog vida terminiranja dat je na slici 73.



Slika 73. Kombinovani tip terminiranja

U slučaju serije od 36 komada, u okviru koje svaki komad prođe kroz 5 operacija, kako je to dato na slici, prelaz sa operacije I na operaciju II, kao i sa operacije II na operaciju III vrši se po principu paralelnog terminiranja obzirom da su vremena $t_{OI} < t_{OII} < t_{OIII}$. Međutim, obzirom da je $t_{OIII} > t_{OIV}$, prelaz sa operacije III na operaciju IV vrši se tako što se samo za poslednji (tridesetšesti) komad

primenjuje paralelni tip terminiranja. Preostali komadi se terminiraju unazad do trenutka početka IV operacije. Razlika u trajanju operacija III i operacije IV omogućuje da pri normalnim uslovima komadi redovno pristižu sa prethodne operacije.

Za izračunavanje vremenskog trajanja proizvodnog ciklusa za kombinovani tip proizvodnje koristi se sledeći obrazac:

$$T_{ck} = \frac{1}{60} \cdot \sum_{j=1}^k t_{0j} + \frac{(q-1)}{60} \cdot \left(\sum_{i=1}^k t_{0j}^I + \sum_{i=1}^k t_{0j}^{II} \right) [h]$$

Pri čemu je vreme t_{0j}^I , ono vreme za koje važi uslov:

$$t_{0j-1} < t_{0j} > t_{0j+1}$$

dok je t_{0j}^{II} ono vreme za koje važi uslov:

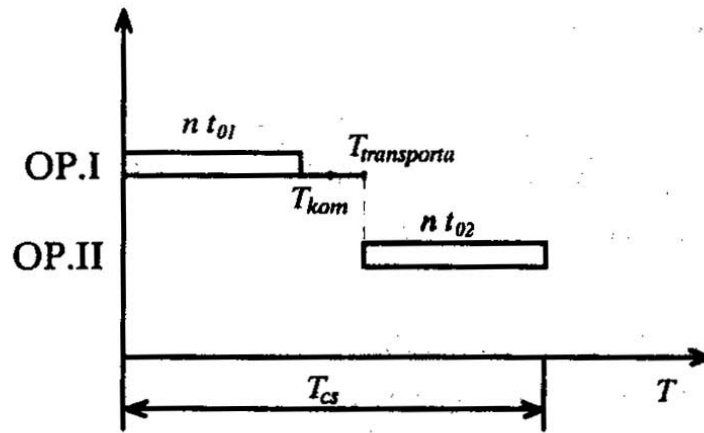
$$t_{0j-1} > t_{0j} < t_{0j+1}$$

Stvarno trajanje proizvodnog ciklusa (T_{cs}), koje se dobija snimanjem ili računarskom simulacijom, je duže od vremena T_{ct} ($T_{ct} = T_{cu}, T_{cp}$ ili T_{ck}), iz razloga što T_{cs} , sadrži i posredna vremena kao i neproizvodna vremena.

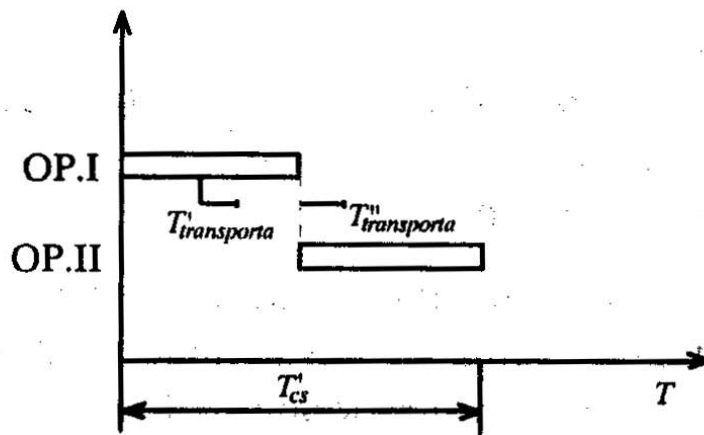
Relacija: $k_{pr} = \frac{T_{cs}}{T_{ct}}$, naziva se koeficijent protoka i predstavlja meru uspešnosti sinhronizacije aktivnosti u toku ostvarivanja proizvodnih procesa za odgovarajući tip proizvodnje.

Smanjenje ili eliminaciju uticaja posrednih vremena na ukupno stvarno vreme T_{cs} , moguće je korišćenjem tehnike takozvanih «pokrivenih» vremena.

Na slici 74. prikazan je efekat «pokrivenih» vremena za međuoperacijski transport i operacijsku kontrolu uvođenjem autokontrole (radnik obavlja kontrolu kvaliteta na urađenom komadu dok se na mašini obavlja redovna radna operacija). Pod međuoperacijskim transportom se podrazumeva da se deo završenih komada prenosi na mašine u okviru druge operacije dok se na mašinama prve operacije i dalje obrađuju preostali komadi.



a)



b)

Slika 74. Efekat pokrivenih vremena

Tako na slici 74a imamo:

$$T_{cs} = n \cdot t_{o1} + T_{kontrola} + T_{transport} + n \cdot t_{o2}$$

Dok na slici 74b imamo:

$$T'_{cs} = n \cdot t_{o1} + n \cdot t_{o2}$$

Na dužinu proizvodnog ciklusa mogu uticati: usklađenost proizvodnih procesa, organizacija opsluživanja radnih mesta, efikasnost unutrašnjeg transporta, efikasnost kontrole, zalaganje radnika, efikasnost službe za regulisanje proizvodnje, realnost norme rada i stanje radne sposobnosti mašina.

Obzirom na postojanje manjeg ili većeg broja organizaciono-tehničkih nedostataka stvarno trajanje proizvodnog ciklusa je duže od optimalnog, odnosno:

$$T_{cs} = T_{c\ opt} + G_c, \text{ gde su:}$$

T_{cs} -stvarno trajanje proizvodnog ciklusa

$T_{c\ opt}$ – optimalna dužina proizvodnog ciklusa

G_c -gubici usled različitih nedostataka procesa

Za utvrđivanje stvarnog trajanja proizvodnog ciklusa može se koristiti:

- pogonska evidencija
- metoda trenutnih zapažanja
- simulacija.

Na slici 75 je dat primer liste za evidenciju vremena trajanja ciklusa proizvodnje.

Komponentna vremena			Stvarno stanje		Optimalno trajanje		Gubici	
			u čas.	%	u čas	%	u čas	%
Proizvodno vreme	Neposredno vreme	Pripremno završno vreme						
		Pomoćno vreme						
		Tehnološko vreme						
		Dopunsko vreme						
	Posredno vreme	Vreme za transport						
		Vreme za kontrolu						
		Ostalo						
		Σ						
	ΣΣ							
Neproizvodno vreme	Objektivno uslovljena neproizvod. vremena	Projektovana neproizvod. vremena						
		Σ						
	Zastoji							
		Σ						
	ΣΣ							
	ΣΣΣ							

Slika 75. Evidenciona lista vremena

POGLAVLJE 9. JUST-IN-TIME PROIZVODNJA

Kao što je već rečeno, Just-In-Time (JIT) tehnike se mogu upotrebiti kao deo Lean inicijative ili kao deo Planiranja proizvodnje. JIT se može upotrebiti za ujednačavanje toka vrednosti u trećem stadijumu aktivnosti Lean unapređenja proizvodnih sistema. Doprinos korišćenja JIT sistema se osećaju u četvrtom stadijumu kada se proizvodi kreću kroz process prema pull sistemu, često uz korišćenje Kanban tehnika.

Just in Time je koncept razvijen u Japanu i jednostavno znači: materijali, proizvodi, itd. stižu tačno na vreme «just in time» čime se smanjuju gubici i gomilanje zaliha.

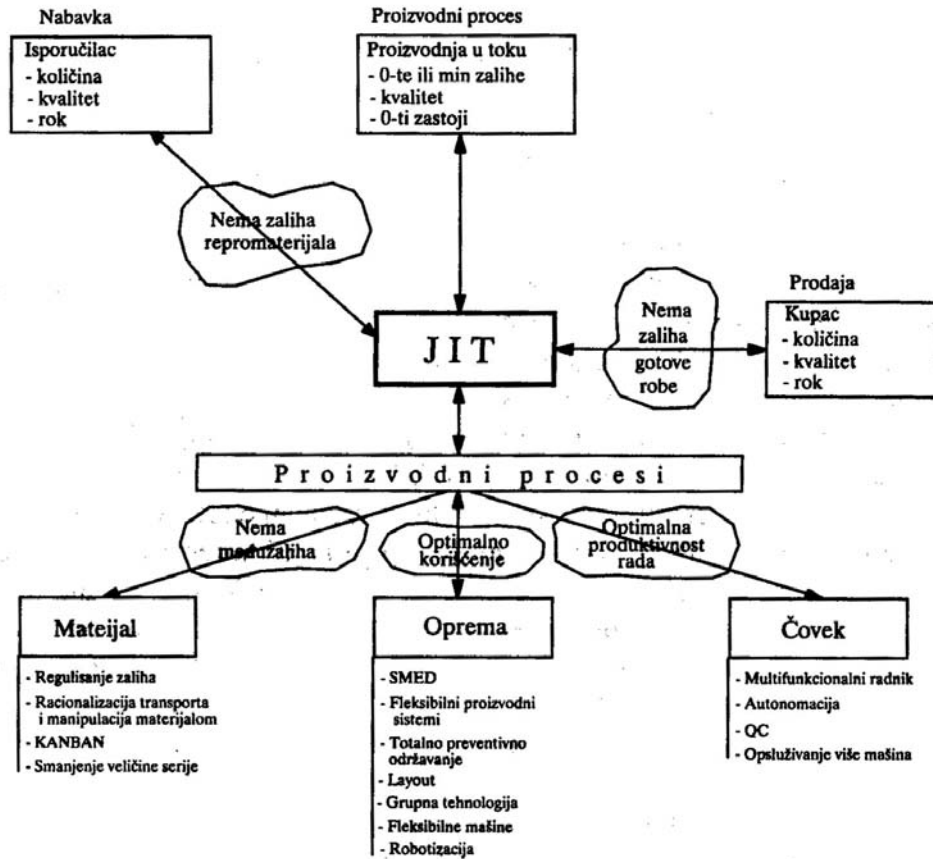
Just in Time strategija teži da iskoristi šanse kada se one jave, uz izbegavanje gubitaka u proizvodnji i preterane proizvodnje. Ovakav fokus proizvodnje prave količine u pravo vreme zahteva tačnu analizu i predviđanja koja daju pravu informaciju u pravo vreme.

Postoje osnovna četiri elemenata koja prethode uvođenju JIT metodologije:

- Skeniranje-opšte praćenje literature i segmenata okruženja u kojima se može pronaći mogućnost unapređenja postojećeg stanja proizvodnog procesa,
- Monitoring-praćenje trendova, identifikovanih u prethodnom stadijumu, i razvoj modela za sopstveni sistem,
- Predviđanje-predviđanje mogućih pravaca promene u sistemu.
- Procenjivanje-identifikacija i obrazloženje kako i kada tekuće i projektovane izmene mogu da utiču strateški na proizvodni proces.

Fokusiraje na navedene elemente obično se obavlja pre formulisanje buduće Just in Time strategije preduzeća.

Grafički prikaz JIT – proizvodnje dat je na slici 76.



Slika 76. JIT Opšti prikaz

Osnovni elementi JIT su:

- nema zaliha nijedne vrste
- fleksibilnost u svim situacijama, sa naglaskom prema kupcima,
- skraćanje rokova isporuke,
- nužnost totalnog upravljanja kvalitetom (TQM)
- nužnost totalno preventivnog održavanje (TPM)

U kontekstu JIT proizvodnje logika je: 0-te zalihe repromaterijala, proizvodnje u toku i gotovih proizvoda. Da bi se mogao ostvariti ovaj koncept, u snabdevanju treba postići isporuke repromaterijala,

na vreme, kako bi se izbeglo stvaranje zaliha na ulaznim skladištima. To znači da preduzeća-slabdevači moraju da isporuĉuju repromaterijal u skladu sa vremenskom dinamikom korisnika, što ima za osnovnu pretpostavku da slabdevači takođe posluju sa JIT sistemom.

Za nezavršenu proizvodnju se nastoji ostvariti tako usklađeno i ravnomerno nizanje operacije iz faze u fazu proizvodnje bez pauza i prekida i na taj naĉin, bez gomilanja u toku procesa rada.

Lean organizacija mora biti tako projektovana da se porudžbine kreću kroz proizvodni sistem po principu pull- tehnike. **Kanban** je osnovni alat koji pokreće materijal i proizvode kroz proizvodni proces.

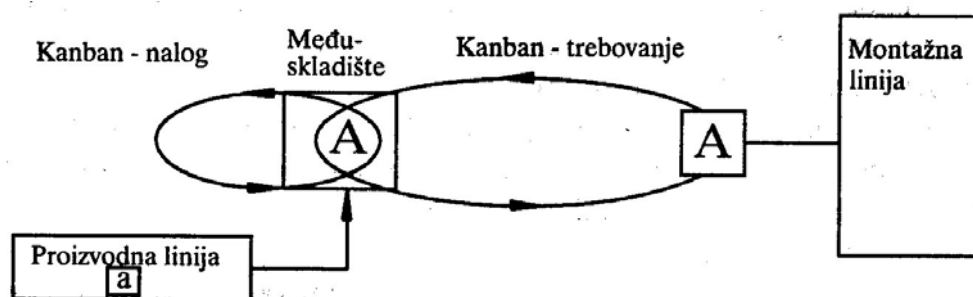
Kanban može biti opisan kao proizvodni sistem baziran na signalnim kartama. Sistem koristi karte ili kontejnere da pokrene materijal ili proizvode kroz proizvodni sistem. Sistem se oslanja na jednostavno pravilo da se proizvodi ili isporuĉuje samo kada se karta ili prazan kontejner dovedu do radnog mesta.

Postoje dva osnovna tipa kanban-a. *Proizvodni i Transportni*. Razlika između njih odnosi se na informaciji koja se nalazi na karti/kontejneru. Transportni kanban samo sadrži detalje koji se odnose na to odakle su materijali/proizvodi stigli i gde idu. Proizvodni kanban uključuje detalje operacije koji se moraju obaviti na radnom mestu. Ova dva sistema se mogu koristiti zajedno za upravljanje proizvodnim sistemom, ponekad se nazivaju Integrirani Kanban.

Prema definiciji Kanbana, u Toyota proizvodnom sistemu, postoje dve vrste proizvodnog Kanbana:

- 1) Kanban - trebovanje i
- 2) Kanban – nalog

Na montaži finalnog proizvoda, prema stvarnim potrebama kupca je potrebno (A) delova, koji se izrađuju na proizvodnoj liniji (a), slika 77. To je povod da se ispostavi Kanban-trebovanje, slika 78, sa kojim zakačenim na praznu paletu, transportni radnik odlazi do pune palete u međuskladištu i uzima je da bi je transportovao na montažnu liniju. U međuskladištu radnik trebovanje stavlja na punu paletu, na kojoj je stajao kanban-nalog. Kanban-nalog, slika 79, skinut sa pune palete koja je transportovana na montažnu liniju, odlaže se na predviđeno mesto, što znači potrebu da se na proizvodnoj liniji (a) mora proizvesti (A) novih delova. Nakon proizvodnje novih (A) delova, na paletu gde se oni smeštaju kači se kanban nalog koji je inicirao njihovu proizvodnju.



Slika 77. Funkcija kanban sistema

Međuskladište		Radna oznaka	Prethodna proizvodna celina Linija za proizvodnju a
Regal N	315	A 3	
Deo N	101.221.D2		
Naziv dela		Vratilo	Sledeća prethodna celina Montažna linija
Tip motora		MV 201	
Kapacitet Palete	Paleta tip	Kanban br.	
30	C	3 / 6	

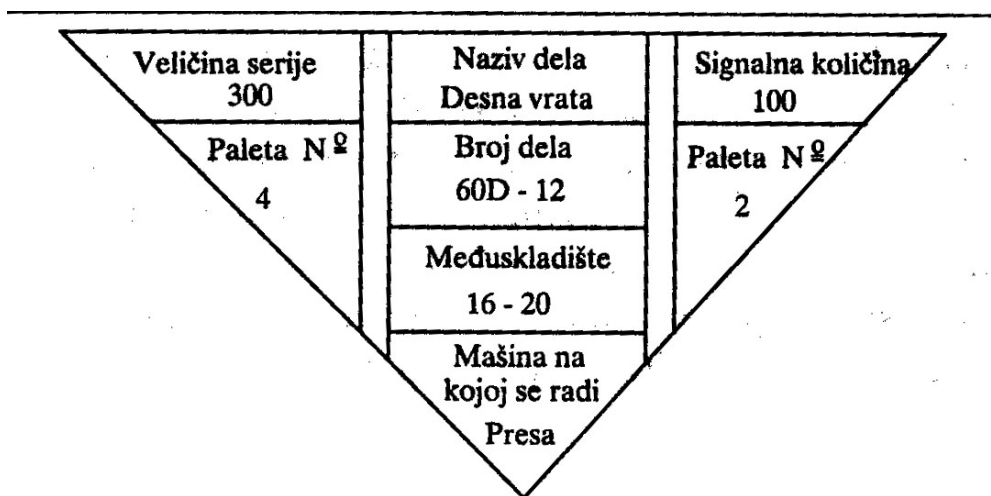
Slika 78. Kanban trebovanje

Međuskladište Regal N 201	Radna oznaka A 3	Proizvodna celina
Deo N 101.221.D2		Linija za proizvodnju a
Naziv dela Vratilo		
Tip motora MV 201		

Slika 79. Kanban nalog

Eventualno povećanje potreba u odnosu na proizvodni kapacitet proizvodne linije (a), zadovoljava se prekovremenim radom ili unapređenjem proizvodnje. Smanjenje se rešava prekidom rada, jer u «Toyota» proizvodnom sistemu proizvodnja nepotrebnih delova predstavlja neoprostivu grešku.

Trouglasti kanban je specijalni slučaj proizvodnog kanban-a i ima ulogu da u uslovima serijske proizvodnje, kada je zaliha gotovih delova na nekoj mašini smanjena blizu signalne količine, smešten na paletu koja odgovara nivou signalne količine, pokreće postupak izrade preko dispečerskog punkta i tako obezbeđuje normalan rad.



Slika 80. Trouglasti Kanban sa naznačenom signalnom količinom

Transportni Kanban, slika 81, reguliše odnose između snabdevača i kupca. U njemu su definisani uslovi isporuke kao što su: ciklus isporuke, termini isporuke u toku dana i mesto gde treba izvršiti isporuku (radno mesto, montažna linija, itd.).

Vreme isporuke 8,00 12,00 20,00	Međuskladište za isporuku Regal N 315			Naziv fabrike (kupca) Toyota Tsutsumi
Ime snabdevača DENKO	Deo N 101.221.02			Mesto pripreme Montažna linija a
Oznaka skladišta 4	Naziv dela Vratilo		Br. kanbana 2 / 6	
	Radna oznaka A 3	Tip motora MV 201	Paleta tip C	
			Kapacitet paleta 30	

Slika 81. Transportni Kanban

Osnovni doprinos korišćenja kanbana je da on smanjuje iznos zaliha proizvoda na kojima je rad u toku i gotovih proizvoda, restrikcijom snabdevanja materijalom i komponentama sve dok nisu zaista potrebni, čime se omogućuje Just-In-Time sistem.

Case Study

KANBAN

Literaturni primer:

MAS (Manufacturing Advisor Service) ⁷

Welbeck Steel Service Centre je najveći proizvođač čeličnih koturova i limova. Osnovana je 1946. i tada je imala samo četiri zaposlena radnika. Danas kompanija ima 76 radnika i godišnji prihod od 54 miliona funti.

⁷ <http://www.mas.dti.gov.uk/browse.jsp?level=/categories/Manage>

Menadžment Welbeck kompanije je želeo da uvede Lean proizvodnju da bi poboljšao operacione performanse i za taj posao angažovalo konsalting kompaniju MAS iz Londona. MAS tim menadžera proizvodnje je imao zadatak da identifikuje delove procesa koji mogu biti poboljšani i da se pronađu novi načini za poboljšanje efikasnosti uz smanjenje gubitaka i pravilno organizovanje radnih zona i samog procesa rada.

Jedan od alata koju je MAS (Manufacturing Advisor Service) tim uveo u Welbeck kompaniju je Kanban. U ovom slučaju Kanban je bio u vidu vizualnih indikatora, koji su služili kao signali da bi se njima kontrolisao protok materijala koji je pristizao i odlazio od višenamenske prese.

Izveštaj koji je Top Menadžer Welbeck kompanije napisao nakon primene ovog sistema glasi:

«Pogon je doveden na pravi nivo tako da je **vreme** potrošeno na transformaciju postiglo svoj cilj. Tim je bio pun entuzijazma i fokusiran na ciljeve. Učinjen je dobar napredak, naši su operateri obučeni da rade na pravi način.»

Bob Law, Managing Director

Osnovni postignuti rezultati su:

Produktivnost opreme poboljšana 24%

Rastojanja kretanja po pogonu smanjena za 57%

Korišćenje prostora smanjeno za 14%

Isporuka na vreme poboljšana 6%

Vrednost po zapošljenom poboljšana 5,5%

Devet članova radnog tima Welbeck-a, uključujući operatere i supervizore, uključeni su u petodnevni projekat koji je za cilj imao uvođenje koncepta Lean Proizvodnje u pogon. Jedna mašina u pogonu - višenamenska presa, je odabrana kao fokus projekta.

Ključ uspeha projekta bio je uključiti pogonsko osoblje, koje je u stanju da identifikuju oblasti koje će imati dobiti od novih metoda rada. Jedna od osnovnih prednosti ove odluke je da se osoblje ugrađuje u projekat, i samo utiče na promene a ne doživljava ih kao nametnute od rukovodstva, što ima izuzetan psihološki efekat na radnike.

MAS specijalisti su identifikovali četiri ključna cilja:

- Primena vizualnog menadžmenta u pogonu
- Trening operatera o osnovnim principima Lean tehnika
- Identifikacija merljivih i opipljivih dobiti Lean programa
- Analizira i praćenje efikasnost odabrane prese.

Izjava operatera na odabranoj presi: «Otvorene su nam oči u pogledu toga kako se kompanija može transformisati od neefikasne do efikasne u pogledu uštede vremena sa nekoliko jednostavnih izmena i u toku nekoliko dana- impresivno».

Sledeći korak bio je pomoći Welbeck kompaniji u poboljšanju svakodnevnih operacija obučavanjem osoblja u tehnike identifikacije i eliminisanja gubitaka, racionalizacije radnog prostora i unapređenje ukupne efikasnosti opreme.

MAS tim menadžera koji je izveo opisani projekat sastojao se samo od dva čoveka (Siamak Alavi i Graham Salters).

Zaključak samog MAS tima bio je:

«Welbeck je učinio veliki napor posvetivši se u potpunosti programu unapređenja poslovanja. Pažljivim planiranjem i implementacijom budućih Lean projekata može nastaviti svoj napredak i dostići dugoročne ciljeve»

POGLAVLJE 10. REGULISANJE PROIZVODNJE

Na osnovu programiranih proizvodnih zadataka i pripremljenih uslova, započinje proizvodni proces. Višestruka uslovljenost proizvodnih zbivanja i delovanja brojnih uticajnih faktora, pretežno stohastičke prirode, čini proizvodnju izuzetno dinamičkim procesom. Moguća odstupanja od postavljenih zadataka zahtevaju sistematsko regulisanje, kako bi se proces doveo u stanje u skladu sa planom i projektovanim predviđanjima.

U skladu sa kibernetiskim modelom organizacije proizvodnih procesa, neophodno je uspostaviti odgovarajuće aktivnosti koje bi obezbedile efikasno funkcionisanje regulisanja proizvodnje, u krajnjoj liniji kao specifične organizacijske celine, ali organizovane na principima timske organizacije. Kao što je već opisano, regulisanje proizvodnje obuhvata:

- praćenje proizvodnje
- kontrolu
- proučavanje uzroka odstupanja
- interventne mere.

Iako su delovi integralne celine, organizovanje regulisanja proizvodnje sprovodi se tako što se proučavanje uzroka odstupanja sa interventnim merama organizuje kao poseban tim, koji se koristi podacima i informacijama koje snimaju, obrađuju i u pogodnoj formi i sadržaju interpretiraju organizacijske celine za praćenje i kontrolu proizvodnje.

U nastavku će biti izložen osnovni sadržaj i način organizovanja odgovarajućih komponenti složenog organizacionog kompleksa - regulisanja proizvodnje. Bitan element za ovu namenu je dokumentacija.

Prilikom projektovanja dokumenata - nosilaca informacija, treba voditi računa, pored celishodnog i racionalnog ispunjenja funkcije, i o jednostavnosti korišćenja, umnožavanja, obrade i arhiviranja.

Pored ručne obrade, kao zastarelog rešenja u savremenim uslovima, razvijeni su brojni uređaji za mehanizaciju i automatizaciju umnožavanja, obrade i korišćenja nosilaca informacije.

Sa izuzetkom trebovanja materijala, sva ostala dokumenta su više ili manje na specifičan način oblikovana saglasno potrebama konkretnog sistema. Mogućnosti za unifikaciju ovih dokumenata nisu u većoj meri iskorišćene.

Kod nosilaca informacija treba razlikovati sledeće sadržaje:

- stalne - nezavisno od proizvoda
- relativno stalne - zavisno od proizvoda, odnosno njegovih podsklopova i delova,
- promenljive - u zavisnosti od proizvodnje.

Nezavisno od sredstava za umnožavanje, stalni sadržaji moraju biti otštampani kao jednoobrazno rešenje. Relativno stalni sadržaji se pomoću prikladnih matrica i programa unose u odgovarajuće dokumente, čime se racionalizuje postupak umnožavanja i smanjuje mogućnost pojave grešaka.

Promenljivi sadržaj se uglavnom unosi ručno. S obzirom da se radi o izvornim podacima, postavlja se kao ključno za njihov kvalitet:

- tačnost
- čitljivost.

Netačno unet izvorni podatak retko se može identifikovati i popraviti a posledice su negativne po više osnova (obračun zarada, troškova materijala, % škarta, proizvedene količine i slično).

Nedovoljno čitljivo uneti izvorni podaci dovode u pitanje ili onemogućavaju:

- uvid u stanje pojave i prenošenje podataka u druge dokumente,
- korišćenje optičkih čitača.

Sa omasovljavanjem terminalnih punktova, problem kvaliteta unošenja izvornih podataka uglavnom je prevaziđen.

10.1. LANSIRANJE

Završni čin u pripremi uslova za otpočinjanje proizvodnje, koji označava i sam početak proizvodnje je lansiranje.

Saglasno vremenskim rokovima, na osnovu terminiranja za početak proizvodnih zadataka, biro za lansiranje priprema svu potrebnu dokumentaciju-nosioc informacija, koji predstavljaju informacionu podlogu za rukovodioce i izvršioce u proizvodnji za obavljanje odgovarajućih zadataka.. Bez potrebnih informacija nije moguće savremeno organizovanje industrijske proizvodnje.

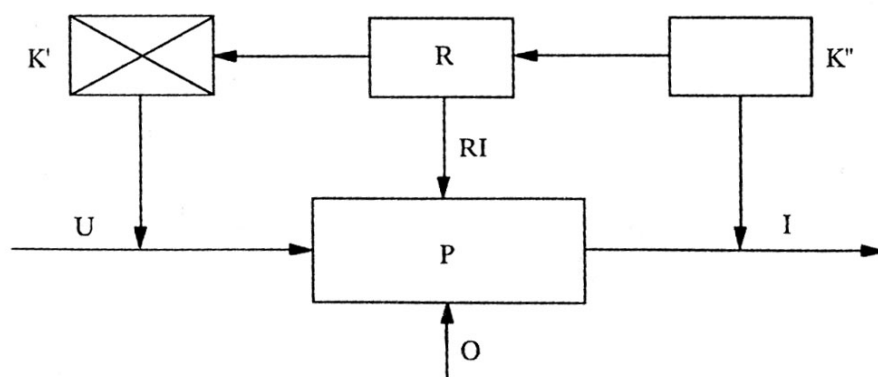
Dokumentacija - nosioci informacija, završna su komponenta neophodnih uslova za normalno otpočinjanje i tok izvršenja proizvodnih zadataka u pogonu, odeljenju, radionici i naročito na radnom mestu.

Dopremanje dokumentacije - nosilaca informacija korisnicima, može se mehanizovati korišćenjem sistema elektronskog transporta, što u značajnoj meri pojednostavljuje i ubrzava komuniciranje.

Mreža terminalskih punktova u značajnoj meri ubrzava i pojednostavljuje komuniciranje između ciljnih organizacionih jedinica, odnosno radnih mesta.

POGLAVLJE 11. MAKRO I MIKRO ORGANIZACIJA PROIZVODNJE

Proizvodnja, kao podsistem poslovnog sistema može se sa stanovišta menadžmenta proizvodnjom posmatrati kao kibernetiski regulisan sistem, kao što je to prikazano na slici 82, gde je U-skup ulaznih elemenata (materijal, energija itd.), P-proizvodni proces, I-skup izlaznih elemenata, O-uticaj okoline, R-regulisanje proizvodnog procesa, K'-skup usmeravajućih intervencija, RI-regulativne intervencije u toku procesa, K''-skup kontrolnih intervencija.

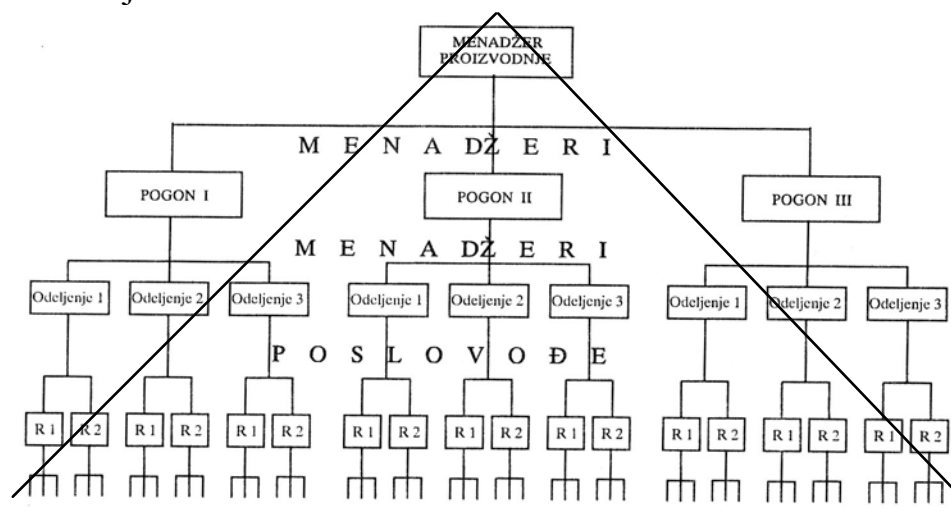


Slika 82. Kibernetiski model proizvodnje

Proizvodni proces se može predstaviti stohastičkim usled dejstva velikog broja parametara i uticajnih činilaca. Obzirom da je u proizvodnom procesu ključni akter čovek, čije je ponašanje veoma stohastično, time se dodatno potencira stohastični karakter proizvodnog procesa. Na taj način se i ceo poslovno-proizvodni sistem, čiji je podsistem proizvodnja, može smatrati stohastičkim okruženjem.

Na slici 83, data je organizaciona struktura proizvodnje u sastavu preduzeća. Očigledan je piramidalni Karakter organizacione

strukture. Ovakav karakter proizilazi iz složenosti materije poslovanja i proizvodnje i shodno podeli rada kao i ograničenja ljudskih kvalitativnih i stručnih potencijala. Piramida se kreće po brojnosti izvršilaca (baza piramide) i sužava se po visini sve do najvišeg nivoa a to je u proizvodnim sistemima Top menadžer proizvodnje.



Slika 83. Piramida organizacije proizvodnje

U industrijskim preduzećima najčešće se proizvodi veći broj različitih proizvoda, više ili manje kompleksnih. Odgovarajuća tehnologija izrade za svaki proizvod, odnosno njegove delove, odlikuje se specifičnim operacijama sa redosledom odvijanja, što predstavlja osnovu za grupisane srodnih operacija u okviru organizacionih celina. Dalje, grupisanjem srodnih radionica uspostavljaju se odeljenja, nakon toga se formiraju grupacije odeljenja u pogone i na kraju objedinjavanjem pogona formira se fabrika.

Za svaku organizacion celinu, na svakom od nivoa postoji odgovarajući menadžer sa konkretnim zadacima i odgovornostima.

Zavisno od nivoa u piramidi organizacione strukture proizvodnje razlikujemo: poslovođe, niže menadžere, srednje menadžere i vrhunske-top menadžere.

Za svaku od kategorija menadžera proizvodnje zajednički su sledeći poslovi:

- planiranje
- organizacija
- raspoređivanje, uključivanje, obučavanje i unapređivanje kadrova,
- regulacija proizvodnje prema postavljenim standardima
- odlučivanje
- koordinacija rada saradnika.

Organizacija snabdevanja radnog mesta

Osnovna organizaciona ćelija u proizvodnji je radno mesto. Radna mesta se preko određenih radnih zadataka uključuju u proizvodni proces u okviru organizacionih jedinica (radionice, odeljenja, itd.).

Za uspešno funkcionisanje operatera na radnim mestima neophodno je pravilno snabdevanje radnih mesta potrebnim elementima. Kod kontinualne proizvodnje to su:

- materijal (predmet rada)
- pomoćni materijal
- radni postupak sa pratećom dokumentacijom

Kod diskontinualne proizvodnje, navedene elemente treba uvek iznova obezbeđivati, onoliko puta u zavisnosti od veličine serije i različitosti komada koji se na radnom mestu obrađuju. Prema tome u ovom slučaju potrebno je vršiti snabdevanje:

- materijalom u skladu sa planom proizvodnje
- pomoćnim materijalom, prema specifičnim potrebama
- alatom i priborom, shodno trošenju.

Automatizovana proizvodnja, posebno numerički upravljane mašine, zahtevaju specifične nosioce informacija (bušene kartice-matrice, magnene trake, diskete, CD i slično).

Opsluživanje radnih mesta potrebnim elementima može se ostvariti na više načina. Dva ekstremna rešenja su:

1. Radnik-operator, sam donosi sve što mu je potrebno za rad.
2. Posebne organizacione jedinice ili pojedinci snabdevaju radna mesta svime što je potrebno u skladu sa specifičnim potrebama, prema stanju izvršenja planiranih zadataka.

Realna situacija se obično nalazi između navedena dva ekstrema. U cilju izbora adekvatnog načina snabdevanja radnih mesta treba imati u vidu da u prvom slučaju radnik troši deo radnog vremena na snabdevanje, a to je posao koji je često ispod njegovog kvalifikacionog nivoa. U tom slučaju se radnik dodatno fizički napreže vršeći aktivnosti koje ne spadaju u delokrug njegovog stručnog rada. U drugom slučaju potreban je visok stepen organizovanosti i sinhronizacije brojnih aktivnosti.

Ovaj način zahteva i dodatne troškove za funkcionisanje organizacionih jedinica koje se bave snabdevanjem.

11.1. PROJEKTOVANJE RADNIH MESTA (JOB DESIGN)

Postoji često shvatanje da se Upravljanje Proizvodnjom fokusira uglavnom na pitanjima tehnologije, procesa i opreme, odnosno da se ne bavi ljudskim pitanjima. Ipak, *ljudski resursi su najvažniji resurs organizacije*, naročito u operacijama proizvodnje. Način organizacije ljudskih resursa ima važni uticaj na efektivnost proizvodnih operacija. Neki elementi menadžmenta ljudskim resursima su značajniji za proizvodnju od drugih. To su elementi koji utiču na

odnose između ljudi, na tehnologiju i metode rada. Određivanje ovih metoda naziva se Job Design.

Projektovanje radnih mesta definiše način na koji ljudi rade svoj posao i kako se ponašaju u radnom okruženju. Takođe utiče na organizacionu kulturu.

Postoji više pristupa dizajnu radnih mesta. Oni su razvijeni i evoluirali tokom godina i slede različite filozofije i pristupe radu. Ovi pristupi nisu međusobno isključivi i mogu koegzistirati i uticati jedni na druge.

Radna snaga se raspoređuje podelom ukupnog radnog zadatka na manje delove, pri čemu svaki izvodi određena osoba. Ovakav pristup može se primeniti samo u slučajevima većih operacija koje garantuju potpunu upošljenost više od jedne osobe.

Naučni menadžment je ustanovio Frederick Winslow Taylor. On je postavio sledeće principe kao osnovu naučnog menadžmenta:

- Svi aspekti rada moraju biti ispitani na naučnoj osnovi da bi se uspostavila pravila i najbolji metodi rada.
- Za uspostavljanje pravilnog radnog rasporeda neophodan je istraživački pristup
- Radna snaga mora biti odabrana, obučena i metodološki razvijena da bi obavljala svoje radne zadatke
- Menadžeri moraju delovati kao planeri rada, dok radnici moraju biti odgovorni za izvršavanje zadataka prema zadatim standardima.

Metode i tehnike projektovanja radnog mesta zasnovane na naučnom menadžmenu:

Studija metoda

Ova metoda pripada pristupu dizajnu radnog mesta sa aspekta naučnog menadžmenta. Definisana je kao sistematsko snimanje i kritički pristup postojećim i predloženim metodima za obavljanje rada, kao načinom razvoja i primene lakših i efektivnijih metoda i smanjenjem troškova. Sledeća šest sadijuma se primenjuju u studiji metoda:

1. Izbor posla koji se proučava
2. Snimanje svih relevantnih činjenica trenutnog metoda rada
3. Kritičko ispitivanje ovih činjenica
4. Razvoj naj-praktičnijeg, ekonomičnijeg i efektivnijeg metoda
5. Instaliranje novog metoda
6. Održavanje novog metoda i periodična provera

Većina operacija se sastoji od više zasebnih poslova ili aktivnosti. Prvi stadijum je izbor onih poslova koje treba proučiti i koji će dati najbolji odziv za utrošeno vreme. Kao primer aktivnosti sa najboljom mogućnošću unapređenja su one koje izazivaju zastoje, ili uska grla, ili one koje rezultuju visokim troškovima.

Studija metoda koristi različite tehnike da bi se snimile sekvence aktivnosti kao što su: vremenska povezanost različitih zadataka, kretanje materijala, kretanje radne snage. Postoji niz tehnika koje se koriste u studiji metoda.

Najznačajniji stadijum u studiji metoda je kritičko ispitivanje činjenica. Koristi se za kritičko ispitivanje trenutnih metoda obavljanja svake od radnih operacija, traženjem odgovora na pitanja:

- Svrha svakog od elemenata rada:

- Šta se sa njime radi ?
- Zašto se radi ?
- Šta još može da se uradi ?
- Šta bi trebalo uraditi ?

- Ispitivanje mesta rada:

- Gde se operacija odvija?
- Zašto se obavlja tu?
- Gde još može da se obavlja?
- Gde bi trebala da se obavlja?

- Ispitivanje vremena rada:

- kada se posmatrana operacija obavlja?
- zašto se obavlja baš tada?
- kada bi trebaa da se obavlja?

- Ispitivanje operatera:

- ko obavlja određenu operaciju?
- zašto baš on obavlja tu operaciju?
- ko još može da je obavlja?
- ko bi trebao da je obavlja?

- Ispitivanje načina:

- Kako se operacija obavlja?
- Zašto se obavlja na taj način?
- Kako još može da se obavlja?
- Kako bi trbala da se obavlja?

Stadijum razvoja naj-praktičnijeg, ekonomičnijih i efektivnijih metoda se koristi za razvoj novih i boljih metoda za izvršenje zadataka, uzeši u obzir rezultate kritičkog ispitivanja. Novi metod se razvija kombinacijom ili uz potpuno eliminisanje nekih od aktivnosti, izmenom redosleda pojedinih aktivnosti i pojednostavljenjem sadržaja ostalih.

Instalacija novih metoda uključuje projekat upravljanja promenama i sigurnost da svi uključeni razumeju koje se izmene vrše i zašto. Drugim rečima, svi moraju razumeti novi metod, ko šta radi, razlike u poređenju sa starim metodom i što je najvažnije razlog promena. Važan element ovog stadijuma je obuka, naročito ako novi metod zahteva radikalne promene. Takođe može biti uključeno uvođenje modifikovane opreme, komponenti i layout-a.

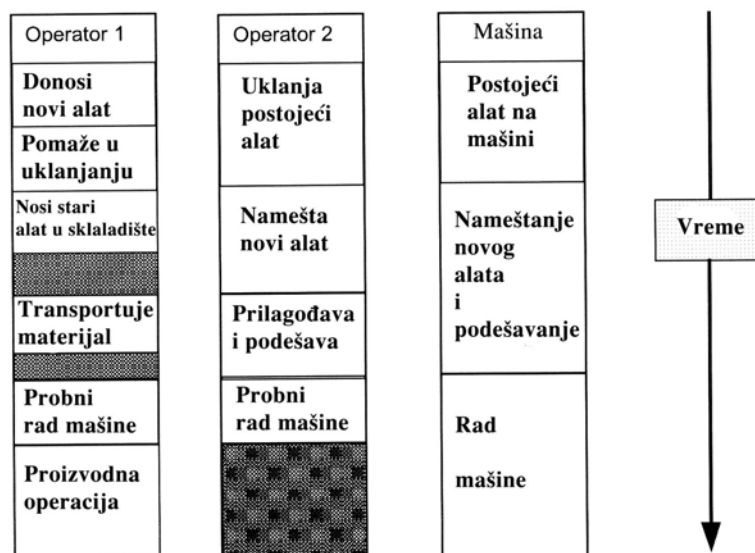
Monitoring efikasnosti novih metoda i načina na koji su ga zaposleni prihvatili je veoma važan. Aspekt koji se ponekad previdi je kakav efekat novi metod ima na ostale aktivnosti. Na primer, može biti da iako je novi metod uspešno eliminisao usko grlo u određenoj oblasti, usko grlo se pomera na drugo mesto u procesu. Periodičnim proverama novih metoda i njihovih efekata, menadžment može da obezbedi da je ukupna efikasnost poboljšana u odnosu na prethodno stanje.

Osnovne tehnike snimanja koje se koriste u studji metoda za snimanje vremenskih povezanosti pojedinih operacija su:

- dijagrami višestrukih aktivnosti
- Simo dijagrami

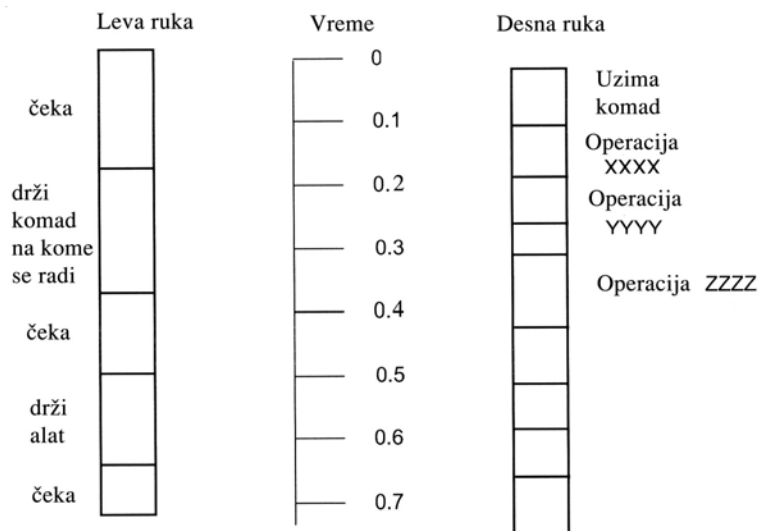
Dijagrami višestrukih aktivnosti se koriste za snimanje aktivnosti za svaki resurs (operator ili mašina) koristeći istu vremensku skalu. Ovo omogućuje lakše vremensko upoređenje.

Na slici 84. prikazan je izgled dijagrama višestruke aktivnosti.



Slika 84. Primer dijagrama višestruke aktivnosti za tim od dva operatera koji pripremaju mašinu

Simo dijagrami. Ovi su dijagrami kombinacija dijagrama višestruke aktivnosti i dijagrama procesa koji se obavljaju obema rukama.



Slika 85. Simo dijagram

Za snimanje pokreta resursa, kao što su radna snaga, materijali, alati, itd., koriste se tehnike snimanja putanje pokreta.

Osnovne tehnike za snimanje pokreta su:

- Memo-motion video snimanja

Ova tehnika koristi video zapis aktivnosti. Brzo projektovanje snimaka može komprimovati sate aktivnosti u minute i na taj način obezbediti potrebne podatke za konstrukciju dijagrama.

- Micro-motion analiza

Ova tehnika takođe koristi video snimanja ali ispituje detalje pokreta usporavanjem snimljenog matrijala.

- Dijagram tokova

Najčešće korišćene tehnike u studiji metoda su dijagrami toka procesa. Postoje tri tipa ovih dijagrama. Procesni dijagrami koriste pet simbola za opis zadataka, a to su: operacija, kontrola, transport, kašnjenje i skladištenje o čemu je već bilo reči ranije. Na slici 86. dat je prikaz simbola koji se koriste u procesnim dijagramima.

Simbol	Šematski prikaz procesa	Dijagram toka procesa (za osoblje)	Dijagram toka procesa (za materijal)	Dijagram procesa koji se obavlja sa dve ruke
	Operacija	Operacija	Operacija	Operacija
	Ne koristi se (Transport)	Transport	Transport	Transport
	Kašnjenje	Kašnjenje	Kašnjenje	Kašnjenje
	Kontrola	Kontrola	Kontrola	Kontrola
	Ne koristi se	Ne koristi se	Skladište	Zastoj

Slika 86. Simboli koji se koriste u dijagramima procesa

Principe navedenih tehnika prožima težnja da se što veći učinak ljudskog rada ostvari sa minimalnim zamaranjem u datim uslovima.

Ovo se postiže:

- eliminisanjem suvišnih pokreta
- uprošćavanjem pojedinih složenih pokreta
- kombinacijom

U tu svrhu se vrše detaljna proučavanja koja se odnose na:

- čoveka
- uređenje radnog mesta
- konstrukciju alata i mašina.

Bihejvioristički pristup je razvijen 60-tih godina prošlog veka i na njega je najveći uticaj imao koncept teorije motivacije.

Ovaj pristup pretpostavlja da na pokazatelje rada najviše utiče motivacija osoblja za obavljanje posla.

Metode i tehnike dizajna posla zasnovane na bihejviorističkom pristupu:

Rotacija posla

Rotacija posla može povećati fleksibilnost radnih veština i doprineti smanjenju monotonije. Ne smatra se univerzalno naprednom tehnikom jer može smanjiti gladak tok rada i uticati na tok vrednosti.

Povećanje posla

Dodeljivanjem većeg broja zadataka pojedincima moguće je postići neke od ciljeva bihejviorističkog pristupa dizajna radnog mesta. Uvećanje posla uključuje promenu posla pojedinca dodeljivanjem više zadataka. Nije neophodno da promena uključuje zahtevnije ili obimnije zadatke. Kompletniji i time značajniji zadaci mogu se ostvariti kombinacijom više jednostavnih radnih zadataka.

Obogaćenje posla

Obogaćenje posla takođe uključuje povećanje broja zadataka poverenih pojedincu. Pravi smisao ovog termina predstavlja spajanje više zadataka koji uključuju više potreba za donošenjem odluka i veću autonomiju. Efekat je davanje više kontrole nad poslom i povećanje mogućnosti razvoja personala.

Uvećanje moći (Empoverment)

Ova metoda proširuje prethodnu davanjem ovlašćenja zapošljenom za izmenom sopstvenih radnih zadataka. Osnovni efekat vezan za ovu tehniku je veći nivo zadovoljstva i motivacije poslom.

Ergonomija se uglavnom bavi sa psihološkim aspektom dizajna posla. Postoje dva aspekta:

1. Kako se osoba usaglašava sa fizičkim aspektima radnog mesta
2. Kako se osoba uglašava sa uslovima sredine radnog okruženja.

Pored navedenih elemenata koji se koriste pri projektovanju radnog mesta veoma bitan aspekt ima **ekološki faktor radne sredine**. Pri tome, ekološki faktori radne sredine ne odnose se obavezno na jedno radno mesto već vrlo često na više susednih radnih mesta.

11.1.1. Merenje rada i performansi

Merenje rada je još jedan metod koji spapada pod naučni menadžment. Definisano je kao proces definisanja vremena koliko određeni zadatak treba da traje kada ga obavlja kvalifikovani radnik sa definisanom nivoom kvaliteta rada. Složenost ljudskog rada po sebi, i uslovi u kojima se vrši, predstavljaju veoma ozbiljan problem izbora adekvatne jedinice mere. Najprikladnije bi bilo meriti energiju koju radnik troši dok obavlja određeni rad. Međutim, obzirom da

čovjek nije mašina, teško je praktično izvršiti ovakvo merenje. Iz tih razloga rad se meri preko učinka, npr. tona iskopanog uglja, broj ugrađenih komada u jedinici vremena, itd.

Individualne razlike između izvršioca otežavaju definisanje normalne granice naprezanja. Izbor «prosečnog radnika» predstavlja veoma delikatan zadatak. Prema jednoj od definicija «prosečan radnik za ma koju vrstu posla je onaj radnik koji je dovoljno inteligentan i fizički posoban da radi na određenom poslu, koji ima dovoljno iskustva da posao izvede na zadovoljavajući način i da mu obezbedi propisani kvalitet. Spretnost i brzina takvog radnika su prosečne u odnosu na posmatranu grupu radnika.

Rezutat prosečnog radnika je podloga za određivanje normalnog učinka.

Obzirom da u industiji uglavnom postoje poslovi koji koriste kombinovani mašinski i ručni rad i oni koji koriste samo ručni rad, javlja se problematika optimalnog usklađivanja rada čoveka i mašine.

11.1.2. Iskustveno i normalno vreme

Vreme potrebno za obavljanje operacija, posla, može se predstaviti kao:

- iskustveno vreme
- normalno vreme

Iskustveno vreme se dobija na bazi iskustva. Ono uvek ima povećani uticaj subjektivnosti, pa na ovaj način određena vremena ne mogu biti realna podloga za rešavanje ovako značajnog problema. Dve osnovne varijante dobijanja iskustvenih vremena su:

- na bazi individualnih procena odgovarajućih lica

- na bazi statističkih podataka o izvršenju u proteklom periodu.

Osnovni nedostaci ovih varijanti su što ne uzimaju u obzir realne uslove pri kojima se obavljaju trenutni poslovi.

U celini uzev, iskustvena (empirijska) vremena ne mogu biti realna podloga za rešavanje problema u industrijskoj proizvodnji.

Normalna vremena dobijaju se korišćenjem adekvatnih metodoloških postupaka, koje karakteriše nastojanje da se na što objektivniji način obuhvate karakteristični faktori od kojih zavisi normalni učinak. Postoji priličan broj raznih metoda koje ovu problematiku rešavaju na više ili manje uspešan način.

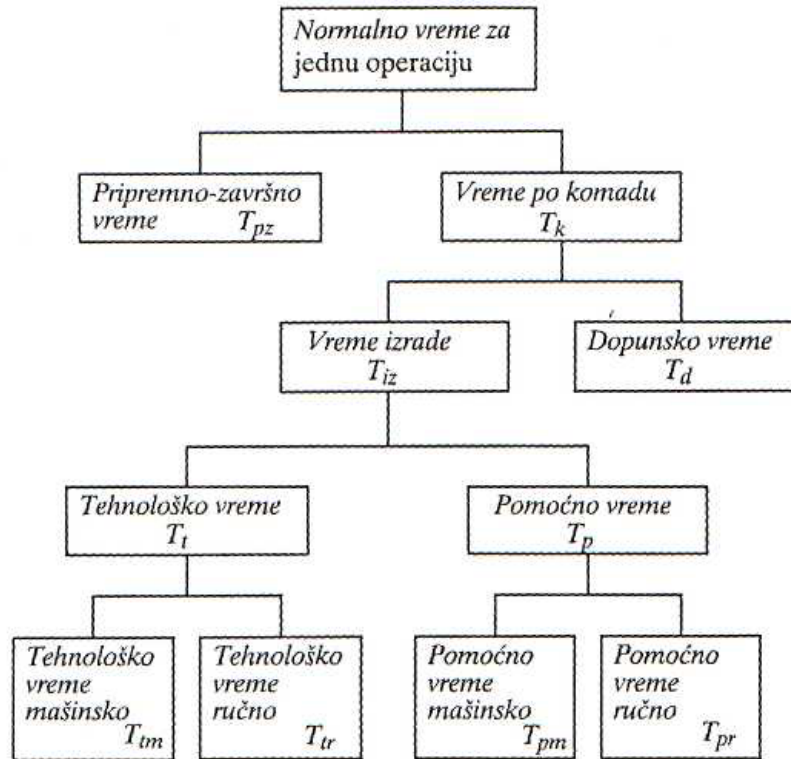
Za određivanje normalnih vremena koriste se različite tehnike merenja vremena rada, kao što su hronometri, video tehnike, elektronski digitalni hronometri u sprezi sa PC-om i odgovarajućim softverima za izračunavanje normalnih vremena izrade.

Pored navedenih tehnika, postoje i tehnike sa unapred zadatim vremenima. MTM (Metodsko merenje vremena) tehnika predstavlja jednu od najznačajnijih iz ove grupe.

Određivanje normalnog vremena

Definisana sadržina pojma i načelno objašnjenje postupka dobijanja normalnog vremena, nameće potrebu raščlanjivanja operacije na sastavne elemente (zahvate, pokrete) i njihovu celishodnu klasifikaciju. Karakter tih elemenata međusobom se razlikuje. Nisu sve radnje usmerene na promenu oblika radnog predmeta ili izmene strukture i sl., ali su isto tako sastavni deo zadate operacije ili preduslov za njeno obavljanje.

Na slici 87 dat je grafički prikaz strukture komponentnih vremena potrebnih za izvršenje jedne operacije.



Slika 87. Struktura komponentnih vremena

Veličina normalnog vremena izrade izračunava se po sledećem obrascu:

$$T = \frac{T_{pz}}{q} + T_{iz} + T_d ;$$

T_{pz} - ukupno potrebno pripremno-završno vreme za izradu izvesnog broja - komada, predviđeno za obavljanje sledećih radnji:

- prijem naloga za rad sa dokumentacijom i proučavanje zadatka,
- prijem alata,
- priprema ostalih elemenata potrebnih za rad,
- predaja gotovih komada kontroli,
- raspoređivanje radnog mesta posle završenog rada,

q - broj istih komada koji se izrađuju jedan za drugim bez prekida (broj komada u seriji),

T_{iz} - vreme predviđeno za radnje u vezi sa promenom oblika radnog predmeta, ako se radi o obradi na strugu, na primer, i svih ostalih radnji koje neposredno prethode, odnosno uslovljavaju obradu, i koje joj slede u vremenskim jedinicama. Ovo vreme se raščlanjuje na:

- tehnološko,
- pomoćno.

T_d - dopunsko vreme, predviđeno za:

- odmor radnika (zavisno od vrste i težine posla)
- fiziološke potrebe,
- opsluživanje mašine, koje je predviđeno da obavlja sam radnik (izračunava se u vremenskim jedinicama ili u procentima od vremena izrade T_{iz}).

Pri čemu je:

$$T_d = kT_{iz}$$

Veličina k se zasniva na uzimanju u obzir uticajnih činioca psihofiziološkog, organizacionog i ostalih karaktera.

Vrednost k se dobija iz tablica koje objavljuju različite laboratorije za proučavanje rada.

Kao što je već istaknuto, vreme izrade T_{iz} može se raščlaniti, što se u obliku formule prikazuje kao:

$$T_{iz} = T_t + T_p$$

gde je:

T_t - tehnološko vreme izrade predviđeno za promenu oblika radnog predmeta, izmenu strukture materijala, postizanje novih osobina spajanjem više delova u celinu (montaža) i sl. (u vremenskim jedinicama),

T_p - pomoćno vreme predviđeno za sledeće radnje:

- uzimanje komada, koje treba obrađivati sa police, sanduka i sl.
- osposobljavanje alata za početak obrade,
- uključivanje radnog dela mašine,
- kontrola u toku rada (ako je predviđeno),
- skidanje i odlaganje komada po završenoj obradi.

S obzirom na način obavljanja tehnološkog, odnosno pomoćnog vremena izrade, mogu se prikazati kao:

$$T_t = T_{tm} + T_{tr} + T_{tk}$$

$$T_p = T_{pm} + T_{pr} + T_{pk}$$

gde je:

T_{tm} - tehnološko vreme izrade za mašinski rad u vremenskim jedinicama,

T_{tr} - tehnološko vreme izrade za ručni rad u vremenskim jedinicama,

T_{tk} - tehnološko vreme izrade kombinovano - mašinsko i ručno - u vremenskim jedinicama,

T_{pm} - pomoćno vreme izrade za mašinski rad u vremenskim jedinicama,

T_{pr} - pomoćno vreme izrade za ručni rad u vremenskim jedinicama,

T_{pk} - pomoćno vreme izrade kombinovano - mašinsko i ručno - u vremenskim jedinicama.

Prema tome, obrazac za normalno vreme izrade u razvijenom obliku za opšti slučaj izgleda:

$$T = \frac{T_{pz}}{n} + T_{iz} + T_d$$

$$T = \frac{T_{pz}}{n} + T_t + T_p + T_d$$

$$T = \frac{T_{pz}}{n} + T_{tm} + T_{tr} + T_{tk} + T_{pm} + T_{pr} + T_{pk} + T_d$$

Pojedina komponentna vremena, kao i ukupno-normalno vreme, izražavaju se u vremenskim jedinicama, koje mogu biti: časovi, minuti, sekunde, ili čak i manje jedinice vremena

S obzirom na specifičnu prirodu prikazanih komponentnih vremena i razvijenih mogućnosti određivanja njihovih veličina, ista se svrstavaju u dve klasifikacione kategorije:

- proračunata,
- eksperimentalna.

Proračunatim putem dobijaju se sledeća komponentna vremena:

- tehnološko mašinsko vreme, T_{tm} ,
- pomoćno mašinsko vreme, T_{pm} .

U okviru kategorije eksperimentalno dobijenih podataka, dalje se razlikuju dve podgrupe prema primenjenom postupku, i to:

- neposredno snimanje u proizvodnji,
- standardizovani podaci na osnovu višestrukih ispitivanja u realnim uslovima ili laboratorijama.

Razvoj elektronike i posebno kompjuterske tehnologije omogućava značajna poboljšanja kako prilikom snimanja, tako, naročito, u obradi podataka, te memorisanju, aktuelizaciji u skladu sa nastalim promenama i primeni matematičko-statističkih metoda.

Dobijanje potrebnih podataka može se ostvariti na dva načina:

- direktnim snimanjem - merenjem,
- primenom Metode trenutnih zapažanja koja je objašnjena u prthodnim poglavljima

Metode na bazi snimanja

Metoda prosečne vrednosti

Za raspoložive podatke o normalizovanim vremenima, za svaki snimljeni element rada u okviru operacije, izračunava se aritmetička sredina. Korišćenjem proračunatih vremena za mašinski rad i podatka za "k" iz tablica dobijaju se svi potrebni podaci za primenu obrasca za izračunavanje normalnog vremena izrade.

Metoda najveće frekvencije

Ova metoda koristi snimljene podatke. Celokupna priprema i dalja obrada snimljenih podataka treba da bude sprovedena u skladu sa ranijim izlaganjem.

Podaci o vremenskom trajanju pojedinih elemenata rada delova operacije, dobijeni snimanjem, predstavljaju polaznu bazu za dalju primenu ove metode.

Neka je snimanjem dobijen sledeći niz podataka:

7-5-6-8-7-9-5-6-7-6-7-8-9-7-6-8-9-8-7-6-7-7-8-7-6-8.

Pojedine veličine javljaju se sa sledećom frekvencijom:

5 - 2 puta; 6 - 6 puta; 7 - 9 puta; 8-6 puta; 9 - 3 puta.

Kao što se vidi, 7 se javlja sa najvećom frekvencijom koja se može smatrati normalnim vremenom izrade. Korišćenje normalizovanih podataka doprinosi realnosti dobijenih vrednosti.

Michelin metoda

Prema svom autoru Michelin-u, ova je metoda dobila svoje ime.

Normalno vreme izrade, odnosno tipsko za operaciju, dobija se kao aritmetička sredina minimalnog i srednjeg vremena, tj.:

$$T_{\text{tipsko}} = \frac{T_{\text{min}} + T_{\text{sr}}}{2}$$

Za obavljanje postupka dobijanja T_{min} i T_{sr} neka posluži primer sa konkretnim podacima. Višestrukim snimanjem jedne operacije dobijeni su sledeći podaci:

12,13, 8,11,10,15, 21,12,16,14, 10,11, 17,13.

Radi provere da li je obavljen broj snimanja dovoljan, izračuna se aritmetička sredina prvih sedam, pa zatim drugih sedam podataka, ustvari polovina raspoloživih. Ovako dobijene srednje vrednosti treba da budu u granicama $\pm 5\%$ od aritmetičke sredine svih podataka. Za navedene podatke, srednje vrednosti prve polovine podataka iznosi 12,85, a za drugu 13,28 što je u okviru dopustivih odstupanja od $\pm 5\%$ u odnosu na 13,07, aritmetička sredina svih snimljenih podataka.

Dalji postupak je sledeći: sve snimljene podatke srediti u rastući niz, kako sledi:

8,] 10,10,11,11,12,12,13,13,14,15,16,17, [21
odbaciti odbaciti

Najveća i najmanja vrednost se odbacuje, a preostali niz podataka grupiše se u približno tri jednake grupe. Najveća vrednost u I grupi je T_{min} . T_{sr} se dobija kao aritmetička sredina svih podataka iz sve tri grupe.

Prema tome:

$$T_{\min} = 11, \quad \text{a} \quad T_{\text{sr}} = 12,83$$

pa će biti:

$$T_{\text{tipsko}} = \frac{11 + 12,83}{2} = 11,92$$

Ovo vreme treba korigovati sa odgovarajućim koeficijentima za dopunsko vreme i posebno za pripremno-završno vreme svedeno na 1 operaciju.

Osnovna karakteristika ovako izračunatog normalnog vremena je u tome što se ne prihvata srednja vrednost već nešto manja, što favorizuje intenzivniji rad.

POGLAVLJE 12. ČOVEKOVA RADNA SREDINA

Uslovi u kojima čovek radi začajno su izmenjeni u toku poslednjih decenija. Promena se naročito zapaža u sve većem broju tehničkih dostignuća koja su svoju primenu našla u svakodnevnom životu. Većina onoga što čovek pronalazi i stvara namenjeno je poboljšanju uslova života i rada.

Radnu sredinu sačinjavaju svi uslovi u kojima čovek radi. Pod ovim uslovima podrazumevaju se svi elementi kao što su fizički faktori (vazduh, osvetljenje, temperatura, itd) kao i drugo sa čime čovek neposredno ili posredno dolazi u dodir, kao što su materijali, alati mašine i instalacije. Zahvaljujući različitosti svih navedenih elemenata dolazi do razlike pojedinih radnih sredina. Od uslova zavisi koliko će čovek biti izložen nezgodama i ugrožen. To se odražava prvenstveno na njegovo zdravstveno stanje, a samim tim i radne rezultate.

Životnu sredinu čine svi uslovi u kojima čovek živi. Kako je čovekova radna aktivnost deo sveukupne aktivnosti (zadovoljenje fizioloških i drugih potreba, kulturne i druge aktivnosti), na taj način je radna sredina deo čovekove životne sredine.

Prema tome radna i životna sredina predstavljaju jedinstvenu celinu.

Činioci radne i životne sredine međusobno se prepliću i utiču jedni na druge. Tako, na primer, otpadne vode ili gasovi iz tehnološkog procesa neke fabrike pored toga što ugrožavaju neposredno radnu sredinu u proizvodnim odeljenjima, zagađuju vodu i vazduh čitavog predela, posebno naselja i gradova u bližoj a nekad i daljoj okolini.

Veoma je karakteristična uloga otpadnih materijala u okviru sagledavanja društveno-ekonomskog značaja zaštite i unapređenja čovekove sredine. Na primer, stari automobil, stari papir, staklo,

guma, neki otpadni gasovi sumpor-dioksid i slično, predstavljaju elemenat zagađivanja čovekove sredine. U isto vreme, sve su to neophodne sirovine za odgovarajuće tehnološke procese, koje ponekad uvozimo, jer se nedovoljno i nesistematski prikupljaju. Čovek se obavljanjem svakodnevnih radnih zadataka, radeći na naročitom materijalu i koristeći mašine i alat u određenim uslovima rada izlaže različitim uticajima. U nizu slučajeva čovek zapada u teškoće, zadobija telesne povrede, ponekad i strada.

Napredak nauke i tehnike u proteklih nekoliko decenija doprineo je rešavanju brojnih problema vezanih za neusavršene mašine i alate, koji su prouzrokovali razne nezgode. Zahvatanje delova odeće i ruku među pogonske kaiševe mašina pripada prošlosti, jer su takve mašine i uređaji sve ređe u upotrebi.

Ipak, složenije mašine, uređaji i alati dovode do složenijih uslova rada. Nove opasnosti vrebaju čoveka u proizvodnji. Izvesni štetni uticaji, na primer buka i vibracija, nisu više ograničeni na radionice. Čovek je i kod svoje kuće veoma često izložen dejstvu bučnog gradskog saobraćaja, čije se štetno delovanje produžava i na period odmora. Negativne posledice sredine se manifestuju kod ljudi na različite načine.

12.1 KARAKTERISTIČNI UTICAJNI FAKTORI U RADNOJ SREDINI

Osvajanje novih proizvoda, razvoj novih tehnologija, primena mehanizacije, kao i ostale promene, stalno menjaju uslove rada i života. Uprkos brojnim poboljšanjima, još uvek su brojne situacije u kojima se čovek nalazi izložen raznim štetnim uticajima. Ovi se štetni uticaji nepovoljno odražavaju na čoveka. Zagađen vazduh uslovljava oboljenje. Nezaštićena testera ili presa. donose povrede kao posledicu loše organizovane zaštite na radu.

Dobro organizovana akcija na polju zaštite na radu, i šire, životne

sredine, mora biti usmerena na otkrivanje i proučavanje potencijalnih uzroka. Na osnovu poznavanja prirode uzroka odabira se prave mere za ublažavanje ili potpuno odstranjenje posledica.

Kao što je već rečeno, brojni činioci ugrožavaju čoveka na radu i van njega. Pažnja se usredsređuje na skup odabranih, značajnih uzroka na datom stepenu razvoja proizvodnih snaga.

Prvu grupu takvih činilaca sačinjavaju fizički faktori radne, i u izvesnom smislu, životne sredine. Tu spadaju:

- vazduh i mikroklima (temperatura, vlažnost, strujanje vazduha),
- osvetljenje,
- buka i vibracije i
- zračenja.

U drugu grupu se svrstavaju činioci koji proizilaze iz rada mašina, korišćenja alata i dejstva električne struje.

Posledice dejstva uticajnih činilaca na čoveka

Trenutno ili trajno delovanje navedenih uticajnih činilaca, zavisno od niza okolnosti među koje prvenstveno treba ubrojati:

- jačinu dejstva,
- otpornost organizma i
- zaštitne mere,

uslovljava štetne posledice na čoveka.

Najrasprostranjenije posledice su:

- a) povrede i nesreće na radu
- b) profesionalne bolesti

Pri tome, povreda na radu je svaki oblik oštećenja tela i zdravlja radnika nastao tokom obavljanja radnog zadatka. Smrt ili teško doživotno oštećenje organizma spadaju takođe u kategorije nesreća

na radu.

Profesionalne bolesti se javljaju kao posledica dugogodišnjeg rada u uslovima štetnim po zdravlje ljudi. Tako, na primer, rad u fabrikama stakla obavezuje radnike da provode vreme u prostorijama gde se u većoj ili manjoj meri stvara silicijumska prašina. Dugotrajno udisanje vazduha sa ovakvom prašinom uzrokuje oboljenje disajnih organa, odnosno bolest silikozu.

12.1.1 Vazduh i mikroklima

Vazduh

Vazduh je neophodan uslov za život i rad čoveka. Funkcionisanje čovekovog organizma zavisi od sastava vazduha. Normalan sastav vazduha je:

- oko 20,9% kiseonika,
- oko 79% azota,
- ostatak otpada na ugljendioksid i druge gasove.

Prikazani sastav vazduha je od posebnog značaja za čoveka, jer udisanjem čovek uzima kiseonik potreban za najvažnije životne procese. Za sagorevanje, oksidaciju unete hrane čovek troši kiseonik i proizvodi toplotnu i mehaničku energiju.

Ukoliko čovek napornije fizički radi, troši više energije. Da bi proizveo dovoljnu količinu energije, čovek ubrzano diše, tj. unosi više kiseonika.

Poremećen sastav vazduha, a posebno koncentracija drugih više ili manje štetnih materija, otežava normalno snabdevanje organizma kiseonikom. U raznim tehnološkim procesima, gde se od čoveka traži veći napor, javljaju se štetna isparenja, otrovni gasovi, prašina, pa ubrzano disanje dovodi organizam u još teži položaj.

Zagađenost vazduha u naseljenim mestima

Razvoj industrije i naročito gradskog saobraćaja, te posebno brojne kotlarnice u većim gradovima i njihovoj bližoj okolini predstavljaju izvore zagađenja. Ugljendioksid, ugljenmonoksid, sumpordioksid i drugi otrovni gasovi ispušteni kroz fabričke dimnjake, izduvne cevi automobila i druge odvodne cevi, često prelaze dozvoljene granice i kvare kvalitet vazduha. Pored toga, kroz dimnjake se ispuštaju u atmosferu čađ, pepeo i prašina, što takođe uzrokuje ozbiljno zagađivanje vazduha.

Merenje i dozvoljena koncentracija zagađenja

Koncentracija pojedinih štetnih sastojaka u vazduhu meri se da bi se utvrdilo stanje zagađenosti vazduha. Srednja dnevna koncentracija neke štetne materije u vazduhu je njena prosečna količina u uzorcima vazduha koji su sakupljeni u toku najmanje 24 časa a izražava se u mg/m^3 .

Prema našim važećim zakonskim propisima, granice štetnih materija su, mada su ove granice podložne redovnim izmenama, saglasno internacionalnim propisima:

Štetne materije	Srednje dnevna koncentracija u mg/m^3
Sumpordioksid	0.15
Ugljendioksid	0.01
Ugljenmonoksid	1
Azotni oksid	0.085
Fluorovodonik	0.005
Čađ	0.05
Pepeo i prašina	do 300

Razne štetne materije u vazduhu, koje čovek udiše na mestima gde radi i živi izazivaju različite posledice. One zavise od:

- vrste štetne materije,
- koncentracije i

- vremena izloženosti čoveka.

Između brojnih mogućih posledica, navodimo samo neke:

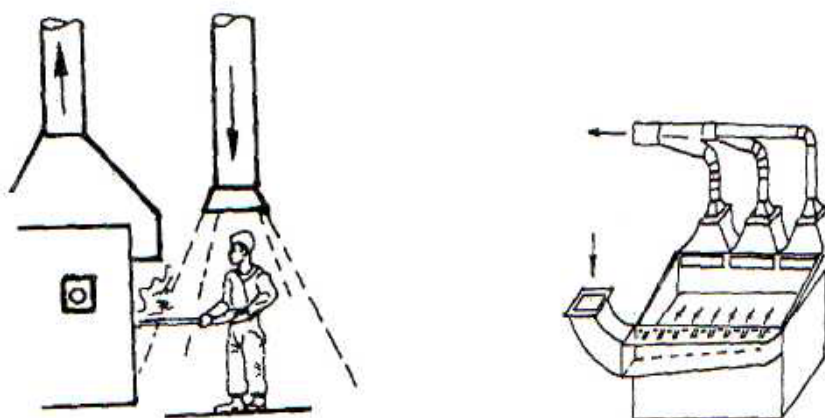
- a) Udisanje zagađenog vazduha u gradovima, zavisno od stepena zagađenosti, ima za posledicu otežano disanje sve do oboljenja disajnih organa. Sličan je slučaj i sa zagađenim vazduhom u proizvodnim odeljenjima.
- b) Udisanje vazduha zagađenog prašinom sa pretežnim sadržajem silicijum-dioksida (kvarcni pesak, na primer, u proizvodnji stakla) uslovljava pored tegoba u disanju i oboljenje disajnih organa-pluća od silikoze.
- c) Udisanje vazduha u kome ima ugnjenmonoksida u koncentraciji većoj od dozvoljene, najpre izaziva nesvesticu a produženo izlaganje i smrt.

Mere zaštite

Ozbiljnost opasnih posledica od zagađenja vazduha usloвила je propisivanje niza zaštitnih mera. Od zakonima predviđenih mera za zaštitu, pomenućemo one najznačajnije.

- Izgradnja industrijskih i drugih objekata - zagađivača izvan naseljenih mesta (stvaranje posebnih industrijskih zona izvan gradova).
- Ugradnja filtera prečišćivača na mestima izbacivanja (na primer, u dimnjake) otrovnih gasova, prašine i drugih štetnih materija, kako bi se otklonili izvori zagađivanja.
- Potpuno zatvaranje, hermetizacija, sudova i uređaja gde nastaju štetne materije u procesu, kako bi se sprečio njihov prodor u radni prostor gde čovek radi, čime je čovek potpuno zaštićen.
- Mehanizacija, odnosno automatizacija procesa, na primer, umesto ručnog farbanja uvesti mehanizovan transport sa potapanjem predmeta koji treba farbati. Na taj način je čovek potpuno zaštićen, jer ne mora da bude u zoni štetnog dejstva. Primena robota prilikom farbanja radnih predmeta je takođe jedno od rešenja
- Obezbeđenje pojačane izmene vazduha u radnom prostoru postiže se ventilacijom. Vazdušni tuševi (vidi sliku 88) takođe

omogućavaju efikasnu zaštitu. Intenzitet izmene vazduha zavisi od stepena zagađenosti vazduha u radnoj prostoriji.



Slika 88. Vazdušni tuš

- Primena ličnih zaštitnih sredstava kada preduzete mere ne obezbeđuju dovoljnu zaštitu za čoveka. Najrasprostranjenije lično zaštitno sredstvo koje se koristi je respirator (vidi sliku 89) i maska (vidi sliku 90). Respirator se primenjuje u slučajevima kada je dovoljno zaštititi nos i usta kroz koje ulazi zagađen vazduh, a maska kada postoje štetni uticaji na oči, kao na primer u slučaju radnih prostora zagađenih prašinom.



Slika 89. Respirator



Slika 90. Maska

Mikroklima

Pod mikroklimom radne sredine podrazumeva se:

- temperatura vazduha,
- vlažnost vazduha i
- strujanje vazduha.

Međusobna zavisnost temperature i strujanja vazduha razlog je što se ovi elementi posmatraju pod zajedničkim nazivom mikroklima. Zavisnost vlažnosti i strujanja vazduha je takođe očigledna. Ukoliko se ventilatorom postigne pojačano strujanje vazduha, nastupiće izmena temperature i koncentracije vlage.

Kad normalno funkcioniše, čovekov organizam obezbeđuje na savršeno automatski način temperaturu od 36,6°C. Prilikom obavljanja poslova različite težine, dolazi do promena u organizmu. Kod fizičkih težih poslova ili trčanja, na primer, ubrzava se disanje, odnosno pojačava proces sagorevanja u organizmu. Oslobođanje veće količine toplote dovodi do zagrevanja organizma iznad normale. Tada temperatura okolnog vazduha treba da bude nešto niža, kako bi se olakšalo odavanje toplote. Suprotan je slučaj kada je posao lakši. Tada temperatura okolnog vazduha treba da bude nešto viša. Na osnovu rezultata ispitivanja, date su sledeće preporuke za temperaturu radne sredine:

za lak rad	preko 17-18°C
za srednje težak rad	oko 15°C
za težak rad	oko 12°C

Jedinica za merenje temperature je °C, a meri se termometrom.

Vlažnost vazduha

Čovečije telo sačinjava u značajnom procentu voda. Takav sastav se

održava odavanjem i prijemom vode u tečnom i gasovitom stanju. Izmena uslova pod kojima se taj proces ostvaruje, promena vlažnosti okolnog vazduha. pored ostalog, otežava normalno funkcionisanje čovečijeg organizma. Na osnovu proučavanja utvrđeno je da čovečijem organizmu najviše odgovara 70% relativne vlažnosti vazduha u prostoru u kome živi i radi.

Strujanje vazduha

Izmena vazduha u prostoru gde čovek boravi je bitna da bi se čovek osvežio, dostigao normalan sastav i vlažnost, i da bi se smanjila koncentracija štetnih materija. Ranije je konstatovana potreba održavanja normalne temperature i vlažnosti vazduha, pa je strujanje vazduha jedan od načina da se to učini.

Shodno proučavanjima i merenjima reagovanja, čovečiji organizam najbolje reaguje pod sledećim uslovima:

- brzina strujanja vazduha 6 -12 m/min
- izmena vazduha u cilju osveženja 29 m³ vazduha na čas po jednoj osobi.

Ako se tehnološki proces odvija pod otežavajućim uslovima preporučene vrednosti se mogu promeniti.

Mesta sa nenormalnom mikroklimom

U brojnim slučajevima, tehnološki proces se ostvaruje u uslovima odstupa od normalnih vrednosti temperature, vlažnosti i strujanja vazduha. Takvi karakteristični primeri su:

- livnice, topionice, čeličane i slično, gde se zbog neposredne blizine veoma zagrejanih peći, izvora toplotnih zračenja, razvijaju za čoveka gotovo nepodnošljive temperature;
- proizvodnja papira i neki pogoni prehrambene industrije u kojima je vazduh veoma vlažan zbog isparavanja vode u toku normalnog odvijanja tehnološkog procesa, što izaziva i visoke temperature koje još više pogoršavaju uslove rada;

- opsluživanje aviona na aerodromima ili rad u nekim vrstama sušionica koji se odvija pri nenormalno visokim brzinama strujanja vazduha i
- rad u hladnjačama pod izuzetno niskim temperaturama.

Posledice za organizam

Visoke temperature radne sredine otežavaju organizmu mogućnost da na sebi svojstven način održava normalnu temperaturu, pa se time ugrožava i normalno funkcionisanje organizma. U krajnje ugroženim slučajevima dolazi do teških unutrašnjih poremećaja krvotoka i drugih organa, jer usled izlučivanja neuobičajeno velike količine tečnosti iz organizma, dolazi do smanjenja koncentracije soli. So je veoma važan sastojak za rad i srca i krvotoka, kao i drugih organa. Krajnje niske ili visoke temperature mogu izazvati smrt. Specijalni slučaj su opekotine i promrzline koje dovode do više ili manje trajnih oštećenja čovekovog organizma.

Zaštitne mere

U skladu sa utvrđenim veličinama odstupanja pojedinih uslova mikroklimе, zatim dužine trajanja izlaganja čovekovog organizma, te nekim osobenostima izvora ugrožavanja, primenjuju se odgovarajuće zaštitne mere. Neke od značajnijih su:

- izdvajanje izvora toplotnih zračenja, odavanja vlage i strujanja vazduha kao najefikasnije zaštitne mere, što bi značilo postavljanje izvora štetnog dejstva u potpuno zasebnu prostoriju, na primer, peć za žarenje odvojiti posebnim zidom, a pristup otvoru zaštititi hladnom strujom vazduha;
- normalizovanje uslova uz pomoć posebnog klima-uređaja koji održava željenu, normalnu, temperaturu, vlažnost i brzinu strujanja vazduha. Takvo rešenje je veoma primenljivo kada odstupanja nisu velika.
- lična zaštitna sredstva, u koja spadaju azbestna odela u slučaju visokih temperatura radne prostorije, kao i topla odela, bunde, u

Prirodna svetlost se ničim ne može zameniti.

Za obavljanje poslova, radnih zadataka, potreban je različit intenzitet osvetljenja. Precizan posao, na primer, crtanje tehničkih crteža može se uspešno obaviti ako je obezbeđeno ravnomerno osvetljenje dovoljne jačine.

Dakle, važno je obezbediti jačinu i kvalitet osvetljenja.

Osvetljenost radnog prostora meri se luksima (lx). Lüks je svetlosni snop primljen na jedinicu površine 1 m^2 , tj. 1 lm/m^2 (gde je lumen lm jedinica za svetlosni fluks (tok)).

Osvetljenost se meri pomoću specijalnog instrumenta luksometra. Za razne vrste, kategorije poslova preporučuje se pogodno osvetljenje:

- | | |
|--|-------------|
| - za poslove bez posebnih zahteva u pogledu preciznosti | 50-100 lx |
| - za poslove u radionicama i kancelarijama sa srednjim zahtevima u pogledu preciznosti | 100-300 lx |
| - za obavljanje preciznih poslova | 300-500 lx |
| - za obavljanje vrlo preciznih poslova | 500-2000 lx |

Postoje prirodno i veštačko osvetljenje. Prirodno osvetljenje je bolje, ali je i vremenski ograničeno i promenljivog intenziteta u toku dana. Veštački svetlosni izvori su stalne jačine i mogu se birati u skladu sa potrebama.

Opasnosti po čoveka

U savremenoj proizvodnji, u određenim slučajevima je potrebno intenzivno osvetliti predmet rada ili delove uređaja, pa je vid naposredno ugrožen. Među takve slučajeve mogu se, pored ostalih, ubrajati:

- električno i autogeno zavarivanje gde čovek upravo mora da usredsredi svoje čulo vida da bi mogao uspešno da obavi radni zadatak;
- otvori na pećima s užarenom masom u livnicama, topionicama, visokim pećima, gde radnik treba pomno da prati predmete, iz čega proizilaze ozbiljne opasnosti od zaslepljivanja.

Pored toga, treba pomenuti i brojne slučajeve kada u toku rada čovek očima često prelazi iz osvetljene zone, često jarko osvetljene, u zasenčenu zonu. Nedovoljno vreme za prilagođavanje zenice koja se širi u mračnoj zoni, a skuplja u osvetljenoj, s vremenom dovodi do oštećenja vida.

Mere za zaštitu

Ukoliko se uočene teškoće i problemi vezani za osvetljenje ne mogu razrešiti izborom pogodnog svetlosnog izvora, treba primeniti posebne zaštitne mere. Među zaštitne mere spadaju:

- izolacija predmeta, uređaja, koji predstavljaju nenormalno jak izvor svetlosti ugradnjom zatamnjenih staklenih zidova, mreža i drugih sličnih rešenja;
- primena pogodne kombinacije obojenih površina koje bi ublažile ili pojačale efekat osvetljenja (tamne boje, koje upijaju svetlosne zrake
- za jarko osvetljene predmete, i svetle boje koje odbijaju - za slabo osvetljene predmete) i
- korišćenje zaštitnih sredstava kao što su štitnici s ugrađenim zatamnjenim staklima na otvorima za posmatranje koje koriste zavarivači (vidi sliku 91) ili zaštitne naočare sa zatamnjenim staklima za livce, na primer (vidi sliku 92).



Slika 91. Štitnik za oči



Slika 92. Zaštitne naočari

12.1.3 Buka i vibracije

Mašine i uređaji, kao i neki alati, prilikom rada odnosno korišćenja, proizvode buku i vibracije. Zvuk, odnosno buka, i vibracije imaju zajedničko fizičko poreklo, jer nastaju kao posledica podrhtavanja elastične sredine. Čovek preko svojih čula registruje buku i vibracije.

Buka izaziva neugodnost. Vibracije, iako se do određene visine učestanosti ne osećaju čulom dodira, deluju na organ čula sluha, ali u kombinaciji sa zvučnim talasima. Buka i vibracije zajedno, preko čula sluha i dodira prodiru u čovekov organizam i nepovoljno deluju na nervni sistem, krvotok i srce, zatim organe za varenje i neke druge organe.

Jačina, intenzitet, učestanost odnosno frekvencija buke kao fizičke pojave utiču na čoveka. Jedinica za merenje nivoa jačine buke je 1 decibel (dB), Frekvencija je broj oscilacija koje izvodi čestica elastične materije u jedinici vremena - sekundi.

Jedinica za merenje frekvencije vibracije je 1 herz (Hz), $1 \text{ Hz} = 1/\text{sec}$, a što odgovara jednom treptaju u sekundi. Prema tome, manji broj treptaja u sekundi odgovara doživljaju vibracije koju čovek oseća dodirom kao neku vrstu pritisaka. Učestanost treperenja od 20 Hz pa do 20 000 Hz spada u normalan opseg čujnosti čula sluha

čoveka.

Za merenje buke koriste se precizni merač nivoa zvuka (zvukomer), na kome se mogu očitavati neposredno vrednosti jačine buke u dB . Na sledećoj slici prikazani su uređaji za merenje buke.



Slika 93. Uređaji za merenje buke

Opasnosti za čoveka

Rad brojnih uređaja i mašina počiva na eksplozijama (motori sa unutrašnjim sagorevanjem), udarima metala o metal (okretanje para zupčanika), propuštanjem gasovitih materijala kroz sužene otvore velikim brzinama (mlaznice i sl.). U takvim uslovima dolazi do pojave buke i vibracije, koje postaju izvor opasnosti za čoveka.

Kao najizrazitije slučajeve treba pomenuti:

- rad kotlarnice i mlaznih motora sa jačinom buke od oko 100 dB,
- zakivanje oko 90 dB,
- pneumatska bušilica oko 80 dB,
- intenzivan saobraćaj oko 75 dB,
- razgovor oko 60 dB.

Buka od 120 dB izaziva bolove. Buka od 90 dB je neprihvatljiva jer može izazvati oštećenja.

Dopušteni nivoi buke prema vrsti delatnosti:

Red. br.	Vrsta delatnosti	Dopušteni nivo buke na radnom mestu u dB (A)		
		a	b	c
1	2	3	4	5
1	Fizički rad bez zahteva za mentalnim naprezanjem i zapažanjem okoline sluhom	90	84	80
2	Fizički rad usmeren na tačnost i koncentraciju, povremeno praćenje i kontrolu okoline sluhom, upravljanje transportnim sredstvima	80	74	70
3	Rad koji se obavlja sa čistim govornim komandama i akustičnim signalima. Rad koji zahteva stalno praćenje sluhom. Rad pretežno mentalnog karaktera ali rutinski.	-	70	60
4	Rad pretežno mentalnog karaktera koji zahteva koncentraciju, ali rutinski rad.	70	64	55
5	Mentalni rad usmeren na kontrolu rada grupe ljudi koja obavlja pretežno mentalni rad. Rad koji zahteva koncentraciju, neposredno komuniciranje govorom ili telefonom. Rad isključivo vezan za razgovor preko komunikacionih sredstava (telefonski i dr.)	-	55	45

a - označava buku koju pravi oruđe za rad ili uređaj kojim radnik neposredno rukuje ili ga posluži,

b - označava buku koju pravi oruđe za rad ili uređaj kojim radnik ne rukuje niti ga posluži,

c - označava buku koju stvaraju neproizvodni izvori (uređaj za ventilaciju ili klimatizaciju, ulični saobraćaj i dr.).

Mere za zaštitu

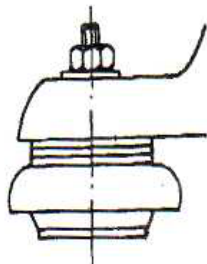
Čovekov organizam se može prilagoditi određenom nivou jačine buke ali, dugotrajno izlaganje buci donosi vremenom poremećaje koji mogu biti ozbiljne prirode.

U cilju zaštite od buke i vibracije koriste se sledeće zaštitne mere:

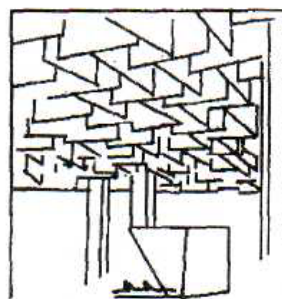
- konstrukcione izmene sa primenom plastičnih materijala kako bi se

izbegli metalni udari, kada je to moguće. Time je otklonjen izvor buke što je svakako najefikasnije;

- potpuno izdvajanje mašine ili uređaja koji proizvodi buku i vibracije smeštanje u posebnu prostoriju;
- ugradnja gumenih podmetača pod mašine i uređaje koji proizvode vibracije, pri čemu gumeni uložak amortizuje proizvedene vibracije (vidi sliku 94). U ove svrhe se koristi i posebno urađen temelj.

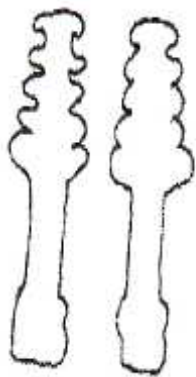


*Slika 94. Gumeni uložak
za amortizaciju vibracija*



Slika 95. Viseći panoi

- ugradnja pregradnih zidova, ili oblaganje zidova materijalima koji ne odbijaju zvučne talase, kao što su tekstil, pluta, plastični sunder i sl. (Vidi sliku 95 na kojoj su prikazani viseći panoi);
- korišćenje ličnih zaštitnih sredstava kao što su ulošci, čepovi za uši, antifoni - (vidi sliku 96), zatim naušnice (vidi sliku 97) koje služe za ublažavanje efekata neotklonjenog dejstva buke na čoveka.



Slika 96. Čepovi za uši



Slika 97. Naušnice

12.1.4. Zračenje

Pored prirodnog zračenja (svetlosnog i kosmičkog), postoje i mnogi uređaji kojima se čovek služi u razne svrhe, a koji proizvode razne vrste zračenja. Otuda zračenje postaje na određen način aktuelna pojava u životu savremenog čoveka.

Zračenja u savremenim industrijskim pogonima su elektromagnetne prirode. Dele se prema talasnim dužinama. Iz širokog spektra elektromagnetnih talasa izdvajamo:

- infracrvena zračenja talasne dužine 0,8 do 300 ηm (1- ηm -milioni deo milimetra),
- ultraljubičasta zračenja talasne dužine 0,04 do 0,76 ηm i
- jonizujuća zračenja objašnjena kao "elektromagnetno ili atomsko zračenje koje u toku prolaza kroz materiju dovodi do jonizacije atoma (rentgensko, gama, beta i alfa zračenje i neutroni)".

Intenzivno i dugotrajno izlaganje čoveka ovim zračenjima dovodi do odgovarajućih štetnih posledica. Ultraljubičasto zračenje veće jačine može dovesti do trenutnog oštećenja organa čula vida, kao i opekotina na koži.

Jonizujuća zračenja, pre svega, rendgensko i gama zračenje, koja su veoma prodorna, u većim dozama i dužim izlaganjima dovode do ozbiljnih oštećenja čovekovog organizma, kao što su:

- poremećaji u nervnom sistemu,
- smetnje u izmeni materije u organizmu,
- gubitak belih krvnih zrnaca,
- opekotine,
- kancer
- u krajnjem slučaju, smrt.

Prema prikazanim štetnim posledicama po čoveka, zračenje se svakako može ubrojiti u najopasnije štetne činioce današnjice. Jedinica za merenje doze izlaganja jonizujućem zračenju je 1 kulon po kilogramu (C/kg).

Pojave zračenja u industriji

Uvođenje novih uređaja i mašina u savremenu industriju, kao i izgradnja nuklearnih elektrana, uslovljavaju umnožavanje mesta na kojima zračenja prete čoveku.

Nabrajaćemo neka od mesta gde je čovek izložen zračenju:

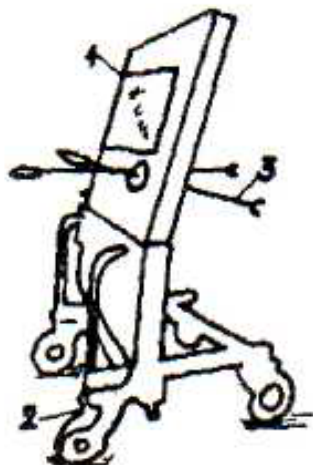
- rad na poslovima zavarivanja (prvenstveno elektrolučno) znači izlaganje čoveka ultraljubičastim zračenjima, što dovodi do povrede oka, opekotina na rukama i na licu,
- rukovanje rentgen aparatima u zdravstvu, kontrola materijala i sl. ukoliko se ne povede računa o dužini rada i zaštitnim merama, može da uzrokuje ozbiljne poremećaje u organizmu,

Vredno je napomenuti i posebno istaći da kratkotrajno izlaganje jonizujućem zračenju u ograničenim količinama nema štetno dejstvo.

Mere za zaštitu

S obzirom na ozbiljne posledice delovanja zračenja, koje u ponekom slučaju mogu dovesti do smrti ozračenog lica, neophodno je veoma ozbiljno pristupiti izboru i primeni zaštitnih mera, kao što su, na primer:

- potpuna izolacija izvora zračenja u zasebnu prostoriju čiji su zidovi od materijala odgovarajuće debljine, koji potpuno onemogućava prodor jonizujućeg zračenja (takav materijal je olovo, a proračunom se dobija potrebna debljina zida);
- mehanizacija i automatizacija radova u zoni zračenja, kako bi se izbeglo prisustvo čoveka. Kao primer za ilustraciju ove zaštitne mere mogu da posluže mehaničke ruke u kombinaciji sa zaštitnim ekranom (slika 98)



Slika 98. Ekran za zaštitu od zračenja

- korišćenje ličnih zaštitnih sredstava kao što su olovne kecelje, zaštitne rukavice, specijalna odela, posebni štitnici sa zatamnjenim staklom (kao zaštita od infracrvenog i ultraljubičastog zračenja).

Za ljude koji rade sa uređajima koji su izvori zračenja predviđene su dodatne mere u cilju sprečavanja nastanka oštećenja. Među takve mere, pored ostalih spadaju:

- skraćeno radno vreme u toku radnog dana, kako bi se umanjila opasnost od prijema veće količine zračenja,
- dodatni broj dana u okviru godišnjeg odmora u cilju uspešnije regeneracije organizma,
- beneficirani radni staž za penziju, čime se predupređuju štetne posledice na dugoročnoj osnovi.

12.2. ZAŠTITA OD MEHANIČKIH POVREDA NA RADU

Mašine i uređaji u industrijskoj proizvodnji funkcionišu kretanjem raznovrsnih oblika delova, često pod visokim pritiskom. Čovek često mora da obavi komplikovane operacije na mašinama. Takođe, čovek je upućen da više časa provodi za mašinom, što objektivno dovodi do slabljenja njegove koncentracije, pažnje i brzine reagovanja, što

vodi ka potencijalnim neželjenim posledicama.

Mehanička povređivanja mogu izazvati:

- delovi i sklopovi koji obezbeđuju pogon, pokretanje mašina i uređaja, kao na primer kaiševi, kaišnici, lančanici i sl.,
- pokretni delovi i sklopovi mašina kao, na primer, zupčanici, osovine i tome slično,
- pokretni alati i pribori, na primer, burgija na bušilici, glodač na glodalici, brus na brusilici i slično,
- sudovi i cevovodi pod pritiskom, kao kotlovi, cevi za prenos gasova i slično,
- predmeti rada u toku transporta.

Do povrede čoveka na radu može doći u više slučajeva.

Posebno treba ukazati na slučajeve povreda koje uzrokuju odbačene čestice, strugotine i sitni delovi materijala u toku obrade, na primer, brušenjem, struganjem i slično.

Slična je situacija kod transporta materijala i funkcionisanja sudova pod pritiskom i cevovoda. Usled nepažljivog rukovanja i drugih slabosti može doći do povreda.

Štetne posledice za čoveka

Poremećaji i nezgode, u radu mašina i uređaja, izazivaju čitavu skalu povreda i nesreća na radu. One se mogu svrstati u sledeće grupe:

- povreda bez trajnih posledica, kao što su ozleda, rana, ubod i tome slično,
- povreda sa trajnim posledicama, gubitak prsta, noge, oka ili nekog drugog dela tela i
- smrt, usled eksplozije - na primer.

Zaštitne mere

Do sada su izvršena obimna istraživanja elemenata mašina i uređaja koji mogu biti izvor povređivanja i nesreća na radu. Osnovni cilj ovih istraživanja je bio i ostao iznalaženje najbezbednijih rešenja za zaštitu čoveka na radu. Iz takvih proučavanja proizašli su zakonski propisi. Ozbiljnost posledica od mogućih izazivača povreda nalaže strogo pridržavanje odredaba Pravilnika o opštim merama i normativima zaštite na radu oruđima za rad i uređajima.

U cilju efikasnog sprovođenja propisa i drugih odredaba, a radi sprečavanja nastanka povrede i nesreće na radu, treba ukazati na neke važnije karakteristike zaštitnih mera:

A. Projektantska i konstrukciona rešenja mašina i uređaja treba usmeriti ka odstranjivanju bilo kakvih mogućnosti za povređivanje čoveka i okoline. Predupređivanje na ovaj način predstavlja najkvalitetniju zaštitu. Kad god je to moguće treba obavezno koristiti ovaj pristup. On se prvenstveno odnosi na projektovanje i konstruisanje novih mašina i uređaja, a delimično i na rekonstrukciju postojećih. Na primer, radni prostor mašine gde alat dejstvuje na radni predmet, treba potpuno izolovati od radnika i obezbediti preko instrumenata uvid u tok rada.

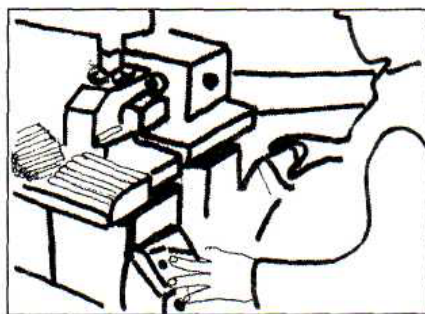
B. Mehanizacija i automatizacija onih funkcija mašina i uređaja iz kojih se potpuno može isključiti čovek, koji može da se povredi radeći na tim mašinama.

Na primer, umesto ručnog stezanja predmeta omogućiti automatsko stezanje.

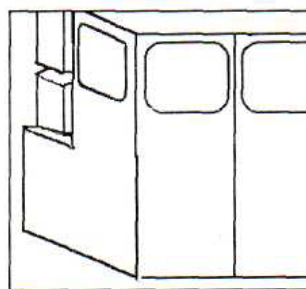
C. Uključivanje i isključivanje mašina i uređaja resiti tako da se potpuno onemogući povređivanje rukovaoca.

Do sada su ostvarena brojna rešenja koja na više ili manje efikasan način udovoljavaju ovom zahtevu. Nekoliko primera neka posluže za

ilustraciju. Na primer, presa ima dve ručice za uključivanje koje treba istovremeno aktivirati obema rukama. Na taj način potpuno je onemogućeno da se ruka nađe u radnom prostoru i ozledi (vidi sliku 99). Efikasno je i rešenje gde postavljanje pokretne ograde u zaštitni položaj (zatvaranje radnog prostora) predstavlja istovremeno i kontakt za uključivanje mašine za rad. Otvaranjem pokretne ograde, mašina se isključuje (vidi sliku 100).



Slika 99. Uključivanje prese obema rukama istovremeno



Slika 100. Zaštićeni radni prostor

D. Postavljanje zaštitnih ograda oko radnog prostora i drugih pokretnih delova mašina i uređaja, sa ciljem da se spreči:

- povređivanje čoveka strugotinom, varnicama, i drugim česticama materijala koje se odbacuje alatom ili na neki drugi način tokom rada,
- dospevanje delova tela, ili odeće u radni prostor, odnosno između pokretnih delova mašine i uređaja.

Korisna dopunska mera je obeležavanje transportnih puteva između mašina, jer su oni izvor povređivanja.

E. Korišćenje ličnih zaštitnih sredstava čija je svrha da se radnik neposredno zaštititi od mogućih povreda. U tu svrhu se koriste:

- zaštitne naočari za rad na brusilici prilikom oštrenja alata
- štitnik za lice za rad na strugu radi zaštite od strugotine,
- zaštitne rukavice za rad sa grubim, oštrim predmetima rada,

- zaštitni šlem u slučajevima kada čoveku preti opasnost od pada raznih predmeta (na gradilištima, u rudnicima i u nizu industrijskih pogona),
- zaštitna odela koja se koriste kada postoji opasnost da se na bilo koji način čovek izloži opasnosti od povređivanja,
- zaštitne cipele kada je pod, tlo, na bilo koji način izvor mogućih povreda, pa je obična obuća nedovoljna zaštita za donji deo noge.

Opšte odredbe o korišćenju sredstava lične zaštite na radu, date su u Pravilniku o sredstvima lične zaštite na radu i ličnoj zaštitnoj opremi. Svako preduzeće je obavezno da u svom pravilniku propiše sredstva lične zaštite za svaki posao koji se obavlja u preduzeću, a uslovi izvođenja su takvi da je potrebno radi bezbednosti radnika propisati sredstva lične zaštite na radu.

Sredstva lične zaštite na radu daju očekivane efekte ukoliko ih svaki pojedinac svesno primenjuje. Stoga je obavezno sprovesti za sve radnike:

- sistematsko informisanje,
- obučavanje za korišćenje sredstava lične zaštite na radu i
- upoznavanje sa posledicama nekorišćenja sredstava lične zaštite na radu i kaznama za njihovo nekorišćenje.

Težište ove akcije treba da bude na obaveštenju i obuci. Naročito mlađi radnici i početnici treba da budu uključeni u ovaj proces, jer su neznanje i neiskustvo najčešći uzrok povređivanju. To su potvrdila brojna istraživanja uzroka povređivanja na radu.

12.3. ZAŠTITA OD ELEKTRIČNE STRUJE

Najveći broj mašina i uređaja ima pogon na električnu energiju. Instalacije za osvetljenje, ventilaciju i druge, takođe se napajaju električnom energijom. Skup električnih motora povezan je snopom električnih vodova, a sve ih je više usled mehanizacije i automatizacije proizvodnje.

Brojni električni uređaji i instalacije povećavaju broj opasnih tačaka po sigurnost čoveka. Posledice delovanja električne struje su često veoma velike, a neretko i smrtonosne. Zato je zaštita od električne struje predmet brojnih propisa čija je primena obavezna.

Područje zaštite

Shodno odredbama Pravilnika o zaštitnim merama protiv opasnosti od električne struje u radnim prostorijama i radilištima, zaštita od električne struje se odnosi na sve električne instalacije, postrojenja i uređaje u radnim prostorijama ili na radilištima, za napon manji od 1000 V (volta) prema zemlji.

Pod električnim instalacijama treba, pored ostalih, razumeti:

- izolovane provodnike koji služe za razvod električne struje unutar objekata,
- vazdušne i podzemne vodove za razvod električne struje od izvora snabdevanja do potrošača,
- prekidače, utikačke kutije, osigurače i tome slično,
- instalacione pribore i aparate.

U električna postrojenja i uređaje ubrajaju:

- električni motori,
- transformatori i generatori,
- kondenzatori i
- drugo.

S obzirom na to da kroz električne instalacije, postrojenja i uređaje protiče električna struja naponskog nivoa koji je opasan po čoveka, neophodno je obezbediti odgovarajuću zaštitu.

Opasnosti za čoveka

Svaki kontakt čoveka sa nezaštićenom električnom instalacijom, postrojenjem i uređajem, u kojima protiče električna struja iznad 65 V prema zemlji, opasan je po čoveka jer izaziva moguće posledice:

- nervni šok,
- nesvesticu,
- opekotine (mogući su razni stepeni),
- ozlede,
- kratkotrajni prestanak rada srca,
- smrt.

Opasna mesta

U okviru korišćenja električnih instalacija, postrojenja i uređaja, razlikujemo tri slučaja kada za čoveka nastupa opasnost od električne struje, i to:

- mogućnost slučajnog dodira nekog neizolovanog, nezaštićenog elementa pod naponom većim od 65 V prema zemlji,
- dodir metalnog dela s oštećenom izolacijom, zaštitom, koji je pod previsokim naponom. Opasnost je uvećana ako se u prostoriji oseća vlaga, toplota, hemijski uticaji i drugi činioci ili kada je umanjen prelazni otpor čovečijeg tela prema zemlji,
- nagomilavanje naelektrisanja u jednoj tački na električnim instalacijama, postrojenjima i uređajima kada dolazi do pražnjenja preko varnice, pretstavlja opasnost od statičkog elektriciteta, koja može poprimiti ozbiljne razmere ukoliko se ovo pražnjenje obavlja u prostoriji s eksplozivnim smešama gasova, parom, prašinom i drugim eksplozivnim materijalima.

Zaštitne mere

Između brojnih mogućnosti zaštite čoveka od električne struje pažnja

se usredsređuje na:

A. Postavljanje svih nezaštićenih delova električne instalacije, postrojenja i uređaja, kod kojih postoji opasnost od slučajnog dodira, a pod naponom su, izvan domašaja ruku i dodira drugih delova tela čoveka. Visina od 2,5 m smatra se da je van domašaja ruku, odnosno 1,25 m naniže ili u horizontalnom pravcu.

B. Besprekorna izolaciona zaštita svih delova električne instalacije, postrojenja i uređaja, kod kojih postoji opasnost od previsokog napona. Odredbe Pravilnika o tehničkim merama za elektroenergetske instalacije u industriji, bliže određuju način ostvarenja zaštite.

Dopunske zaštitne mere obuhvataju niz mogućnosti u skladu sa odredbama Pravilnika o tehničkim merama i uslovima za izvođenje elektroenergetskih instalacija u zgradama. Od navedenih dopunskih mera izdvajamo zaštitno uzemljenje.

Pri čemu uzemljenje predstavlja spoj električnog postrojenja za zemljom preko posebnog električnog voda. Svrha je uzemljenja da spreči dospevanje pod napon kućišta i nezaštićenih metalnih delova uređaja usled neke greške u postrojenju, na primer, skidanje izolacionog sloja sa delova pod naponom.

Uzemljenje treba da štiti čoveka kad uđe u dodir sa takvim uređajem, jer tada čoveka zatvara strujno kolo sa zemljom. Ukoliko se preko čoveka zatvori strujno kolo, onda je on provodnik visokog napona prema zemlji, što može da bude i tragično. Stoga se uzemljenje naziva zaštitno uzemljenje.

12.4 PRAVA I OBAVEZE ORGANA PREDUZEĆA I POJEDINACA U VEZI SA ZAŠTITOM NA RADU

Prava i dužnosti radnika u oblasti zaštite na radu određena su Ustavom i Zakonom o zaštiti na radu. Ovaj Zakon bliže određuje

društvene i pravne aspekte zaštite na radu, u okviru Republike kao celine.

Na osnovu, i u okviru opštih zajedničkih odredaba i rešenja u oblasti zaštite na radu, svako preduzeće propisuje obezbeđenje i unapređuje zaštitu na radu. U ovim aktima se bliže određuje zaštita na radu za svako radno mesto koje je izloženo utvrđenim štetnim uticajima. Razvijeni preduzeća donose posebna-sopstvena akta o zaštiti na radu. Ustavne i zakonske odredbe i drugi akti predstavljaju normativnu stranu utvrđivanja materije zaštite na radu.

Tome treba dodati čitav niz pravilnika o tehničkim normama i merama za sprovođenje zaštite na radu, koje imaju opšti značaj.

Ostvarivanje zaštite na radu shodno odredbama Zakona o zaštiti na radu Srbije je postavljeno na širokim sveobuhvatnim osnovama. U tom okviru posebno se ističe sledeće:

1. Prilikom izgradnje novih objekata radnih i pomoćnih prostorija, kao i otvorenih radilišta, moraju se poštovati propisane mere o zaštiti na radu. Time se želi da se u samom začetku obezbedi zadovoljavajuća zaštita na radu. Za svaki objekat je nužno dobiti odobrenje od inspekcije rada koja potvrđuje da su poštovani svi propisi o zaštiti na radu.

2. Svako oruđe za rad pre no što se ugradi, mora biti ispitano kako bi se utvrdilo da li odgovara propisanim merama zaštite na radu. Ukoliko se dobije sertifikat od nadležne stručne organizacije, može se pustiti u rad.

3. Proizvodnja sredstava lične zaštite na radu mora biti zasnovana na odredbama standarda, ukoliko postoji, odnosno u skladu sa odgovarajućim propisima zaštite na radu. Time se garantuje postizanje propisane zaštite prilikom primene.

4. Obavezan je periodični pregled i ispitivanje radnih uslova, sredstava za rad i sredstava zaštite na radu kako bi se obezbedilo stalno održavanje nivoa zaštitnih mera u skladu sa propisima.

Na osnovu izloženog proizilazi da odredbe zakonskih i drugih propisa pružaju punu zaštitu na radu u skladu sa savremenim tehničkim mogućnostima i obezbeđuju njihovu doslednu primenu. To je od posebnog značaja za korisnika - radnika.

Izdavanje sertifikata

Kao što je već pomenuto, svako oruđe za rad koje treba da koristi čovek ili da se upotrebi tamo gde se nalaze ljudi, stalno ili povremeno, mora biti detaljno ispitano. Svrha ispitivanja je utvrđivanje mere zadovoljavanja uslova i propisa zaštite na radu.

Slična ispitivanja i pregledi moraju se obaviti i u radnim prostorijama u kojima se javljaju fizičke i hemijske štetnosti, štetna zračenja, buka i vibracije.

Poslovima pregleda i ispitivanja oruđa za rad i radnih prostorija, i izdavanja odgovarajućih propisanih isprava (sertifikata), bave se posebne naučne i stručne organizacije. Ove organizacije moraju ispunjavati uslove u pogledu stručnog kadra, tehničke opreme i metodologije rada. Republički organ svojim rešenjem potvrđuje ispunjavanje navedenih uslova, i samo te institucije imaju pravo da obavljaju preglede i ispitivanja, odnosno izdaju sertifikate sa stanovišta zadovoljenja propisa o zaštiti na radu.

Prava i obaveze radnika

Uspeh u sprovođenju zaštitnih mera jednim delom zavisi od samog radnika i njegovog odnosa prema poslu i primeni sredstava zaštite, prvenstveno sredstava lične zaštite. Istovremeno, radnik neposredno uočava teškoće sa kojima se bori na poslu, pa može biti koristan saradnik na unapređenju zaštite na radu.

U skladu sa zakonskim odredbama, najvažnija prava i obaveze radnika na polju zaštite na radu jesu:

- radnik ima pravo na zaštitu na radu u skladu sa tehničkim i ostalim mogućnostima,
- radnik je dužan da koristi sredstva za zaštitu na radu,

- radnik se obavezno, pre raspoređivanja na posao, upoznaje sa propisima i merama zaštite na radu u vezi sa poslom na kome treba da radi,
- radnik ima pravo da odbije da radi na poslu ukoliko mu preti opasnost po život ili zdravlje usled nesprovedenih mera zaštite na radu,
- radnik je dužan da stalno proširuje svoje znanje iz oblasti zaštite na radu.

Na ovaj način radnik ima aktivnu ulogu u sprovođenju mera zaštite na radu.

Uloga menadžera

U okviru zaštite na radu menadžeri snose odgovornost za sprovođenje zaštitnih mera. Pored toga, oni su dužni da spreče upotrebu neispravnog oruđa za rad, odnosno neispravnog sredstva za zaštitu na radu.

U ostvarenju ove svoje uloge, menadžeri se oslanjaju i tesno sarađuju sa stručnom službom za zaštitu na radu. Ali, treba istaći, na njima leži teret odgovornosti za sprovođenje zaštite na radu.

Uloga inspekcije rada

Sprovođenje mera zaštite na radu nailazi na brojne teškoće. Nekada je to nerazumevanje zainteresovanih, a u ponekom slučaju i neodgovornost. Neprimenjivanje zaštitnih mera ima teške posledice. Otuda potreba da se u okviru preduzeća pomogne i obezbedi sprovođenje propisanih zaštitnih mera kroz stalni nadzor.

U tom cilju organizuje se Inspekcija rada u okviru upravno-administrativnih jedinica. U okviru Inspekcije rada, poslove obavljaju inspektori rada.

Osnovna uloga Inspekcije rada sastoji se u:

- stalnom nadzoru primene Zakona i drugih propisa utvrđenih zaštitnih mera,
- pružanju pomoći u otklanjanju slabosti u primeni zaštitnih mera i

- izricanju kazni za nesprovođenje propisanih zaštitnih mera.
Inspektori vrše neposredni uvid u stanje i obavezno pregledaju svako preduzeće. Iz svega sledi da je Inspekcija rada zadužena da pomogne i ukaže preduzećima na sprovođenje zaštitnih mera, ali i da koristi zakonska ovlašćenja prinude ukoliko na drukčiji način nije moguće sprovesti zaštitu na radu.

13.0. KONTROLA KVALITETA PROIZVODA

Pored cene i vremena, odnosno roka isporuke, kvalitet proizvoda je osnovni elemenat konkurentne sposobnosti svakog poslovno-proizvodnog sistema na tržištu. Adekvatno shvatanje kvaliteta podrazumeva brojne parametre - svojstva, koje proizvod mora da zadovolji sa stanovišta kupca-korisnika. U razmatranjima o proizvodu su naznačeni osnovni elementi (funkcionalni i nefunkcionalni) koji predstavljaju ukupnost kvaliteta proizvoda.

Jedna od definicija kvaliteta glasi: "Kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda, procesa ili usluge koje se odnose na mogućnost da zadovolje utvrđene ili indirektno izražene potrebe kupaca".

U skladu sa iskazanim shvatanjem kvaliteta proizvoda, proizilazi da se kvalitet proizvoda stvara u procesu nastanka od ideje, odnosno oživotvorenja te ideje kroz odgovarajuća rešenja, preko realizacije u proizvodnji pa do servisiranja u korišćenju proizvoda od strane kupca. Prema tome, u stvaranju kvaliteta učestvuju neposredno i posredno, više ili manje izraženo, svi zaposleni kroz obavljanje svojih radnih zadataka na planiranom, projektovanom ili očekivanom nivou.

Aktivnosti kontrole kvaliteta su potrebne za merenje pokazatelja performansi i najčešće se primenjuju metodu uzorkovanja. Zbog statističke prirode uzorkovanja, mogu rezultovati netačnom dedukcijom koja je klasificirana kao greška I i greška II tipa. Greška I tipa uključuje vršenje izmena na uzorku kada to nije potrebno, greška tipa II uključuje mogućnost ne vršenje izmena kada je potrebno da se one učine.

13.1 ORGANIZACIJA I METODE KONTROLE U PROIZVODNJI

Svaka operacija, odnosno proizvodni proces kao skup različitih operacija, izvodi se sa ili bez odstupanja u odnosu na definisane zahteve koji pretpostavljaju kvalitet izlaznog proizvoda. Pored kvaliteta, neophodno je ustanoviti i kvantitet, što je u većini slučajeva ugrađeno u konstataciji o količini ispravnih komada.

Sa stanovišta proizvođača, zavisno od stepena ovladanosti procesom proizvodnje, moguće je tolerisati izvestan procenat neispravnosti u toku, odnosno na kraju procesa proizvodnje. Međutim, sa stanovišta korisnika-kupca, kriterijum može biti drugačiji. Naime, ako se kupuje jedan, ili manji broj komada (područje široke potrošnje i deo investicione potrošnje), onda je zahtev da svaki komad bude u skladu sa propisanim uslovima kvaliteta.

Isticanje navedenih aspekata problema kvaliteta na relaciji proizvođač -kupac, ima određene posledice u odnosu na izbor metoda i tehnika, te odgovarajućeg modela organizacije funkcije kontrole u okviru poslovno-proizvodnog sistema.

S obzirom da se kvalitet proizvoda na izlazu poslovno-proizvodnog sistema postupno stvara počev od ulaza reproduktionog materijala, te kroz delovanje brojnih uticajnih faktora kao što su čovek, alat, mašina, tehničko-tehnološke informacije i drugih, potrebno je usvojiti adekvatne metode i tehnike kontrolisanja stanja i promena odabranih uticajnih faktora. Pri tome, uloga funkcije kontrole može biti:

- preventivna, u smislu sprečavanja nastanka odstupanja od željenog nivoa kvaliteta,
- arbitražna u smislu presuđivanja, prijema odnosno odbacivanja, prema usvojenim kriterijumima za kvalitet.

Da bi se postigla što potpunija racionalizacija proizvodnje, težište je na preventivnoj ulozi kontrole.

Na osnovu svega do sada izloženog proizilazi da kontrolom treba obuhvatiti:

1. Kontrolu uslova za proizvodnju:

- materijal, delove, postrojenja i drugo na čemu se proizvodi,
- alate, pribore i sl., kako proizvodne tako i kontrolne,
- radioničke crteže i drugu proizvodnu dokumentaciju, koja služi kao podloga za proizvodnju.

2. Kontrolu izvršavanja postavljenih zadataka:

- operacije, faze proizvodnje, delove, podsklopove, sklopove,
- gotove proizvode,

Za vršenje kontrole raspolaže se:

- kontrolnim uređajima, priborom, alatom itd.
- metodama.

Zahvaljujući napretku nauke i tehnike, raspolaže se ogromnim brojem raznovrsnih kontrolnih sredstava različitog stepena preciznosti koja se mogu iskoristiti za kontrolisanje veoma složenih oblika, tehnoloških procesa i sl.

U pogledu kontrolnih metoda i postupaka treba razlikovati:

- empirijske
- statističke.

Empirijske metode obuhvataju takozvanu 100% kontrolu svakog proizvedenog proizvoda.

Metode statističke kontrole procesa (SPC) predstavljaju odavno ustanovljen metod za monitoring, kontrolu i, u idealnom slučaju, unapređenje procesa preko statističke analize. Četiri osnovna stadijuma uključuju merenje performansi procesa, eliminisanje identifikovanih promena u procesu, praćenje prirodnih varijacija procesa i unapređenje procesa u smislu smanjenja prirodnih varijacija do željene vrednosti.

Proces može biti visoko kvalitetan po pitanju jednih karakteristike ali i veoma loš po pitanju drugih. Svaka kritična karakteristika mora se razmatrati zasebno, makar u početnim stadijumima procesa.

SPC uključuje korišćenje procesnih kontrolnih karata, od kojih su najčešće X i R karte, za praćenje performansi svake kritične karakteristike preduzeća. Mali uzorci se uzimaju u redovnim intervalima i podaci se beleže na dijagrame. Određivanjem i crtanjem gornje i donje kontrolne granice, koje su obično ± 3 standardne devijacije prirodne varijacije, kontrolne karte mogu predstavljati moćni alat za praćenje kvaliteta. One mogu označiti situaciju van kontrole, trendove, netačna podešavanja mašina i uređaja i druge ključne podatke o procesu.

Operacioni menadžeri proizvodnje takođe koriste procesne kontrolne karte za razlikovanje normalnih varijacija nasleđenih u procesu i varijacija koje se javljaju kad proces ide van kontrole. Ove karte predstavljaju standardni način konstrukcije i proračuna, čime isključuju potrebu da operateri imaju opširno znanje teorije statistike, ipak, moraju razumeti koncepte i način upotrebe karti u praksi.

13.1.2 Kontrolne karte

U cilju praćenja kvaliteta u toku procesa proizvodnje i uočavanje prisustva dopunskih faktora kako bi se sprečilo širenje nepoželjnih promena koriste se kontrolne karte.

Kvalitet može biti definisan: kvantitativno, preko određenih

merljivih obeležja i opisno (dobar - loš) kao sinteza skupa pojedinačnih obeležja kvaliteta u njegovoj ukupnosti.

U prvom slučaju, za numerički definisan kvalitet koriste se sledeće kontrolne karte:

X-karta ($\bar{x}$ - aritmetička sredina)

R-karta (R - raspon)

σ -karta (σ - standardna devijacija)

Za slučaj atributivnog definisanja kvaliteta koriste se p-karte (gde je p broj loših komada).

Kada je kvalitet numerički definisan to je obično učinjeno tako što je definisana:

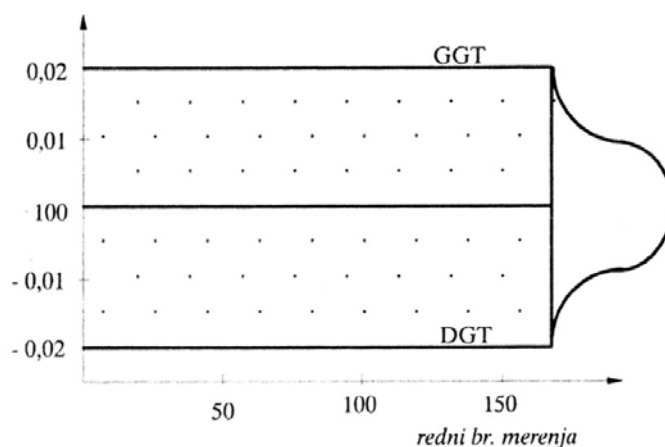
- nominalna dimenzija

- tolerancija

Npr: $100 \pm 0,02$ mm.

Time je unapred prihvaćeno da stvarne dimenzije mogu odstupati od nominalne dimenzije u definisanim granicama, i da su pri tom kvalitetne.

Ukoliko je proces pod delovanjem slučajnih faktora, zakon distribucije konkretnih izmerenih vrednosti je normalan, kao što je prikazano na slici 101.



Slika 101. Normalna raspodela vrednosti

Za kontrolu kvaliteta proizvodnje od bitnog je značaja da se sistematskim praćenjem može utvrditi da se proces kreće u predviđenim tolerancijama, kao i da se na vreme uoče nepredviđena odstupanja.

Prema tome, suština metoda statističke kontrole kvaliteta u području finalne i procesualne kontrole (u toku proizvodnje), svodi se na sistematsko praćenje i proveravanje kvaliteta proizvodnje s obzirom na predviđene tolerancije, odnosno zahteve u pogledu kvaliteta.

Blagovremeno uočavanje odstupanja omogućava preduzimanje odgovarajućih tehničkih mera za normalizaciju proizvodnih procesa. Prilikom konstruisanja kontrolnih granica, na kontrolnim kartama, zajedničko im je određivanje:

- srednje vrednosti (ocena vrednosti osnovnog skupa ili nominalna vrednost),
- gornja i donja unutrašnja kontrolna granica $\pm 2\sigma$ (95% verovatnoće da će se vrednosti naći u ovim granicama) - GUKG i DUKG,
- gornja i donja spoljna kontrolna granica $\pm 3\sigma$ (99,73% verovatnoće da će se vrednosti promenljive naći u ovim granicama) - GSKG i DSKG.

X-karta

Saglasno rečenom, razlikuju se dve moguće varijante ove karte:

a) X-karta za vrednosti slučajno promenljive.

Veličine $\bar{X}$ i σ koje su neophodne za konstruisanje X-karte obično nisu poznate. Ali mogu se dobiti:

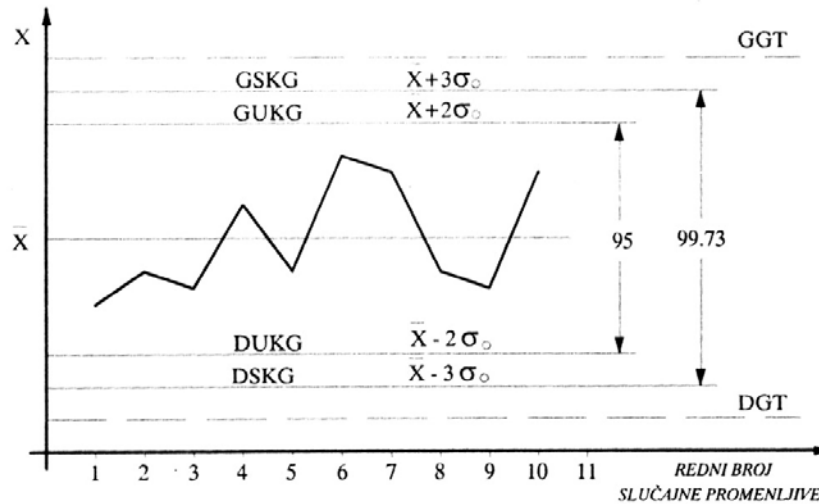
- iz ostvarene proizvodnje proteklog perioda,
- kao standardne vrednosti za dati proizvod,
- kao procena na bazi odgovarajućih veličina velikog uzorka.

U svrhu procene, koriste se izvedeni obrasci za procenu standardne devijacije σ_o na bazi standardne devijacije σ za uzorak, tj.

$$\sigma_o = \sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

Aritmetička sredina velikog uzorka je dovoljno dobra procena aritmetičke sredine osnovnog skupa, a koristi se i nominalno propisana dimenzija.

Vrednosti slučajne promenljive se dobijaju merenjem određenih dimenzija na proizvodima koji se kontrolišu i unose kao tačke u kontrolnu kartu (vidi sliku 102).



Slika 102. X-karta

Prema dispoziciji kontrolnih granica i granica tolerancije, na slici 102 proizvodni proces je vanredno stabilan, jer su i spoljnje kontrolne granice unutar granica tolerancije.

U slučaju kada bi se granice tolerancije poklopile sa spoljnim kontrolnim granicama, onda bi koncentracija tačaka u blizini spoljnih kontrolnih granica (gornje ili donje) bila znak prisustva dopunskih faktora, koji bi ukoliko se ne otkriju i otstrane mogli usloviti nastanak škarta.

b) X-karta za aritmetičke sredine uzoraka.

Sprovođenje kontrole procesa preko aritmetičkih sredina uzoraka pogodnije je i sa manje troškova. Osim toga, aritmetičke sredine uzoraka se normalno raspoređuju oko aritmetičke sredine osnovnog skupa čak ako to i nije slučaj sa slučajnim promenljivim u osnovnom skupu. Njihovo je rasipanje u užem području, pa je osetljivije za uočavanje promena u proizvodnom procesu.

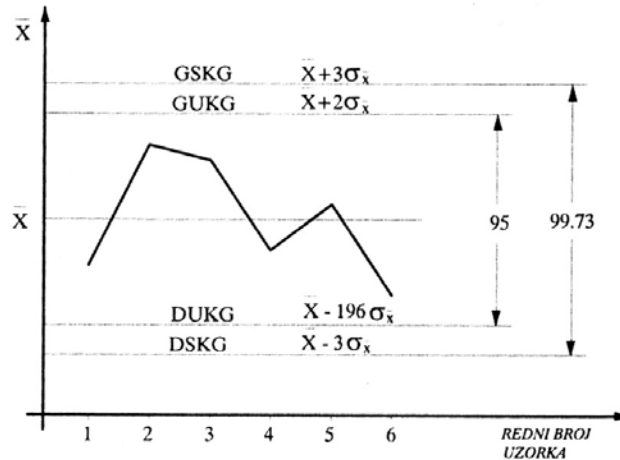
Kao što je već poznato, veličine $\bar{X}$ i σ_0 dobijaju se procenom preko velikog uzorka.

Standardna devijacija aritmetičkih sredina uzoraka $\sigma_{\bar{X}}$, izračunava se preko obrasca:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma_o}{\sqrt{n}}$$

Iz ovog proizilazi da $\sigma_{\bar{X}}$ zavisi od veličine uzorka, pa treba kontrolu sprovesti preko uzoraka iste veličine.

Na slici 103. prikazana je ova karta.



Slika 103. X-karta za aritmetičke sredine uzoraka

Na ordinate se nanose vrednosti aritmetičkih sredina uzoraka, koji se uzimaju iz proizvodnje na način koji treba da obezbedi slučajnost. Nalaženje vrednosti za pojedini uzorak iz kontrolnih granica, znak je da se u procesu dešava nešto nenormalno, pri čemu je daleko značajnije ako ta vrednost bude izvan spoljnih granica, jer je verovatnoća da to nastupi veoma mala.

R-karta

Ova se karta primenjuje u kombinaciji sa X-kartom.

Kada dođe do značajnih promena u procesu, onda se menja disperzija, a to znači da se menjaju σ i R-raspon. U promenama σ i R postoji uzajamnost. Pošto se prilikom određivanja kontrolnih granica koristi

σ , znači da se promenom σ dolazi i do izmene kontrolnih granica. Radi toga prate se promene intervala (raspona), te se tako konstatuju blagovremeno nastale izmene u procesu.

Interval za i-ti uzorak se izračunava:

$$R_i = (x_{\max} - x_{\min})_i$$

Statistički skup sastavljen od intervala pojedinih uzoraka

$R_1, R_2, R_3, \dots$ ima svoju srednju vrednost $\bar{R}$, što je samo procena stvarne vrednosti intervala.

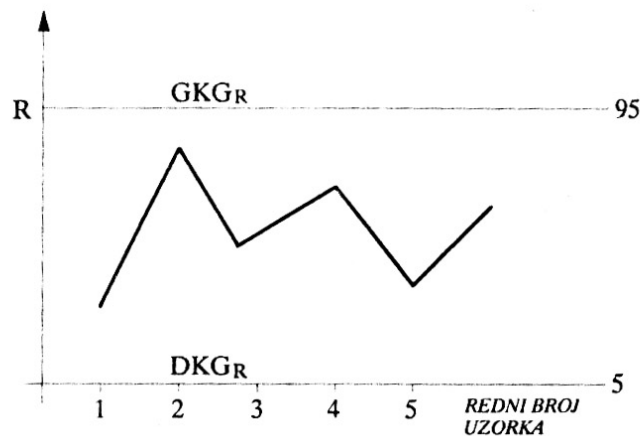
Kontrolne granice za intervale određuju se pomoću formula:

$$GKGR = G_n \bar{R} \quad \text{i} \quad DKGR = D_n \bar{R}$$

Vrednost za G_n i D_n date su u donjoj tablici u zavisnosti od veličine uzorka.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_n	2,45	1,96	1,76	1,66	1,59	1,54	1,51	1,48	1,45
D_n	0,08	0,25	0,37	0,44	0,49	0,53	0,56	0,39	0,60

Na slici 104 prikazana je R-karta.



Slika 104. R-karta

Radi potrebe simultanog praćenja odstupanja samih vrednosti ($\bar{X}$)

kao i mere rasipanja pojedinačnih podataka u okviru uzoraka, X-karta se koristi u kombinaciji sa R-kartom, odnosno σ -kartom, pa se na taj način dobije potpuniji uvid u zbivanja sa kvalitetom u proizvodnom procesu.

p-karta

U nizu slučajeva kvalitet predstavlja skup zahteva koji moraju biti na određenom nivou, pa se tada kvalitet ocenjuje u rezultatnom vidu: dobar ili loš. To je tzv. atributivno obeležje kvaliteta.

Kontrolna karta za atributivno obeležje zasnovana je na zakonima binomne raspodele.

Standardna greška se izračunava za uslove binomne raspodele po obrascu:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

p - broj loših komada

n - broj komada u uzorku.

Kada se za niz količina utvrdi broj loših komada, onda se dobija srednja vrednost za loše komade.

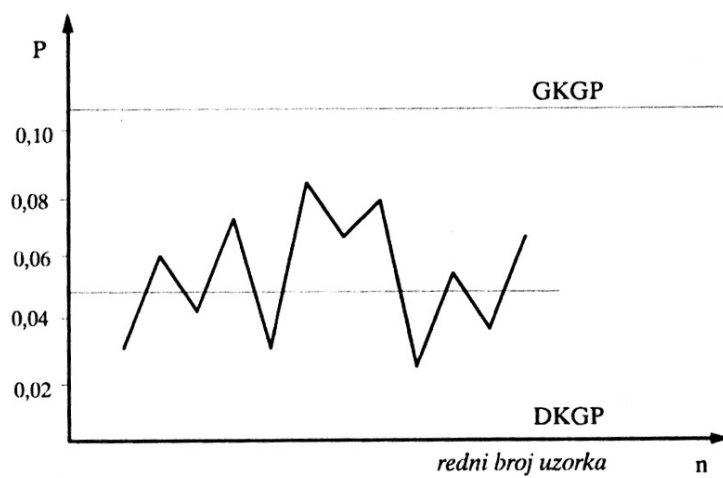
$$\bar{p} = \frac{\text{ukupan broj loših komada}}{\text{broj izvršenih posmatranja}}$$

Pa će za gornju, odnosno donju kontrolnu granicu biti:

$$\text{GKGP} = \bar{p} + 3\sigma_p$$

$$\text{DKGP} = \bar{p} - 3\sigma_p$$

Na slici 105 dat je izgled p-karte.



Slika 105. p-karta

14.0 KARAKTERISTIČNI TROŠKOVI, ULOGA, PRIRODA PROMENLJIVOSTI I PRORAČUN

Planirani troškovi, na bazi proračunatih količina utroška raznih oblika rada, predstavljaju osnovu za kalkulacije. S obzirom na to da se pretpostavljeni uslovi po pravilu ne ostvaruju u potpunosti, dolazi do razlika u visini troškova po elementima i ukupno.

Ostvareni troškovi moraju biti sistematski registrovani. Proizvodno-tehnička dokumentacija (konkretno: radni nalozi, radne liste, trebovanja materijala i dr.) predstavlja osnovnu izvornu dokumentaciju za utvrđivanje stvarnih troškova u proizvodnji. Obrada i klasifikacija raspoložive dokumentacije mora biti tako organizovana da obezbeđuje sledeće podatke:

- troškove po jedinici za svaku vrstu proizvoda,
- troškove po mestima (pogoni, odeljenja i sl.).

Za potpuniju kontrolu zbivanja u proizvodnji kroz troškove, oni moraju biti raščlanjeni u skladu sa usvojenom strukturom troškova. Upoređenje planiranih i ostvarenih troškova (po proizvodima i ukupno) sa odgovarajućom analizom pokazace gde je došlo do odstupanja

i kolika su, da bi se na osnovu toga ocenila priroda i znacaj problema. Prikupljanje, sređivanje i obrada dokumentacije u vezi sa troškovima sprovodi se u pogonskom knjigovodstvu. Sistem knjiženja mora biti prilagođen željenoj strukturi završnih pokazatelja o troškovima i usklađen sa planskom dokumentacijom.

Korišćenjem podataka o troškovima, operativno rukovodstvo osvetljava ostvarene rezultate, s ekonomskog aspekta, i tako je u stanju da svestrano oceni uspehe i uoči slabosti.

Delatnost poslovnog sistema ispunjena je raznovrsnim zbivanjima. Raznovrstan karakter proizvodnih zbivanja kao i ostalih koji prethode ili slede proizvodnji znatno otežava mogućnost prikladne interpretacije poslovanja kao jedinstvene celine.

Proučavanje poslovanja uslovljeno je adekvatnim obuhvatanjem svih elementarnih karakterističnih zbivanja na način koji će biti podjednako dobar u pogledu celine i uzajamnih odnosa bitnih delova.

Za ukupno poslovanje bitna su dva momenta:

- trošenje raznih oblika rada u proizvodnji,
- istupanje na tržište u cilju prodaje proizvedenih dobara.

I jedno i drugo najefikasnije se može interpretirati posredstvom jedinice mere dinara, jer se na taj način premošćuju razlike između nehomogenog karaktera pojedinih oblika rada koji se troše u proizvodnji.

Za kvantifikaciju trošenja raznih oblika rada (materijala, energije, habanja mašina, alata, itd.) koristiće se troškovi.

Među najvažnije troškove proizvodnje spadaju:

1. Troškovi direktnog materijala.

Pod ovim troškovima podrazumevaju se sirovine, reprodukcioni materijal, poluproizvodi, delovi i sl., koji se neposredno svojom supstancom ugrađuju u proizvod. U svakoj jedinici proizvoda sadržana je jednaka količina ove vrste materijala.

2. Troškovi energije

Trošenje energije za pogon mašina namenjenih proizvodnji, kao i

ostalih uređaja i postrojenja, zatim utrošak goriva i raznih drugih energetskih sirovina obuhvaćeno je vrednosno kroz troškove energije. Jedan deo ovih troškova vezan je za proizvodnju, dok se ostali oblici trošenja odnose na niz pomoćnih i sporednih poslova.

3. Troškovi amortizacije

Tokom rada mašine i ostali uređaji se habaju te se na taj način fizički troše. To je jedan od aspekata nužne nadoknade ovih sredstava. Intenzivan tempo naučnog i tehničkog napretka uslovljava pronalaženje novih savremenih rešenja za mašine koje po svojim performansama nadmašuju ranije. To je drugi aspekt - tehničko zastarevanje mašina i uređaja. Zavisno od režima eksploatacije radni vek mašina biće duži ili kraći jer će stepen habanja biti srazmeran vremenu rada mašine. U skladu sa celishodno utvrđenim vekom trajanja mašine t i visinom investiranih finansijskih sredstava V izračunava se visina godišnjih troškova amortizacije T_A odnosno:

$$T_A = \frac{V}{t} \quad [\text{din.}]$$

kao vrednosna nadoknada istrošene mašine. Ovako formirana finansijska sredstva namenjena su obnovi osnovnih sredstava. Troškovi amortizacije terete tekuću proizvodnju, jer je to vrednosni izraz prenete vrednosti sa mašine na proizvode.

4. Troškovi alata

Za obavljanje operacija zavisno od njihove tehnološke prirode koriste se odgovarajući standardi ili specijalni alati, pribori i sl. Oni se habaju i troše za vreme rada. Na taj način prenose deo svoje vrednosti na proizvode i terete proizvodnju odgovarajućim troškovima.

5. Troškovi održavanja osnovnih sredstava i alata

Mašine i alati se tokom korišćenja prema utvrđenom režimu podvrgavaju opravkama i drugim intervencijama u cilju održavanja normalne radne sposobnosti. Troškovi koji nastaju kao posledica sprovođenja usvojenog režima održavanja spadaju u ovu grupu troškova.

6. Troškovi transporta

Za prevoz sirovina, materijala i drugog od isporučioaca do skladišta (spoljni transport), za prenos i manipulaciju materijala u toku proizvodnih procesa (unutrašnji transport) kao i za prevoz gotovih proizvoda do potrošača (takođe spada u spoljni transport), troši se izvesna količina rada čiji je vrednosni izraz: trošak transporta.

7. Troškovi istraživanja i pripreme proizvodnje

Permanentna potreba da se razvija i usavršava proizvodnja, kao i da se kroz konstrukcionu i tehnološku razradu izvrši priprema tekuće proizvodnje, ostvaruje se trošenjem raznih oblika rada. Vrednosni izraz ovih trošenja su troškovi istraživanja i pripreme proizvodnje.

8. Troškovi pogonske režije

Niz drugih zbivanja u vezi sa proizvodnjom, obezbeđivanjem potrebnih uslova za normalan rad, kontrolom i utrošak raznih vrsta pomoćnog materijala, vrednosno izraženi uvršteni su u ovu grupu troškova.

9. Ostali troškovi

Velika grupa raznorodnih zbivanja uglavnom u vezi sa menadžmentom poslovnim sistemom, nabavkom, knjigovodstvom, prodajom, manipulacijom finansijskih sredstava, kao i utrošak odgovarajućih materijala, preko odgovarajućih preračunavanja u troškove svrstam su u ovu grupu troškova.

Prikazana struktura elemenata troškova prilagođena je potrebi da se ukaže na karakteristične troškove u radu preduzeća. Uopšte uzev, moguće je sprovesti kako sintezu, tako isto i daljne raščlanjavanje troškova, što zavisi od potrebe u vezi sa prikazivanjem troškova.

Pored navedenih oblika utrošenog rada u toku poslovanja troši se i ljudski rad kako u neposrednoj proizvodnji, tako i na ostalim poslovima.

U vezi sa tim mogu nastupiti dva slučaja interpretacije troškova u preduzeću.

1. Slučaj - Navedeni troškovi od 1 do 9 u zbiru predstavlja troškove poslovanja - T_p , kojima se posebno dodaju troškovi ljudskog rada,
2. Slučaj - U okviru pojedinih elemenata troškova od 1 do 9 uračunava se i vrednost utrošenog ljudskog rada na odgovarajućim poslovima, a posebno se dodaje vrednost utrošenog ljudskog rada u neposrednoj proizvodnji na promeni svojstva ili oblika radnog predmeta. Zbir svih ovih troškova predstavlja ukupnu cenu koštanja – C_k .

Prema tome, izraz za C_k glasi:

$$C_k = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \dots + T_n$$

Odnosno

U slučaju da je potrebno sprovesti detaljnije raščlanjavanje pojedinih elemenata troškova (po godinama, odeljenjima, proizvodima i sl.) onda se može koristiti sledeći izraz:

$$T_1 = t_{11} + t_{12} + t_{13} + \dots + t_{1p}$$

$$T_2 = t_{21} + t_{22} + t_{23} + \dots + t_{2q}$$

.....

.....

$$T_i = t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} + \dots + t_{il}$$

.....

.....

$$T_n = t_{n1} + t_{n2} + t_{n3} + \dots + t_{nz}$$

Prilikom razmatranja zbivanja u poslovanju naročito kod priprema odluka u vezi sa pojedinim proizvodima u programu posebno je važno poznavanje jediničnih troškova.

U skladu sa izloženim pristupom interpretacije troškova proizilazi:

$$w_k = \frac{C_k}{Q} \text{ jedinična cena koštanja (Q je obim proizvodnje)}$$

Izračunavanje jedinične cene koštanja otežano je u većem broju slučajeva usled raznorodne strukture ostvarene proizvodnje. U takvim slučajevima usvaja se jedan proizvod ostvaren ili zamišljen, kao reprezentant te grupe proizvoda. Takav proizvod se naziva "etalon"-proizvod. Na bazi korigirajućih koeficijenata sprovodi se preračunavanje tako da se ostvareni obim proizvodnje izražava u "etalon"-proizvodima.

Bez obzira na količinu utrošenog rada i odgovarajućeg vrednosnog izraza - C_k , pojedinih proizvođača, izlaskom na tržište poslovni sistem se suočava sa delovanjem ekonomskih zakona ponude i tražnje, pri čemu se kroz prodajnu cenu manifestuje tržišno priznata cena. Razlike $C_p - C_k$ su različite kod pojedinih proizvođača, tako da mogu biti pozitivne $C_p - C_k > 0$ i negativne $C_p - C_k < 0$. Opravdana je težnja od strane proizvođača da ostvari što je moguće veću pozitivnu razliku, odnosno dobit - d.

Dobit se izračunava pomoću sledećeg izraza:

$$d = C_p - C_k \quad [\text{din/god}]$$

Objektivizacija proračuna troškova proizvodnje u toku niza poslovnih perioda je specifičan problem, posebno sa stanovišta realnog poređenja. Naime, promene tržišnih cena za nabavljeni

materijal i druga odstupanja odražavaju se na troškove na razne načine. Takvi efekti često se superponiraju ili se delimično poništavaju, pa čak i u potpunosti, ali najveća je teškoća u tome što se ne zna pravo stanje. Stoga se pribegava uvođenju tzv. "stalnih cena", kako bi se izbegli poremećaji zbog stalno prisutnih promena tržišnih cena.

Za svaki od elemenata troškova koji je podložan promenama usled delovanja spoljnih faktora poslovnog sistema ustanovljavaju se iste - stalne -cene, interno za potrebe poslovnog sistema koje se uopšte ne menjaju bez obzira na promene odgovarajućih tržišnih cena. Kao "stalne" cene mogu poslužiti tržišne cene iz nekog ranijeg perioda. To je najčešće slučaj.

Za svaku poziciju u okviru troškova koja se samostalno obrađuje nužno je uvesti "stalnu" cenu.

Pored nesumljivih prednosti koje nosi sa sobom proračun troškova proizvodnje po "stalnim" cenama, treba ukazati na dodatni obračunski rad. U stvari, sprovodi se dvostruki obračun, jedan po tekućim cenama i drugi po "stalnim" cenama.

Zbog uvećanog obima obračunskih operacija poželjno je da se obezbedi potrebna kompjuterska podrška. To čini ceo poduhvat jeftinijim.

14.1 TROŠKOVI PO "NOSIOCIMA" I PO "MESTIMA"

Paralelno sa utvrđivanjem ukupno ostvarenih troškova po pojedinim vrstama utrošenog rada, analitičke potrebe zahtevaju razvrstavanje tih troškova po "nosiocima", odnosno po proizvodima i po "mestima" odnosno organizacionim jedinicama (radionicama, pogonima i sl.). Ovaj proračun se neposredno dovodi u vezu sa što tačnijim izračunavanjem jedinične cene koštanja, w_k .

Problem treba dvojako tretirati:

1. Izračunavanje troškova materijala, rada i drugog što se neposredno odnosi na sam proizvod zavisi u najvećoj meri od organizacije evidencije odgovarajućih utrošaka i pogonskog

knjigovodstva, čiji je zadatak da prispelu dokumentaciju dobro iskoristi i obradi.

2. Svi ostali troškovi koji se ne odnose isključivo na jedan proizvod, već su u izvesnom smislu "opšti", "zajednički" predstavljaju više ili manje složen problem sa stanovišta pravilne raspodele po proizvodima.

14.2 PRIRODA PROMENLJIVOSTI TROŠKOVA

Troškovi se mogu na razne načine grupisati i svrstavati. Od posebnog je interesa proučavanje ponašanja elemenata troškova kada nastupa promena obima proizvodnje. Neki elementi troškova ne trpe gotovo nikakve promene ukoliko dođe do povećanja ili smanjenja obima proizvodnje. Međutim, kod niza drugih dolazi do više ili manje osetnih promena. Ovakvo ponašanje može biti od posebnog značaja za celishodno usmeravanje pojedinih akcija na unapređenje proizvodnje i poslovanja, uopšte.

Prema karakteru učešća troškovi se mogu svrstati na:

- a) troškove nezavisne od obima proizvodnje,
- b) troškove koji nisu linearno srazmerni sa promenom obima proizvodnje,
- c) troškove koji su linearno srazmerni sa promenom obima proizvodnje.

U nastavku biće dati najvažniji elementi troškova u okviru pojedinih grupa.

- a) Troškovi nezavisni od obima proizvodnje

Ova kategorija obuhvata sledeće važnije troškove:

- 1. Deo amortizacijskih otpisa (zgrade, postrojenja i sl.)
- 2. Troškovi osiguranja
- 3. Razni troškovi komunalnog karaktera.

Na dijagramu slike 106 ovi troškovi obeleženi su sa R_c .

b) Troškovi koji nisu linearno srazmerni obimu proizvodnje (progresivni ili degresivni)

U ovu grupu troškova spadaju sledeći značajniji troškovi:

1. Deo amortizacijskih otpisa koji se odnose na sredstva za proizvodnju
2. Troškovi održavanja
3. Razni režijski troškovi

Promena ove grupe troškova, sa promenom obima proizvodnje prikazana je u dve varijante R_s' i R_s'' na dijagramu slike 106.

c) Troškovi linearno srazmerni obimu proizvodnje

Ova kategorija obuhvata sledeće troškove:

1. Troškovi direktnog materijala, polufabrikata i energije za pogon proizvodnih mašina
2. Troškovi za plate radnika u neposrednoj proizvodnji
3. Razni troškovi vezani za direktnu proizvodnju.

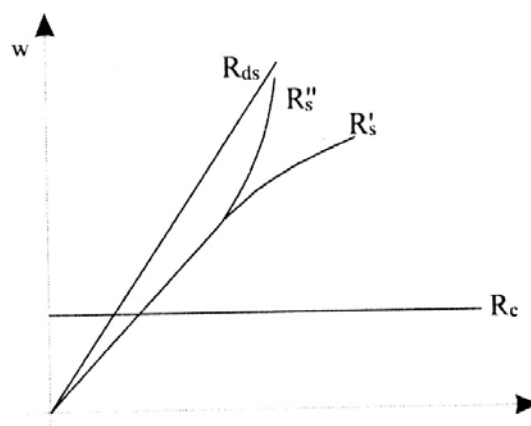
Promena ove grupe troškova u zavisnosti od promena obima proizvodnje prikazana je pravom linijom R_{ds} .

Navedeno razvrstavanje troškova poslužilo je za produbljanje suštine promenljivosti pojedinih troškova u zavisnosti od promena obima proizvodnje, jer će u nastavku biti usvojeno izvesno uprošćavanje.

Na priloženom dijagramu za prikazivanje promene pojedinih grupa troškova u zavisnosti od obima proizvodnje prihvaćene su prave odnosno krive linije. Međutim, stvarne promene veoma retko se pokoravaju zakonima izraženim pravim linijama. Stoga ovakav način prikazivanja treba prihvatiti kao aproksimaciju sa ciljem da se što izrazitije predstavi određena zavisnost.

Na dijagramu sa slike 106 stalni troškovi R_c dati su pravom linijom, koja je paralelna sa apscisnom osom. Međutim, pravolinijski

karakter promene ovih troškova je približno realna slika stvarnosti samo do izvesnih granica. Ova granica determinisana je usvojenim režimom eksploatacije.



Slika 106.

Imajući u vidu sve što je izloženo o karakteru promene pojedinih grupa troškova u nastavku će biti prihvaćena izvesna uprošćavanja, kako bi se stvorili potrebni uslovi za grafičko prikazivanje karakterističnih zbivanja sa odgovarajućim uzajamnim odnosima u okviru poslovanja.

U cilju obezbedenja uporedivosti ostvarenih efekata u međunarodnim razmerama, kao i odgovarajuću interpretaciju trendova privrednih kretanja, dalja razmatranja zasnovaće se na varijanti prikazivanja troškova preko cene koštanja.

Umesto do sada korišćenih grupacija troškova, za dati obim proizvodnje - Q , usvaja se daje:

$$C_k = T_m + T_r + T_o \text{ gde su:}$$

C_k - ukupni troškovi proizvodnje (cena koštanje) u [din/god]

T_m - troškovi direktnog materijala u [din/god]

T_r - troškovi direktne radne snage u [din/god]

T_o - ostali troškovi koji obuhvataju pogonsku režiju, amortizaciju i ostalo u [din/god].

Kako je karakter promenljivosti direktnog materijala i radne snage definisan, ostalo je da se utvrdi karakter grupe troškova - T_o . Hildebrand je sproveo opsežna snimanja i istraživanja kojom prilikom je ustanovljeno da je 80% ovih troškova nezavisno od promene obima proizvodnje, dok se ostatak od 20% može tretirati kao linearno promenljiv.

Znači, važi pravilo:

$$T_v = T_m + T_r + 0,2T_o \quad i$$

$$T_c = 0,8T_o$$

gde su:

T_v - ukupni promenljivi (varijabilni) troškovi za neki obim proizvodnje u [din/god]

T_c - stalni troškovi proizvodnje u [din/god].

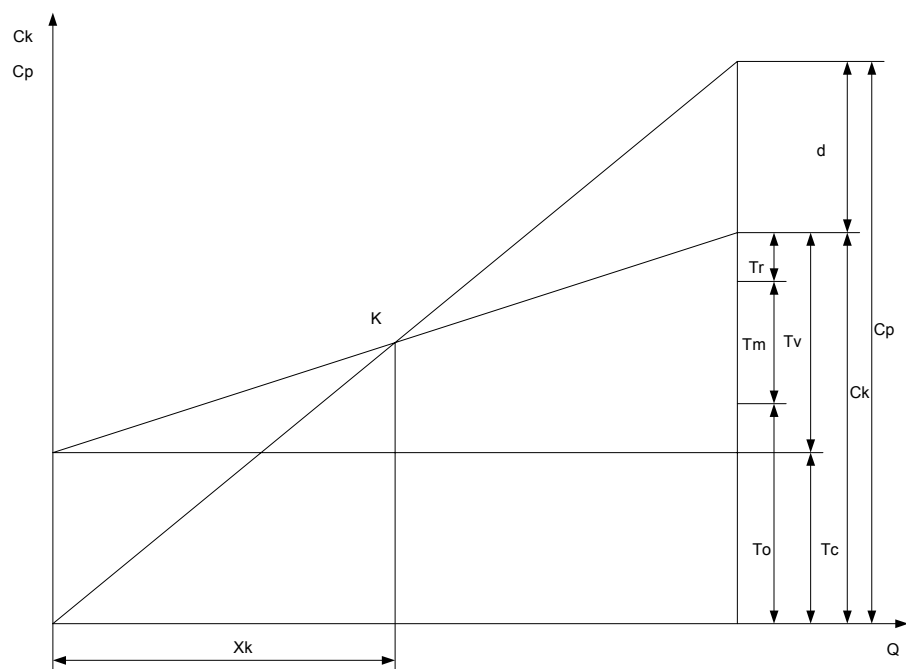
Oslanjajući se na ovo prazdvajanje, na stalne i promenljive, Knoeppel je konstruisao tzv. Q-C dijagram (slika 107) koji daje grafičku predstavu promene ukupnih troškova proizvodnje i prihoda od prodaje u zavisnosti od promene obima.

Pored linije cene koštanja, na dijagramu je prikazana linija cene prodaje. Unošenjem ove linije u dijagram isti dobija širi značaj, jer je takvim oblikom obuhvaćeno dejstvo i spoljnih, pored unutrašnjih faktora.

Iz dijagrama na slici 107 vidi se da kritična tačka predstavlja presečnu tačku linije cene koštanja i linije cene prodaje (označena sa K).

Pored grafičkog iznalaženja položaja kritične tačke što se ostvaruje

konstrukcijom Q-C dijagrama, postoji mogućnost da se to isto, ali znatno tačnije ostvari analitičkim putem.



Slika 107.

Linija cene prodaje biće predstavljena u obliku jednačine prave, koja prelazi kroz koordinatni početak, i to:

$$y = a_1 X \quad (1)$$

gde je:

$$a_1 = \frac{C_p}{Q}$$

odnosno

$$y = \frac{C_p}{Q} x \quad (1')$$

x i y su tekuće koordinate, a

C_p - cena prodaje

C_k - cena koštanja

T_c - konstantni troškovi

Q - obim proizvodnje (izražen kroz prirodne pokazatelje ili stepen korišćenja kapaciteta).

Linija cene koštanja biće na sličan način predstavljena u opštem obliku, kao jednačina prave, koja odseca na ordinati odsečak b .

$$y = a_2x + b \quad (2)$$

$$\text{gde je: } a_2 = \frac{C_k - T_c}{Q} \quad \text{i} \quad b = T_c$$

Tada imamo jednačinu linije cene koštanja

$$y = \frac{C_k - T_c}{Q}x + T_c \quad (2')$$

Za ukupni prihod od prodaje može se napisati izraz:

$$C_p = C_k + d$$

gde je:

d - dobit (din/god)

Interpretacija Q - C dijagrama podrazumeva, da je sve što je proizvedeno prodato i naplaćeno, u okviru poslovne godine.

Analiza kritične tačke

Obim proizvodnje, pri kome su izjednačeni cena prodaje i cena koštanja, naziva se kritični obim proizvodnje (X_k), a odgovarajuća presečna tačka linija cene prodaje i cene koštanja-kritična tačka (K -tačka).

Za iznalaženje X_k koriste se jednačine (1') i (2'), a postupak

nalaženja je dat u nastavku:

$$\frac{C_p}{Q}x = \frac{C_k - T_c}{Q}x + T_c$$

odnosno

$$\frac{C_p}{Q}x - \frac{C_k - T_c}{Q}x = T_c$$

$$x = \frac{T_c}{\frac{C_p - C_k + T_c}{Q}} = \frac{T_c}{\frac{d + T_c}{Q}}$$

dalje:

$$x_k = \frac{Q}{1 + \frac{d}{T_c}} \quad (3)$$

odnosno

$$x_k = \frac{Q \cdot T_c}{C_p - T_v} \quad (4)$$

Promena položaja K-tačke zavisi od velikog broja faktora, čije dejstvo dolazi do izražaja preko veličina Q, Cp i Tv, pa se može napisati:

$$x_k = f(z_1, z_2, z_3, \dots, z_n) \quad (5)$$

gde su: $z_1, z_2, z_3 \dots z_n$ - faktori koji direktno ili indirektno utiču na promenu položaja K-tačke.

U literaturi se nailazi i na sledeće nazive: prag rentabilnosti, mrtva tačka.

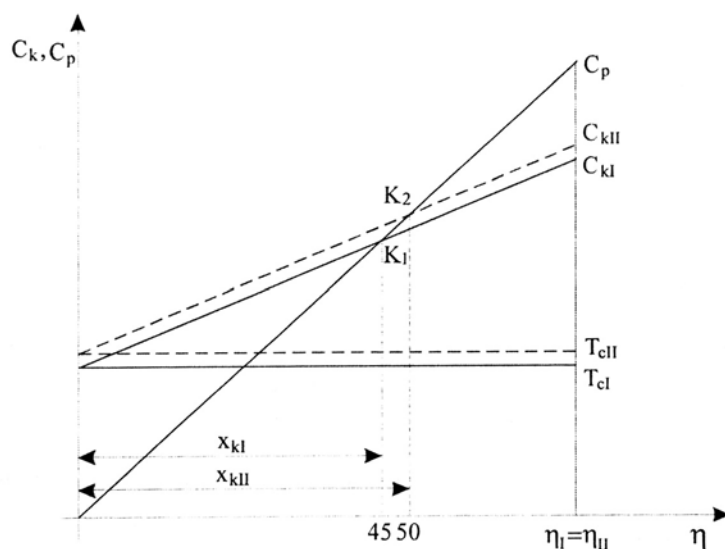
Uzajamno preplitanje dejstva pojedinih faktora, njihovo međusobno poništavanje ili superponiranje odražava se na najrazličitije načine na promene položaja K-tačke, odnosno x_k .

Manje x_k ne mora biti uvek povoljno, kao što ni veće x_k neće uvek biti nepovoljno. Ukoliko je x_k malo zbog izrazito malog T_c u okviru koga je naročito malo učešće troškova amortizacije, onda se nameće

zaključak o zaostajanju u pogledu praćenja tehničkog napretka. Obrnuto, ako je x_k veliko zbog naglog porasta T_c , koje je nastupilo kao posledica aktiviranja nove, savremene opreme, trenutno nepovoljno x_k je investicija perspektivnog razvoja preduzeća u skladu sa trendovima tehničkog progressa.

Investicije u cilju podizanja nivoa opremljenosti i dobit uzajamno su povezani i uslovljeni. Ako se ne ostvari dovoljna dobit ne postoje osnovni uslovi za proširenu reprodukciju, odnosno podizanje nivoa opremljenosti. Uključivanje novih, savršenijih sredstava za rad u proizvodne procese, opterećuje troškove proizvodnje, koji su sve veći ukoliko raste nivo opremljenosti. Stalno uvećavanje troškova amortizacije, kao i povećanja ostalih troškova (održavanje, pomoćni uslovi i sl.), koji su pretežno nezavisni od obima proizvodnje, neposredno uslovljavaju porast stalnih troškova - T_c . Dosadašnji stalni porast troškova T_c u poslovanju je uglavnom odraz razvoja tehnike i tehnologije, kao i svih ostalih promena, koje ovaj razvoj prate. Sa porastom stalnih troškova - T_c treba i ubuduće računati s obzirom na intenzivan porast investicija, što je u skladu sa tendencijama tehničkog progressa.

Pod pretpostavkom da nema drugih promena, osim porasta T_c , u toku određenog vremenskog perioda, iz dijagrama na slici 108 je vidljivo pomeranje K-tačke sa $X_{kl}=45\%$ na $X_{klI}=50\%$ korišćenja kapaciteta (brojne vrednosti su proizvoljno uzete radi ilustracije).



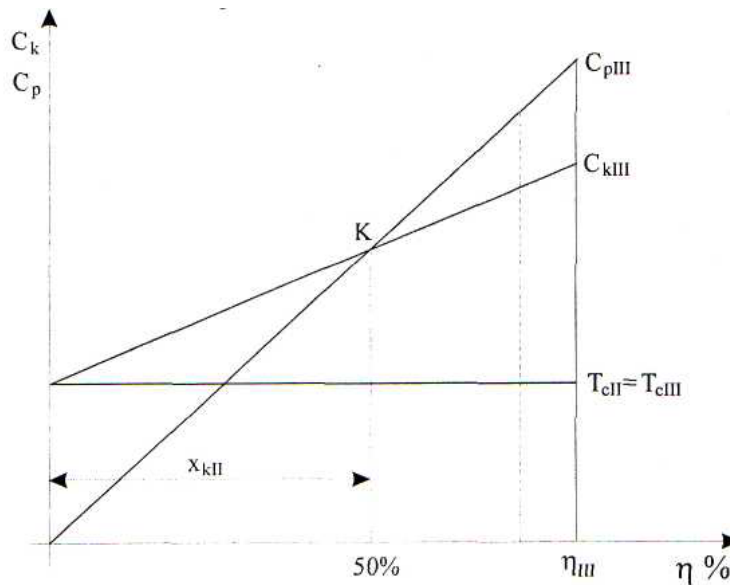
Slika 108.

Promena položaja K-tačke ukazuje na postojanje tendencija u poslovanju koje mogu dovesti u pitanje ekonomski opstanak preduzeća, ukoliko se produže u istom smislu. Radi postizanja stabilizacije, koja bi bila bar na pređašnjem nivou (stanje I), u uslovima sredene tehnologije, neophodno je postići bolje korišćenje kapaciteta.

Ukoliko se poveća samo stepen korišćenja kapaciteta ($\Delta\eta = 10\%$) u odnosu na prethodno stanje uz uslov da je η u racionalnim granicama (sa $\eta_{III}=80\%$ na $\eta_{III}=90\%$ - vidi sliku 109) položaj K-tačke se neće promeniti (prema dijagramu na slici 109 $x_{kIII}=x_{kII}=50\%$) ali je položaj poslovnog sistema povoljniji u stanju III, nego u stanju II.

Uporedna analiza pretpostavljena u tri moguća stanja, I, II i III pokazaće sledeće:

1. Položaj K-tačke je na većem procentu korišćenja kapaciteta u stanju II i III nego u stanju I.
2. Stanje III je prema ostvarenim rezultatima, u suštini, najpovoljnije, jer su η i razlika $C_p - C_k$, odnosno dobit, najveći.



Slika 109.

U takvim uslovima celishodno je utvrditi način, koji bi omogućio brzu i pouzdanu procenu valibiliteta pojedinih rezultata izraženih preko položaja K-tačke. Iz ranijih razmatranja je poznato da se položaj K-tačke može menjati i u pozitivnom i negativnom smeru apscise, na kojoj su naneti procenti korišćenja kapaciteta, pa da u oba slučaja takvo pomeranje može biti ocenjeno i kao povoljno i kao nepovoljno. Prema tome, uloga odnosa x_k/η sastoji se u tome da omogući celishodnu procenu promene položaja K-tačke, čime poprima svojstva dopunskog kriterijuma.

Za prikazana stanja I, II, III dati su računski podaci za odnos x_k/η u priloženoj tabeli

Stanje	I	II	III
$\frac{x_{ki}}{\eta_i}$	0.562	0.625	0.556

Neposrednim uvidom u tabelu može se utvrditi da je za stanje III najmanja veličina odnosa x_k/η što je ujedno i najpovoljnije. Ukoliko je manji odnos x_k/η , utoliko je za dato stanje, veća razlika između ostvarenog stepena korišćenja kapaciteta i procenta korišćenja kapaciteta koji odgovara K-tački. Sa povećanjem η - x_k raste i C_p -

C_k , što konačno znači da je i poslovni sistem u povoljnijem položaju, jer pored ostalog raspolaže i sa više sredstava za finansiranje razvoja. Takvo rezonovanje je opravdano stoga što povećanje razlike $C_p - C_k$ nastaje u sklopu promena položaja K-tačke, čije se karakteristike procenjuju preko odnosa x_k/η .

Stanja I, II, III odražavaju kretanja u makro-razmerama. kroz odgovarajuće promene u mikro-razmerama. Razdvajanje na tri odvojena stanja ima isključivo metodološki značaj, u cilju što jasnijeg prikazivanja procesa u kome porast nivoa opremljenosti (stanje II) zaoštrava potrebu boljeg korišćenja kapaciteta (stanje III), da bi onda opet došlo do novog porasta nivoa opremljenosti, i tako dalje. Pored toga, izmena nivoa opremljenosti nosi sa sobom posledice u pogledu potrošnje ostalih oblika rada, naročito direktnog rada i materijala, što unosi promene u pogledu položaja K-tačke i odgovarajućih veličina.

Naizmenično smenjivanje obuhvaćenih komponenti razvoja prerasta u permanentan proces. Stvarne promene se razlikuju od idealizovanih. Retko dolazi do izolovane promene samo jedne komponente. Promene su mahom simultanog karaktera, što odgovara kompleksnoj prirodi poslovanja uopšte. U takvim uslovima, upravo se nameće potreba uvođenja dopunskog kriterijuma u odnosu na K-tačku, koji omogućava celishodnu orijentaciju u sklopu izrazito kompleksnih zbivanja.

Celishodni uticaj na kretanje poslovnih rezultata iziskuje poseban tretman odgovarajuće problematike, što je u najvećoj meri posledica specifičnih uslova poslovanja. Analiza opisanih karakterističnih zbivanja kreće se u okvirima jednog poslovnog sistema vodeći pri tome računa o zavisnosti, koja postoji sa pojavama u makro-razmerama.

Uz pretpostavku da se razmatranje, radi pojednostavljenja, ograničava na poslovne sisteme koji ostvaruju pozitivnu razliku $C_p -$

C_k , teorijski postoji mogućnost da odnos x_k/η varira u granicama:

$$0 < x_k/\eta < 1 \quad (6)$$

Ispitivanje suštine variranja x_k odnosno K-tačke sprovedeno je simuliranjem brojnih varijanti zasnovanih na izrazu za x_k :

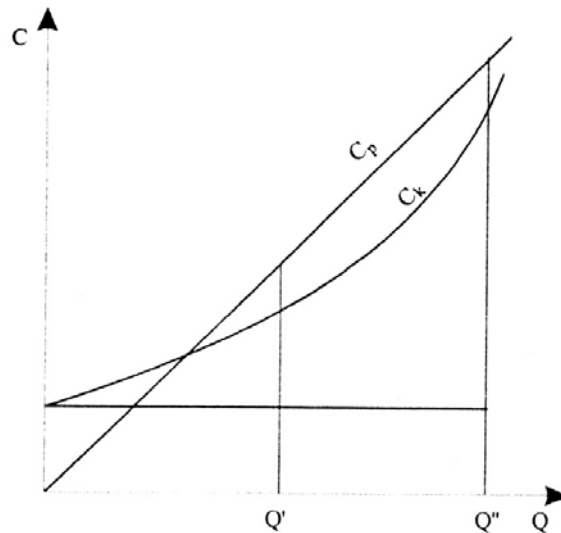
$$x_k = \frac{Q}{1 + \frac{d}{T_c}}$$

Marginalna analiza

Prikaz zbivanja u poslovanju pomoću ostvarenih troškova i prihoda u zavisnosti, od obima proizvodnje, odnosno stepena korišćenja kapaciteta kako je to učinjeno na Q-C dijagramu daje statičku predstavu na kraju poslovnog perioda sa elementima dinamičkih promena u toku nastanka završnog stanja. Okolnost da se obim proizvodnje nanet na apscisi može zameniti vremenskom podelom, kao što se to ponekad i čini, doprinosi istorijskom karakteru ove dinamičnosti, naime, u smislu rasuđivanja, šta promena obima proizvodnje može da znači u pogledu troškova, prihoda i posebno ekonomskog rezultata - dobiti. Efekti promena su očigledni ako važi pretpostavka o linearnom karakteru promene troškova i prihoda. Kao što je već rečeno karakter promenljivosti troškova nije uvek linearan, već su neki progresivni, a neki degresivni, što može rezultirati u nelinearnom karakteru promene ukupnih troškova (vidi sliku 110). Ako se prikazanim veličinama i odgovarajućim zakonima promena priđe na diferencijalnoj osnovi, tj. nastoji se odrediti šta se zbiva sa troškovima, prihodom, ekonomskim rezultatom za jedinični odnosno intervalni prirast obima proizvodnje i to sukcesivno, mogu se dobiti zanimljive indikacije. To je upravo materija marginalne analize troškova i prihoda, pa posledično i ekonomskih rezultata. Bolje rečeno, pošto svaka akcija u okviru poslovanja ima svoje ekonomske (finansijske) posledice kroz promenu troškova ili prihoda, marginalna analiza omogućava vrednosno iskazivanje efekata takve akcije, pa samim tim i mogućnost odmeravanja osnovanosti, opravdanosti, donošenja relevantne odluke, odnosno preduzimanje

odgovarajuće akcije.

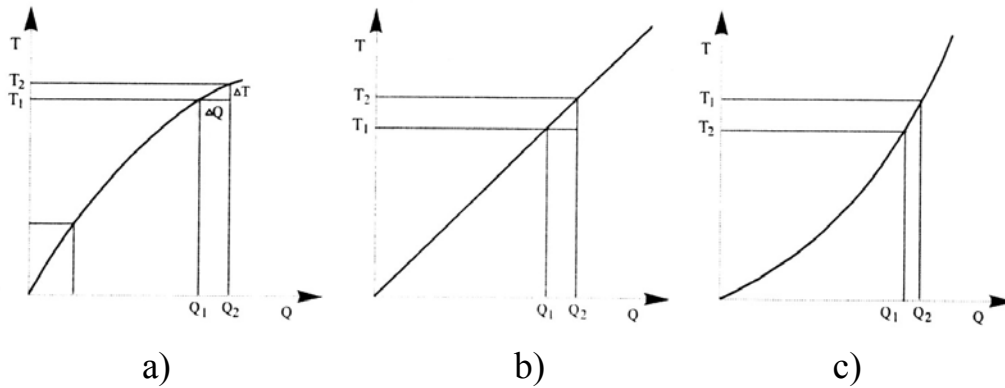
Svaka promena obima proizvodnje za 1 komad uzrokuje promenu ukupnih troškova - T , ukupnog prihoda - C_p , posledično i ekonomskog rezultata $C_p - T$. Nelinearan karakter promene T stvara uslove za diferencijalni porast obima proizvodnje Q i ima različite posledice izražene kroz ekonomski rezultat zavisno kod kog obima proizvodnje dođe do toga porasta. Za obim Q' (slika 110) dodatna jedinica proizvoda znači povećanje ekonomskog rezultata, dok za Q'' dodatna jedinica ima za posledicu smanjenje ekonomskog rezultata.



Slika 110

Ocenu kvaliteta nastalih promena omogućava marginalna analiza. odnosno izračunavanje graničnih troškova, odnosno graničnih prihoda.

Grafo-analitičko određivanje graničnih troškova, dato je na slici 111.



Slika 111.

Zavisno od karaktera nelinearnosti promene troškova, progresivni odnosno degresivni, kao i za linearni zakon promene, kao što je prikazano na slici 111 biće prikazani odgovarajući granični troškovi.

a. Za slučaj degresivne promene troškova (slika 111a) biće:

$$t_g = \frac{\Delta T}{\Delta Q} \neq \text{const}$$

gde je: t_g - granični troškovi po jedinici (din/kom), pri tom t_g opada sa porastom nivoa obima proizvodnje na kome se isti određuju ukupno sa degresivnom promenom troškova.

b. U slučaju linearno promenljivih troškova (slika 111b) biće:

$$t_g = \frac{\Delta T}{\Delta Q} = \text{const}$$

za bilo koji domen promene Q .

c. I konačno za progresivnu promenu troškova (slika 111c) biće:

$$t_g = \frac{\Delta T}{\Delta Q} \neq \text{const}$$

pri tom t_g raste sa povećanjem nivoa obima proizvodnje na kome se isti određuju ukoliko troškovi slede progresivni zakon promene.

Numerički postupak izračunavanja troškova biće prikazan na osnovu

podataka datih u narednim tabelama.

a. U slučaju degresivne promene troškova proračun je

Q	100	110	120	130	140	150
T	16.000	17.400	18.600	19.650	21.550	22.400
ΔQ	0	10	10	10	10	10
ΔT	0	1.400	1.200	1.050	900	850
t_g	160	140	120	105	90	85
Δt_g	-	-20	-20	-15	-10	-5

b. U slučaju linearne promene troškova proračun je

Q	100	110	120	130	140	150
T	16.000	17.600	19.200	20.800	22.400	24.000
ΔQ	0	10	10	10	10	10
ΔT	0	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
t_g	160	160	160	160	160	160
Δt_g		0	0	0	0	0

c. U slučaju progresivne promene troškova proračun je:

Q	100	110	120	130	140	150
T	16.000	17.800	19.900	22.400	25.400	29.000
ΔQ	0	10	10	10	10	10
ΔT	0	1.800	2.100	2.500	3.000	3.600
t_g	160	180	210	250	300	360
Δt_g		20	30	40	50	60

Iz proračunatih vrednosti za granične troškove za date tri zakonitosti promene ukupnih troškova proizilazi sledeće:

a. dodatna jedinica obima proizvoda se ostvaruje sa sve manjim troškovima što, razume se, može podsticajno da deluje na povećanje obima proizvodnje dok padaju troškovi po dodatnoj jedinici.

b. dodatne jedinice proizvoda ne uzrokuju promene u iznosu troškova svedenih na jedan, dodatni komad, čime otpada ekonomski motiv zasnovan na troškovima po komadu, ukoliko se ne bi uzelo u obzir povećanje ekonomskog rezultata koje nastaje iz progresije razlike $C_p - T$, što ovde nije interpretirano.

c. dodatna jedinica obima proizvodnje je sve skuplja, t_g je sve veće. čime se depresivno deluje u odnosu na povećanje obima takve proizvodnje ukoliko se posmatra isključivo sa stanovišta troškova.

Analiza promena graničnih vrednosti troškova, prihoda i naročito ekonomskih rezultata omogućava izvođenje veoma dragocenih zaključaka u vezi sa usmeravanjem poslovanja, koncepcijom strategije razvoja proizvodnje u tom kontekstu.

LITERATURA

1. Vuksan Bulat, Radomir Bojković, Organizacija proizvodnje, ICIM, Beograd, 1999.
2. Živan Živković, Milan Jelić, Namanja Popović, Osnove Menadžmenta, TF Bor, 2002.
3. Živan Živković, Miladin Gligorić, Upravljanje kvalitetom, Tehnološki fakultet, Zvornik, 2002.
4. Ernest Dale, Management: theory and practice, McGraw-Hill, 1973, USA.
5. Obrad Todorović, Operaciona istraživanja, Prosveta, Niš, 1999.
6. Aca Jovanović, Upravljanje projektima (autorizovana predavanja), TF Bor, 2003.
7. Kniga radova simpozijuma: II Skup privrednika i naučnika, Beograd, 2004.
8. Ž.Živković, I. Mihajlović, Strategijski menadžment 4(2004)94-100.
9. MAS (Fact Sheet)
<http://www.mas.dti.gov.uk/browse.jsp?level=/categories/Management>
- 10.A. Gunasekaran, Editorial of European Journal of Operational Research 159(2004)265-268.
- 11.Y. Bakus, The emerging role of electronic marketplaces on the internet. Communications of the ACM 41(8)(1998)35-42.
- 12.DM Lambert, MC Cooper, Issues in supply chain management. Industrial Marketing Management 29(2000)65-83.
- 13.B. Hull, The role of elasticity in supply chain performance, Production economics, article in press.
- 14.M. L. Fisher, What is the right supply chain for your product? Harvard Business Review, 75(2)(1997)105-116.

- 15.L.Lu, A one-vendor multi-buyer integrated inventory model. European Journal of Operational Research, 81(1995)312-323.
- 16.J. Halm, C.A.Yano, The economic lot and delivery scheduling problem: the common cycle case. PE Transactions, 27(1995)113-125.
- 17.A.M.M.Jamal, B.R.Saker, An optimal batch size for a production system operating under a just-in-time delivery system, International journal of Production Economic, 32(1993)255-260.
- 18.W.Lee, A joint economic lot size model for raw material ordering, manufacturing setup, and finishing goods delivering, Omega 33(2005)163-174.
- 19.MLAB Mathematical Modeling System, Civilized Software, INC.
- 20.A.Benerjee, A joint economic –lot size model for purchaser and vendor, Decision Science 17(1986)292-311.
- 21.S.K.Goyal, A joint economic-lot size model for purchaser and vendor: a comment. Decision Science 19(1988)236-241.
- 22.S.K.Goyal, A one-vendor multi-buyer integrated inventory model: a comment. European Journal of Operational Research, 82(1995)209-210.
- 23.D.A. Ajenblit, R. L. Wainwright, 1998:
<http://euler.mcs.utulsa.edu/~rogerw/papers/Ajenblit-ICEC98.doc>
- 24.I. Baybars, An Efficient heuristic method for the simple assembly line balancing problem, *Int. Journal of production research*, 24 (1), 909 - 932.
- 25.J.M. Charlton, C.C.Death, A general method for machine scheduling, *Int Journal of producing research* No. 7., 1969.

- 26.M. Held, R.M.Karp, R.Sharesian, Assembly line balancing-dynamics programming with precedence constraint, Operations research, No.11., 1963.
- 27.F. Hitchcock, The distribution of a product from several sources to numerous localities, Math.Phys.20.,1941.
- 28.J.R. Jackson, A computing procedure for a line balancing problem, Management Science, No. 11., 1956.
- 29.L.V. Kantorovic, Mathematical methods of organization and planning, LGU (In Russian).,1939.
- 30.R.M Karp, Reducibility among combinatorial problems, Complexity of computer applications, New York, Plenum, 1972.
- 31.H.W.Kuhn, The hungarion method for the assignment problem, Noval research logistics quarterly, Vol.2,No.1-2. 1955.
- 32.P. l'Ecuyer, Efficient and portable combined random number generators, Comm. ACM, 31, p.642., 1988.
- 33.B. Lin, D.C. Miller, Tabu search algorithm for chemical process optimization, Computers and chemical engineering 28 (11), 2278-2306., 2004.
- 34.S. D. Makashi, A.C. Kokossis, The maximum order tree algorithm: a new approach for the optimal scheduling of product distribution lines, Computers and chemical engineering, 21 (8) 679-691., 1997.

- 35.S.D. Makashi, A.C. Kokossis, A hibrid approach of order graphs and mathematical programming for the optimal scheduling of product distribution lines, Computers and chemical engineering (article in press), 2004.
- 36.G.J. Miltenburg, J. Wijngaard, The U-line balancing problem, Management science, vol.40, No. 10., 1994.
- 37.M.Pascoal, M.B., Eugenia M. Captivo V., Climaco, An algorithm for ranking quickest simple paths, Computers & Operations Research 32 p.509–520, 2005.